

Meinem verstorbenen Mitarbeiter Dr. Friedrich Hans Ucik in freundschaftlicher Erinnerung gewidmet

Beitrag zur Klimageschichte des Postglazials am Beispiel des Seebachtales bei Mallnitz in den Hohen Tauern

Von Adolf FRITZ

Zusammenfassung

Ausgewählte Pollentypen und lösliche Huminstoffe in den postglazialen Verlandungssedimenten des Stappitzer Sees werden im Sinne von Klimazeugen interpretiert. Die klimatische Aussage der einzelnen Pollenformen ist zwar differenziert zu betrachten, sie gibt aber gemeinsam mit den Huminstoffen ein Bild von der nacheiszeitlichen Klimaentwicklung in den Hohen Tauern, welches nicht nur überraschend gut mit den bestehenden Kenntnissen der Paläoklimatologie übereinstimmt, sondern dieses noch zu vertiefen in der Lage ist. Die Darstellung der Kleinen Eiszeit als besonders markante Klimaverschlechterung trägt insofern zum Verständnis der gegenwärtigen globalen Klimaerwärmung bei, als nach der Huminstoff- und Pollenüberlieferung die eigentliche Trendwende der Temperaturentwicklung in Richtung Erwärmung schon um ca. 1700 n. Chr., also noch vor der industriellen Revolution (und nicht erst um 1860 n. Chr.) einsetzte.

Vorwort

Die gegenwärtige Wärmeperiode, welche sich bereits um 1700 n. Chr. durch eine Trendwende der Temperaturentwicklung anbahnte, aber erst in der zweiten Hälfte des 19ten Jahrhunderts als deutlich wahrnehmbare Klimaänderung erkannt und zu einem herausgehobenen Thema der wissenschaftlichen Diskussion wurde, erweckt seit dieser Zeit im zunehmenden Maß das Interesse der breiten Öffentlichkeit. Was sich heute klimatisch vollzieht lässt sich besser verstehen, wenn man tiefer in das klimatische Geschehen der vergangenen 11.000 Jahre (Postglazial) eindringt. Die Voraussetzungen für die (Neo-)Klimatologie dies mit disziplinen eigenen Methoden zu tun sind insofern eingeschränkt, als die Datenerfassung mit Hilfe von Messgeräten erst seit kurzer Zeit, etwa seit dem 17ten Jahrhundert, möglich ist. Der Weg weiter zurück in die Vergangenheit setzt daher andersartige Informationsquellen voraus, von denen es eine ganze Reihe gibt, unter anderem auch die erdgeschichtliche Pollenanalyse. Für eine derartige pollenanalytisch-klimatische Untersuchung bieten sich die talfüllenden Seesedimente des Seebachtales bei Mallnitz (südliche Hohe Tauern) besonders an, und zwar insofern, als hier das Postglazial in einer Sedimentmächtigkeit von 60 m vorliegt und damit die Möglichkeit besteht, den Ablauf des Klimas in einer sehr detaillierten zeitlichen Auflösung zu untersuchen (FRITZ & UCİK 2001).

Schlagworte:

Pollen, Huminstoffe, Klima, Hohe Tauern, Ostalpen

Keywords:

pollen, humic materials, climate, Hohe Tauern, Eastern Alps

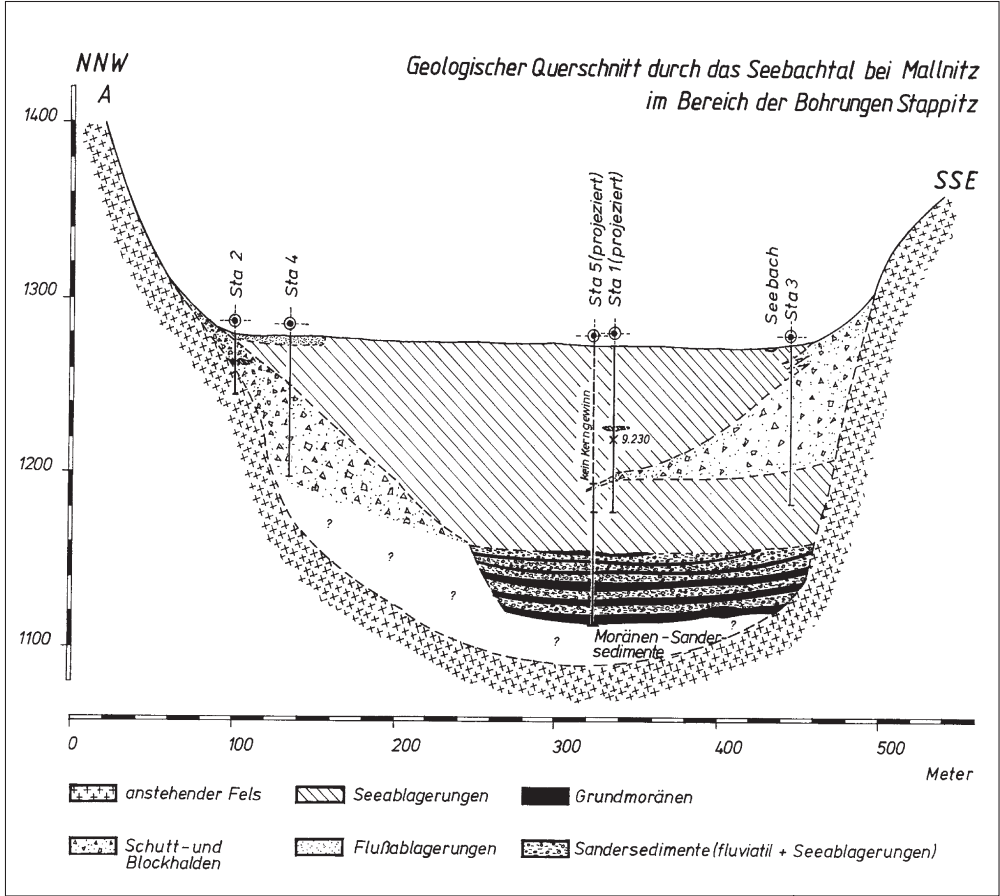
Einige Bemerkungen zum Seebachtal in den südlichen Hohen Tauern

Die eigentliche Durchführung der pollenanalytisch-glazial-geologischen Untersuchung der talfüllenden Sedimente im Seebachtal hat bereits vor Jahren stattgefunden (FRITZ & UCİK 2001) und geht auf eine Anregung des inzwischen verstorbenen Mitarbeiters und Freundes Dr. Friedrich H. Ucik zurück. Dr. Ucik war seitens der ehemaligen ÖDK beauftragt, jene Bohrkerne geologisch aufzunehmen, welche im Zuge von Probebohrungen zur Errichtung eines geplanten Staudammes niedergebracht wurden. Eine Bürgerinitiative zur Rettung des glazialgeologischen Juwels (Abb. 1) verhinderte das Vorhaben der ÖDK.

Die mehrfachen Holzeinlagerungen im Verlandungsbereich des Stappitzer Sees, etwa von -55 m aufwärts, ließen eine frühe Besiedlung des Tales durch Gehölzbestände vermuten. Es wurde daher dem Wissenschaftlichen Beirat des Nationalparkrates Hohe Tauern empfohlen, das Seebachtal (das inzwischen dem Nationalpark Hohe Tauern angehört) neuerlich abzubohren, und zwar bis in eine Tiefe von 160 m (Abb. 2), wo nach seismologischen Befunden der Fels anstehen sollte, um die Talgeschichte möglichst weit in die Vergangenheit zurückzuverfolgen.

Abb. 1:
Das Seebachtal als glazial geformtes Trogtal mit Blick auf die Berge der Hochalm-Ankogel-Gruppe.





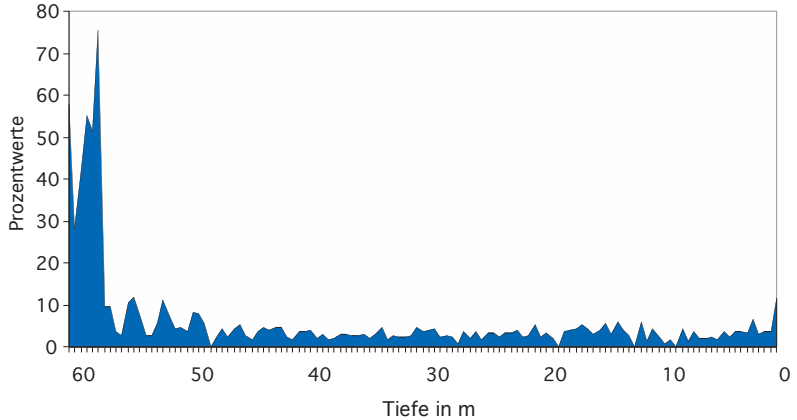
Zur Methode der vorliegenden Untersuchung

Das wissenschaftliche Ergebnis aus der pollenanalytisch-glazialgeologischen Untersuchung der Bohrkerne, welche dafür zur Verfügung standen, ist in FRITZ & UCIK (2001) ausführlich dargestellt. Für die 160 m Bohrung gibt es ein ausführliches Pollendiagramm. Wie in der erdgeschichtlichen Pollenanalyse allgemein üblich erfolgt die Beschreibung eines Pollendiagramms durch eine abschnittsweise Charakterisierung der Pollen- und Sporenüberlieferung (Gliederung in Diagrammabschnitte).

Vorliegende Studie hingegen, die sich im Speziellen auf die Klimageschichte des Postglazials konzentriert, stellt die stratigraphische Verbreitung der ausgewählten Gehölzpollentypen im Sinne eines zeitlichen Längsschnittes in den Vordergrund (Abb. 3 bis 9). Dadurch soll der individuelle Klimabezug der einzelnen Pollentypen deutlicher hervortreten. Zudem erlaubt die gesonderte Betrachtungsweise der einzelnen Pollenformen (wie auch der löslichen Huminstoffe) die Anwendung jeweils geeigneter Skalierungen, um auch geringfügige Schwankungen noch interpretieren zu können (z. B. Kleine Eiszeit).

Abb. 2:
Geologischer Querschnitt durch das Seebachtal im Bereich des Stappitzer Sees.

Abb. 3:
Stratigraphische
Verbreitung des
Kiefernpollens
(*Pinus*) in den post-
glazialen
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 mm SH
(Hohe Tauern).



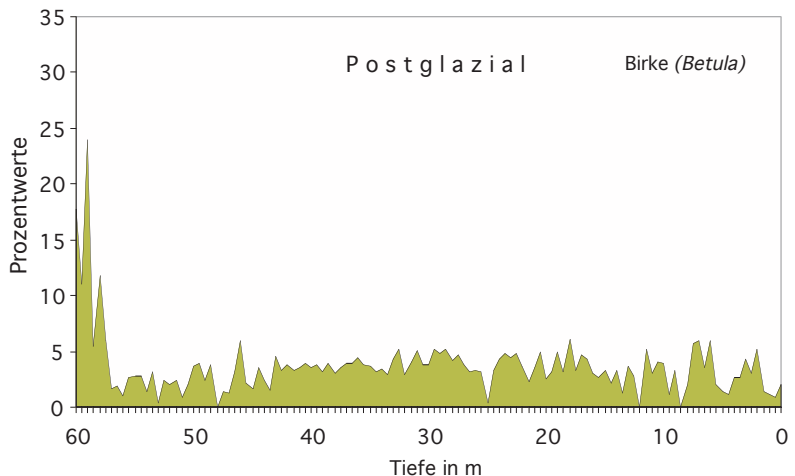
Pollen als Klimazeuge

In der folgenden Erörterung des Pollens als Klimazeuge geht es um die Feststellung inwieweit es möglich ist, anhand verschiedener Gehölzpollentypen den Ablauf des postglazialen Klimas im Seebachtal nachzuvollziehen.

Die „kaltzeitlichen“ Pollentypen (Abb. 3 und 4)

Pollenanalytische Untersuchungen, die weit in die erdgeschichtliche Vergangenheit des Quartärs zurückreichen, lassen erkennen, dass Kiefern- und Birkenpollen in typisch interglazialen Ablagerungen (mit Ausnahme der Übergangsphasen zu den angrenzenden Glazialen) nur in geringer Menge auftritt (WALTER & STRAKA 1970). Diesem Faktum entspricht die Überlieferung des Kiefern- und Birkenpollens in den postglazialen Ablagerungen des Seebachtales voll und ganz und belegt dadurch außerdem, dass der (natürliche) Vegetationsablauf nicht durch wirtschaftsbedingte Förderung der genannten Holzarten verfälscht ist. Die Tatsache, dass speziell der Kiefernpollen bis heute keinen außergewöhnlich hohen Anstieg aufweist, ist ein sicheres Zeichen dafür, dass die gegenwärtige Warmzeit (noch) nicht in ihr Endstadium

Abb. 4:
Stratigraphische
Verbreitung des
Birkenpollens
(*Betula*) in den
postglazialen
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 m SH
(Hohe Tauern.)



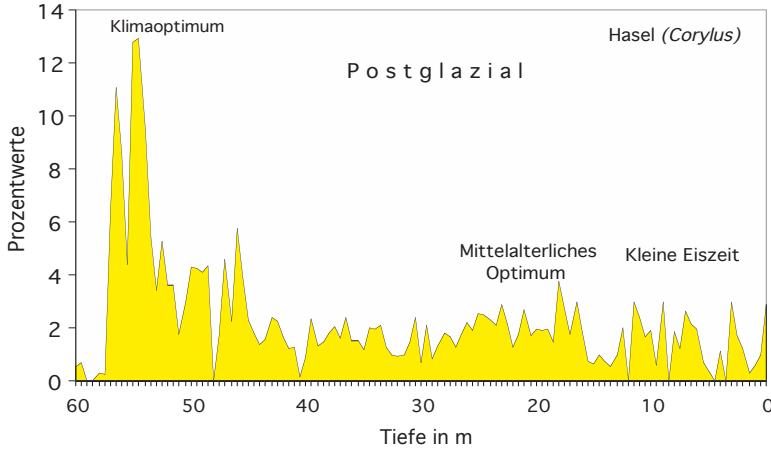


Abb. 5
Stratigraphische Verbreitung des Haselpollens (*Corylus*) in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales, 1273 m SH (Hohe Tauern).

eingetreten ist. Auch das sollte man beachten, wenn wir sehen, wie gegenwärtig unsere Alpengletscher dahinschmelzen.

Die ausgesprochen „warmzeitlichen“ Pollentypen (Abb. 5 und 6)

Als ausgesprochen „warmzeitlich“ gilt in der Pollenanalyse der Pollen der Hasel (*Corylus*) und des Eichenmischwaldes (Eiche, Ulme und Linde), welcher in vorliegender Studie mit der Ulme (*Ulmus*) und Linde (*Tilia*) vertreten ist. Hasel-, Ulmen- und Lindenpollen sind in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales bereits ab den ersten Jahrhunderten der Warmzeit mit ungewöhnlich hohen Werten überliefert und erreichen nach vorliegenden radiometrischen Datierungen zwischen 11.000 und 8000 v. H. ihre absoluten Höchstwerte. Ab diesem Zeitpunkt setzte ein Rückgang der Pollenüberlieferung ein, im Falle der Hasel abrupt, im Falle des Ulmen- und Lindenpollens dagegen allmählich und stufenförmig. Ab der Mitte des 5ten Jahrtausends pendelte sich schließlich die Pollenüberlieferung allgemein auf ein deutlich niedrigeres Niveau ein, lediglich Ulme und Linde zeigen im Zuge der Kleinen Eiszeit nochmals einen deutlichen Abfall der Pollenmenge. Aus diesem Verhalten der

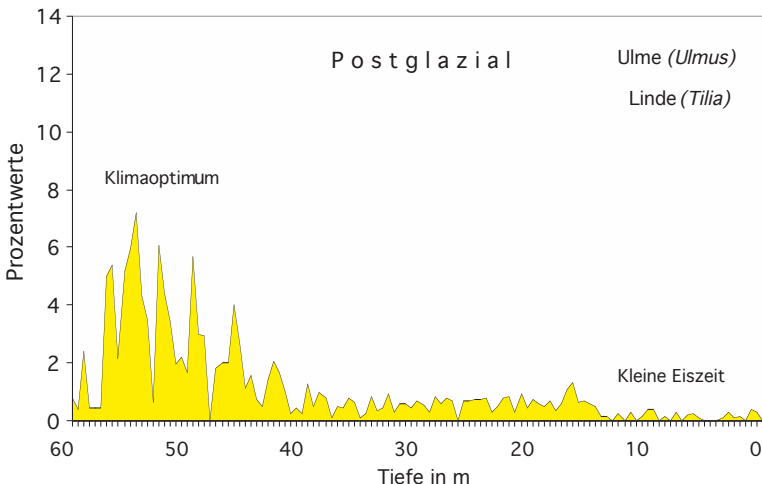
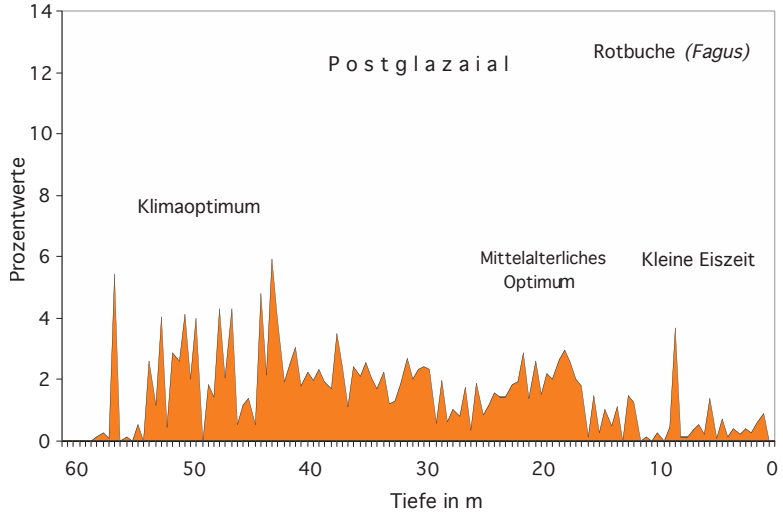


Abb. 6:
Stratigraphische Verbreitung des Ulmen- und Lindenpollens (*Ulmus*, *Tilia*) in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales, 1273 m SH (Hohe Tauern).

Abb. 7:
Stratigraphische
Verbreitung des
Rotbuchenpollens
(*Fagus*) in den
postglazialen
Sedimenten
des Seebachtales,
1273 m SH
(Hohe Tauern).

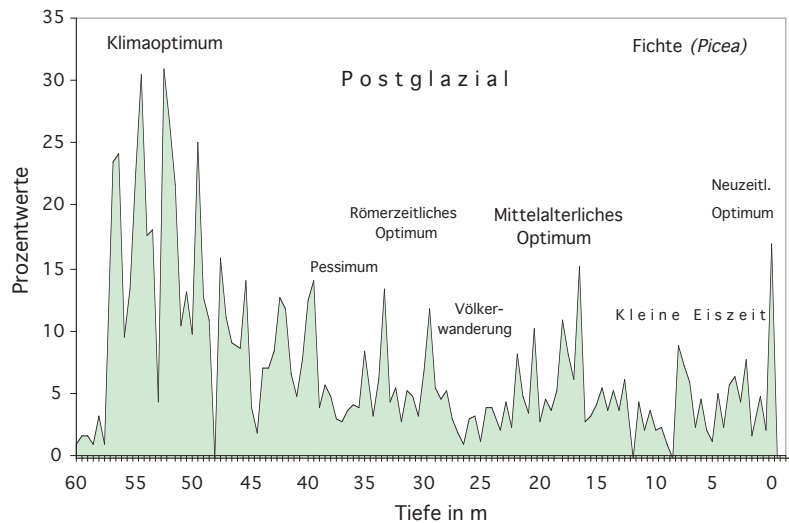


warmzeitlichen Pollentypen, insbesondere des Ulmen- und Lindenpollens, kann geschlossen werden, dass sich im Raume der Hohen Tauern schon sehr früh eine klimatische Gunstphase etablierte, welche mit gewissen Schwankungen bis um die Mitte des 5ten Jahrtausends v. H. andauerte, um von da an einer weniger günstigen Klimaphase zu weichen.

Der kühl-humid, relativ wintermilde Pollentyp (Abb. 7)

Der kühl-humid, relativ wintermilde Pollentyp wird im Interglazial des Seebachtales durch den Blütenstaub der Rotbuche (*Fagus*) repräsentiert. Als thermophile Laubholzart im Sinne von WALTER & STRAKA (1970: 145) erinnert die stratigraphische Verbreitung des Pollens, wenn auch abgeschwächt, durchaus jener der warmzeitlichen Pollenformen, wenn auch teils mehr der Hasel, teils mehr der Ulme und Linde. Vor allem aber der starke Pollenabfall an der Wende zur Kleinen Eiszeit entspricht durchaus dem Verhalten der warmzeitlichen Laubbäume. Der kühl-

Abb. 8:
Stratigraphische
Verbreitung des
Fichtenpollens
(*Picea*) in den
postglazialen
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 m SH
(Hohe Tauern).



humide Charakter der Rotbuchen dürfte aber dafür verantwortlich sein, dass sich diese Baumart in der Zeit nach dem 5ten Jahrtausend v. H. besser durchsetzen konnte als Ulme und Linde.

Der kühl-humid, winterkalte Pollentyp (Abb. 8)

Der kühl-humid, winterkalte Pollentyp ist in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales durch den Blütenstaub der Fichte vertreten. Die Fichte bildet in der Höhenlage des Seebachtales gemeinsam mit der Lärche den obermontanen Fichten-Lärchen-Wald und ist daher in der Pollenüberlieferung ein sehr wesentlicher Pollentyp. Gegenüber den vorhin genannten Gehölzen verhält sich die Fichte als Klimazeuge insofern etwas anders, als sie trotz der ungünstigeren Klimabedingungen ab dem 5ten Jahrtausend v. H. auf positive Klimaschwankungen mit deutlichem Anstieg der Pollenproduktion reagierte.

Der humid-sommerwarme Pollentyp (Abb. 9)

Als humid-sommerwarmer Pollentyp tritt in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales der Tannenpollen (*Abies*) auf. Die stratigraphische Verbreitung weicht allerdings von den bisherigen Mustern ab. Sie entspricht merkwürdigerweise dem Verhalten des Tannenpollens im letzten Interglazial (WEGMÜLLER 1992, DRESCHER-SCHNEIDER 2000), und zwar dadurch, dass die Tanne im Seebachtal, ebenso wie im Riss/Würm-Interglazial, erst nach dem absoluten Höhepunkt der Hasel, Ulme und Linde maßgebend zur Ausbreitung kommt. Die Tannenausbreitung im Postglazial des Seebachtales fällt daher mit ihrem Höhepunkt in die klimatisch ungünstige Periode und zeigt in den letzten zwei Jahrtausenden bereits stark rückläufige Tendenz.

In der Riss/Würm-Warmzeit bedeutet der Rückgang der Tanne den allmählichen Übergang in eine Phase zunehmender Klimaverschlechterung, welche schließlich das Interglazial beendet. Wollte man dieses Signal der Tanne auf das Postglazial übertragen, so würde das unmissverständlich bedeuten, dass alsbald (im geologischen Zeitmaßstab gesehen) eine weitere, tiefgreifende Umstellung des Erdklimas zu

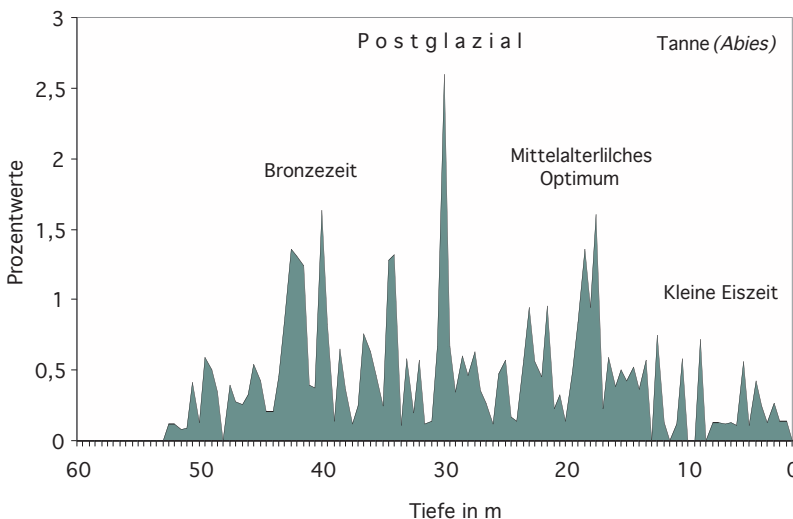


Abb. 9: Stratigraphische Verbreitung des Tannenpollens (*Abies*) in den postglazialen Sedimenten des Seebachtales, 1273 m SH (Hohe Tauern).

Abb. 10:
Stratigraphische
Verbreitung
löslicher
Huminstoffe in den
postglazialen
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 m SH
(Hohe Tauern).

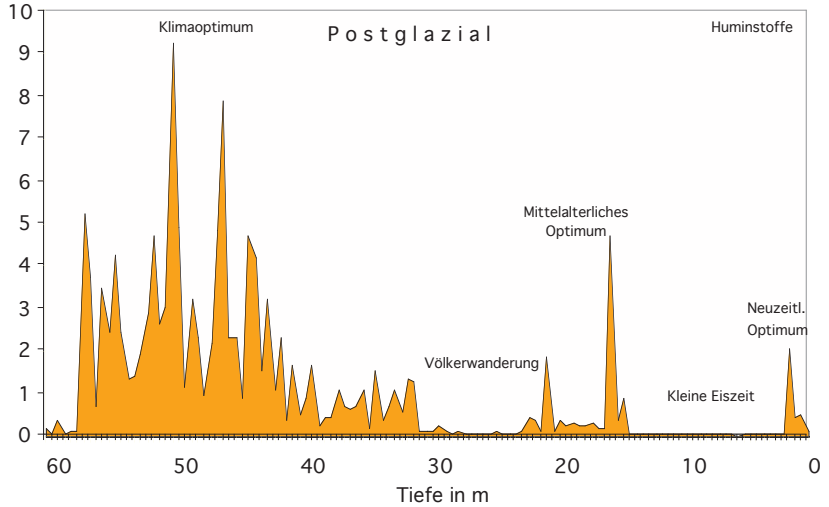
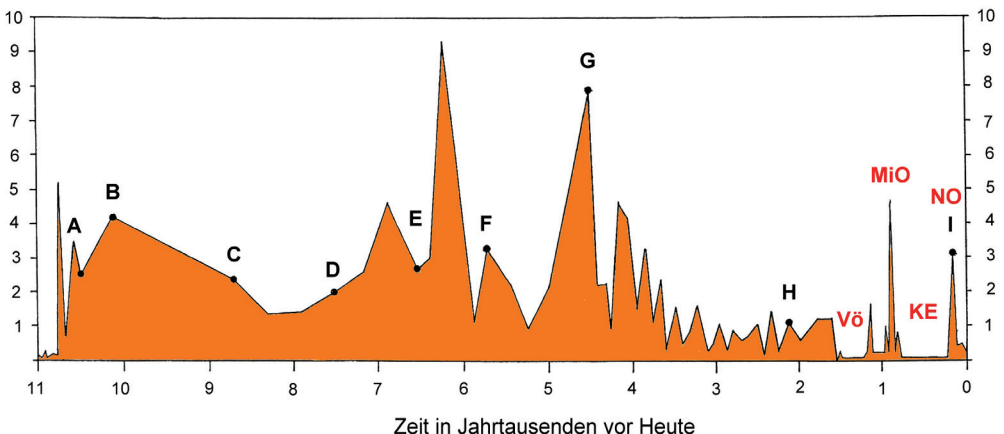


Abb. 11:
Zeitkorrigiertes,
homogenes, konti-
nuierliches Lang-
zeitprofil löslicher
Huminstoffe aus
den postglazialen
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 m SH (Hohe
Tauern). A-I: Posi-
tionen der Radio-
karbondaten. NO
= neuzeitliches
Klimaoptimum, KE =
Kleine Eiszeit, MO
= mittelalterliches
Klimaoptimum, Vö =
Pessimum der Völ-
kerwanderungszeit.
Die Zahlenwerte auf der y-Achse
entsprechen den
Messdaten der
Huminstoffe (Ex-
tinktion bei 570 nm).

erwarten ist, welche in weiterer Folge in die nächste glaziale Kaltperiode hineinführt. Sollten die Pessima der Völkerwanderungszeit und der Kleinen Eiszeit bereits die ersten Anzeichen dieser bevorstehenden Klimaverschlechterung sein? Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass das Postglazial bereits ein Alter von etwa 11.000 Jahren aufweist, ein Alter, das für Interglaziale bereits als hoch anzusetzen ist, und welches speziell dem des Riss/Würm-Interglazial mit 11.000 bis 12.000 Jahren bereits sehr nahe kommt.

Lösliche Huminstoffe als Klimazeugen (Abb. 10 und 11)

Im Rahmen der pollenanalytischen Untersuchungen im Seebachtal wurde die Beobachtung gemacht (Kalilaugenbehandlung), dass die erbohrten tonig-schluffigen Seesedimente stark schwankende Mengen löslicher Huminstoffe enthalten, insbesondere im postglazialen Abschnitt des Sedimentprofils. Huminstoffe entstehen vorwiegend aus pflanzlichem Material durch temperaturabhängigen mikrobiellen Abbau der Biomasse im Zuge der Humifizierung. Sie sind schwer wasserlöslich, haben eine hohe Verweilzeit im Boden, bilden durch Interaktionen mit Mineralien stabile Ton-Humus-Assoziate und sind daher gegen Mineralisierung weitestgehend



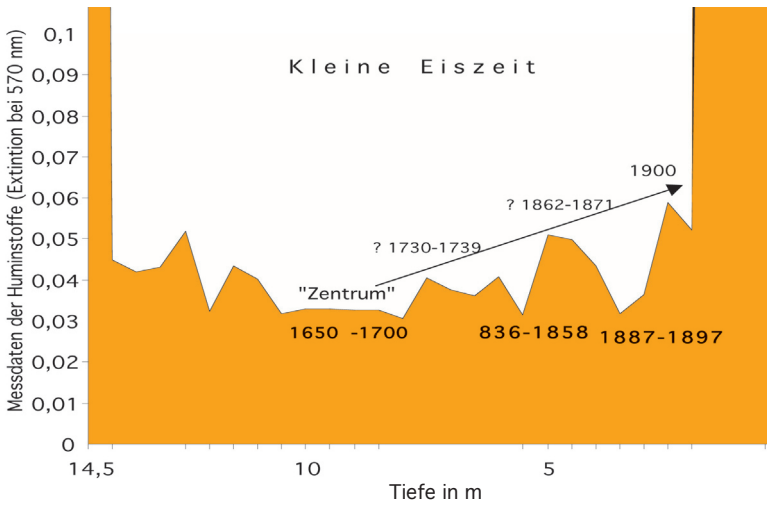


Abb. 12:
Klimadiagramm
der Kleinen Eiszeit
auf der Basis über-
lieferter löslicher
Huminstoffe in den
Sedimenten des
Seebachtales,
1273 m SH
(Hohe Tauern).

stabilisiert. Das sind gute Voraussetzungen für eine dauerhafte, horizontgebundene Erhaltung der Huminstoffe, welche auf diese Weise wichtige paläoklimatologische Informationen überliefern (FRITZ 2006).

Im Gegensatz zum Pollen, dessen Schwankungen nicht immer als Folge klimatischer Einflüsse aufzufassen sind, sind Huminstoffe, wie bereits erwähnt, abhängig vom Klima, sodass ihnen eine höhere Klimakompetenz einzuräumen ist. Die auftretenden (löslichen) Huminstoffe sind zudem durch Extinktion alkalischer Lösungen messbar und ergeben Messkurven, die mit instrumentellen Temperaturaufzeichnungen vergleichbar sind. Die Messwerte liefern sehr präzise Zahlenwerte, welche im vorliegenden Fall auf fünf Dezimalstellen genau vorliegen. Geeignete Sedimente, wie die Seesedimente im Seebachtal gestatten die Erstellung klimatologisch besonders wünschenswerter homogener, kontinuierlicher Langzeitprofile. Diese erlauben den Ablauf des Klimas über einen längeren Zeitraum zu verfolgen und bei enger Wahl der Probenabstände sowie bei geeigneter Skalierung ist es möglich Klimatrends in feiner Abstufung zu erfassen.

Zeitkorrigiertes Huminstoff-Diagramm (Abb. 11)

Die Auswertung der postglazialen Sedimentablagerung im Seebachtal anhand radiometrischer Altersbestimmungen macht klar, dass das Huminstoff-Diagramm in Abb. 10 zeitlich stark verzerrt ist. Die Verzerrung geht auf nicht unerheblich schwankende Sedimentationsleistungen des Seebaches zurück, was von vornherein nicht absehbar war. So enthalten die untersten 16 m des postglazialen Sedimentpaketes die Klimageschichte von mehr als 6000 Jahren. Die Erstellung eines zeitkorrigierten Huminstoff-Diagramms ist daher wünschenswert und ist deshalb möglich, da mehrere Radiokarbondatierungen vorliegen, deren Positionen im Diagramm durch Punkte (A bis I) gekennzeichnet sind. Verwendet wurden die kalibrierten Alter, und zwar jene alternativen Daten, welche prozentmäßig gesehen als die wahrscheinlicheren anzunehmen sind. Für die letzten zweitausend Jahre der Klimageschichte wurden zudem ergänzend Zeitangaben aus der Klima- und Siedlungsgeschichte herangezogen.

Probennummer	Tiefe	Radiokohlenstoffalter	Kalibriertes Alter
VERA-1624	A (-55,10/-55,25 m)	9365 ± 35 a BP	8740–(92,5 %) 8530 v. Chr.
VERA-1743	B (-54,70 m)	9230 ± 80 a BP	8350–9090 v. Chr.
VERA-1623	C (-54,10 m)	7935 ± 30 a BP	7040–(95,4 %) 6680 v. Chr.
VERA-1622	D (-52,40 m)	6590 ± 30 a BP	5560–(74,9 %) 5470 v. Chr.
VERA-21	E (-51/-51,20 m)	5785 ± 35 a BP	4720–(92,5 %) 4540 v. Chr.
VERA-1742	F (-48,70 m)	4920 ± 60 a BP	3770–365 v. Chr.
VERA-1619	G (-46,05/-46,15 m)	4065 ± 25 a BP	2670–(88,8 %) 2490 v. Chr.
ETH-23222	H (-32,30 m)	2150 ± 55 a BP	265–40 v. Chr.
ETH-23703	I (-1,20/-1,25 m)	85 ± 4 a BP	1804–1937 n. Chr.

Kurzer Abriss der postglazialen Klimaentwicklung im Seebachtal der Hohen Tauern

Die Einsichten in das Klima und dessen Veränderungen, welche sich aus dem Verhalten der Pollentypen als Klimazeugen und ergänzend aus dem zeitkorrigierten Huminstoff-Diagramm ergeben, ermöglichen für das Seebachtal folgende Rekonstruktion der postglazialen Klimageschichte:

Das Postglazial im Seebachtal begann in den ersten Jahrhunderten zunächst nur zögernd mit einer leichten Erwärmung, welche in der Tiefe von -59 m sowohl aus dem Anstieg des Ulmen- und Lindenpollens als auch der Huminstoffe erkennbar ist. Im Anschluss an einen ersten schwachen Klimarückschlag setzte noch während des beginnenden 11ten Jahrtausends unvermittelt bei -57 m jene intensive Erwärmung ein, welche zur Einwanderung und Ausbreitung der wärmeliebenden Gehölze führte. Diese Erwärmung leitete für mehrere tausend Jahre eine Periode besonderer Klimagunst ein, die allerdings immer wieder von Abkühlungsphasen unterbrochen wurde. Bis zum Erreichen des ersten klimatischen Höhepunktes im 7ten Jahrtausend v. H. bei -50 m wurden diese Abkühlungsphasen, welche der Autor bereits 2001 aus der Entwicklung des obermontanen Fichten-Lärchenwalds heraus ableitete, von Mal zu Mal schwächer und sind vermutlich aufgrund glazialgeologischer Überlegungen der Schlaten-, Venediger- und Frosnitz-Kaltphase zuzuordnen (LANG 1994: 238–339). Mit dem Überschreiten des 1. klimatischen Höhepunktes, welcher sich im Huminstoff-Diagramm als besonders steil aufragender Huminstoffgipfel repräsentiert, setzte eine Rückläufigkeit der Klimaentwicklung ein. Doch die Schwankungen im Klimaablauf setzten sich auch in dieser Phase fort und traten als unterschiedlich starke Erwärmungsphasen in Erscheinung. Um die Mitte des 5ten Jahrtausends kam es in diesem Zusammenhang nochmals zu einer ungewöhnlich hohen Erwärmung, welche jenen Abschnitt des Postglazials beendete, der allgemein als postglaziales Klimaoptimum bezeichnet wird. Der klimatische Niedergang, der ab jetzt verstärkt einsetzte und zu einer weltweiten Aktivierung der Gletschertätigkeit führte, ist im zeitkorrigierten Huminstoff-Diagramm etwa ab dem 4ten Jahrtausend v. H. aus dem stufenweisen Abstieg der Huminstoffkurve auf ein niedrigeres Niveau deutlich erkennbar. Die Zeit der einsetzenden Klimaverschlechterung im Postglazial wird vor allem in der anglo-amerikanischen Literatur als „Neoglazial“ bezeichnet. Ein Terminus, der zweifellos im Sinne von „eiszeitlich“ irreführend ist, doch unmissverständlich darauf hinweist, dass das Klimaregime sich

etwa ab dem 5ten Jahrtausend v. H. nachhaltig umzustellen begann. Die Unbeständigkeit des Klimas im Wechsel von positiven und negativen Schwankungen (Optima und Pessima der letzten dreitausend Jahre) setzte sich weiterhin fort und gipfelt offensichtlich im Phänomen des gegenwärtigen Klimawandels (neuzeitliches Klimaoptimum).

Die Klimaverschlechterung der Kleinen Eiszeit (Abb. 12)

Will man verstehen, was sich in der Gegenwart klimatisch vollzieht, so ist der Blick zurück in die Klimageschichte des Postglazials, wie wir das oben getan haben, eine unabdingbare Voraussetzung. Allein schon die zahlreich nachweisbaren Erwärmungs- und Abkühlungsphasen verdeutlichen das Faktum, dass es in der natürlichen Klimaentwicklung keinen Stillstand, also keine Klimakonstanz, gibt und daher auch in der näheren und weiteren Zukunft mit natürlichen Schwankungen des Klimas zu rechnen ist – unabhängig vom Klimafaktor „Mensch.“

Die Kleine Eiszeit kann im Hinblick auf die Huminstoffüberlieferung insofern zusätzlich zum Verständnis des gegenwärtigen Klimawandels etwas beitragen, als wir sehen, dass die Tendenz zur Wiedererwärmung bereits um das Jahr 1700 n. Chr. einsetzte und nicht erst, wie vielfach angenommen, um 1860 mit dem Beginn der industriellen Revolution.

Die Kleine Eiszeit hebt sich im Huminstoff-Diagramm des Seebachtales von -14 bis -2 m ab. Nach dem Kurvenverlauf der Huminstoffe kann diese Klimaphase in drei Abschnitte geteilt werden:

Phase abnehmender Tendenz der Klimaentwicklung

Die Temperaturentwicklung mit abnehmender Tendenz hin zur Kleinen Eiszeit beginnt in der Sedimentüberlieferung bei -14,50 m, läuft in Stufen ab und geht bei -10,50 m in die Phase annähernd konsolidierter, besonders tiefer Temperatur über.

Aus dieser Periode stammt der Fund eines ca. 2,5 m langen Zirbenbaumstammes aus dem Margaritzenboden unmittelbar im Vorfeld der Pasterze. Nach der Jahrringdatierung wurde der erste Jahrring 1268 n. Chr. (das entspricht etwa dem Ende des mittelalterlichen Optimums), der letzte Jahrring 1595 n. Chr. (das entspricht dem Beginn des „Zentrums“ der Kleinen Eiszeit) gebildet. Der Baumstamm wurde von der vorrückenden Pasterze überfahren, aber nur wenig weit talwärts transportiert. Das bedeutet, dass es bis zu Beginn des klimatischen Tiefpunktes, dem „Zentrum“ der Kleinen Eiszeit, in einer Seehöhe von knapp über 2000 m noch Baumbestände gab, die schließlich dem vorrückenden Gletscher zum Opfer fielen.

Phase tiefer, weitgehend konsolidierter Temperaturverhältnisse

Die Phase tiefer, weitgehend konsolidierter Temperaturverhältnisse ist im Sedimentprofil von -10,5 bis -8 m anzusetzen und umfasst etwa den Zeitraum von 1650 bis 1700 n. Chr. Sie wird in der klimatologischen Literatur gelegentlich auch als „Zentrum“ der Kleinen Eiszeit bezeichnet und dürfte nach der Huminstoffüberlieferung ihren absoluten Tiefpunkt knapp vor ihrem Ende erreicht haben. Der extrem kalte Winter 1694 bis 1695 würde dem entsprechen.

Diese Periode gilt als die nachhaltigste Verschlechterung des Klimas seit mindestens 9.000 Jahren und die Vergletscherung in den Alpen erreichte zu diesem Zeitpunkt des Postglazials einen ersten Maximalstand der Pasterze (NICOLUSSI & PATZELT 2000).

Phase zunehmender Erwärmung

Die Periode zunehmender Tendenz der Erwärmung beginnt im Sedimentprofil des Seebachtales ab -8 m, läuft mit z. T. erheblichen Temperaturschwankungen ab und geht so gut wie nahtlos in das 19te Jahrhundert, in die Zeit des globalen Klimawandels, über. Die anfängliche Erwärmung erreichte sehr rasch in den Jahren 1730–1739 einen Höhepunkt, welcher bei -8 bis -7 m zu einem für die damaligen Verhältnisse ungewöhnlich starken Anstieg des Fichtenpollens führte (Abb. 8). In der Folgezeit kam es während des 19ten Jahrhunderts zweimal zu sehr markanten Klimarückschlägen, welche in der Huminstoffüberlieferung deutlich hervortreten und nach der gemittelten Lufttemperaturaufzeichnung in Klagenfurt etwa den Zeiträumen 1830–1858 bzw. 1887–1897 zuzuordnen sind. Die Pasterze erreichte um die Mitte dieses Jahrhunderts einen zweiten neuzzeitlichen Hochstand. Mit der sehr kalten Periode von 1887–1897 bei -3,5 m im Huminstoff-Diagramm kann schließlich die Kälteperiode der Kleinen Eiszeit als beendet angenommen werden, und die nun neuerlich einsetzende Erwärmung strebt ab jetzt den klimatischen Höhepunkten des neuzzeitlichen Optimums im 20ten Jahrhundert entgegen.

Schlusswort

Wenn man sich die Klimageschichte des Seebachtales und die paläoklimatologischen Grundlagen, welche der Rekonstruktion zugrunde liegen, vergegenwärtigt, so spricht doch einiges dafür, dass die erdweite Klimaerwärmung im 20ten Jahrhundert als ein dem natürlichen Rhythmus der Klimaschwankungen entsprechendes Phänomen ähnlich dem des mittelalterlichen und römischerzeitlichen Optimums darstellt. Eine Annahme, die selbst von führenden Klimatologen nicht gänzlich ausgeschlossen wird. Als natürliche Klimaschwankung ist damit zu rechnen, dass zumindest die Spitzenwerte der Erwärmung alsbald von selbst wieder abklingen und nicht über die ganze Dauer eines derartigen Klimaoptimums zum Tragen kommen.

LITERATUR:

- DRESCHER-SCHNEIDER, R. (2000): Die Vegetations- und Klimaentwicklung im Riss/Würm-Interglazial und im Früh- und Mittelwürm in der Umgebung von Mondsee. Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchungen. – In: HUSEN D. v. (Hrsg.): Klimaentwicklung im Riss/Würm Interglazial (Eem) und Frühwürm in den Ostalpen. – Mitt. d. Kommission für Quartärforschung der Österr. Akad. d. Wiss., Band 12, Wien.
- FRITZ, A. & F. H. UČIK (2001): Klimageschichte der Hohen Tauern. – Wiss. Mitt., Nationalpark Hohe Tauern, Sonderband 3, Großkirchheim.
- FRITZ, A. (2006): Lösliche Huminstoffe als Klimazeuge (Eine methodische Studie). – Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., 148 Jg., Wien.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- NICOLUSSI, K. & G. PATZELT (2000): Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner (Ostalpen). – Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- WALTER, H. & H. STRAKA (1970): Arealkunde, Floristisch-historische Geobotanik. – Verlag Eugen Ulmer.
- WEGMÜLLER, S. (1992): Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes. – Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof.
Dr. Adolf Fritz
Koschatstraße 99
A-9020 Klagenfurt