

Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde.	Band 11	S. 19-26	Obergurgl Innsbruck, Juli 1970
---------------------------------------	---------	----------	-----------------------------------

WALDGRENZ- UND KLIMASCHWANKUNGEN IM POLLENANALYTISCHEN BILD DES GURGLER ROTMOOSES

von

S. BORTENSCHLAGER*

Z u s a m m e n f a s s u n g : Die pollenanalytische Untersuchung des Rotmooses in Verbindung mit C-14 Daten hat ergeben, daß die organogenen Sedimente nachwärmezeitliche Bildungen sind. Ein Gletschervorstoß um 2500 v. Chr. konnte mit Hilfe der C-14 Daten eingegrenzt und mit anderen Fundstellen parallelisiert werden. Weitere pollenanalytisch festgestellte Gletscher- und auch Waldgrenzschwankungen konnten festgestellt, müssen aber noch genau datiert und parallelisiert werden.

Einleitung:

Die erste Beschreibung des Gurgler Rotmooses stammt aus dem vorigen Jahrhundert von A. KERNER (1863), den der damalige Pfarrer von Obergurgl Kurat TRIENTL (1860), der selbst verschiedenste naturkundliche Beobachtungen aufzeichnete, auf die Einmaligkeit dieses Objektes aufmerksam gemacht hat. Trientl war auch der Initiator des Torfstiches bei der Schönwies-Hütte, der lange Zeit Brennmaterial für Obergurgl lieferte. Seit 1945 ist dieses Moor häufig von Gästen der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl der Universität Innsbruck besucht und von manchen in verschiedener Richtung vorläufig bearbeitet worden (GAMS 1953, 1958, 1962, 1963; HANKE 1935; PALMER u. MILLER 1961; SARNTHEIN 1936). Pollenanalytisch wurde das Rotmoos erstmals von SARNTHEIN (1936) untersucht, der 17 von Hanke aus einem natürlichen Aufschluß gesammelte Proben bearbeitet hat. Eine weitere vorläufige, nicht abgeschlossene pollenanalytische Bearbeitung des Moores bei der Schönwies-Hütte stammt von SITTE u. LÜRZER, die von GAMS (1963) veröffentlicht worden ist. Quartärgeologisch wurde das Moor und vor allem das Rotmoostal von HANKE (1935) ausgedeutet. Über die Vegetation des Moores ist bisher wenig veröffentlicht worden, und die besten Aufzeich-

* Anschrift des Verfassers: Dr. Sigmar BORTENSCHLAGER, Institut für Botanische Systematik und Geobotanik, Sternwartestraße 15, A 6020 Innsbruck/Österreich.

nungen stammen noch immer von KERNER (1863), die von GAMS (1962, 1963) ergänzt wurden. Die Arbeit von PALMER u. MILLER (1961) war, was die Floristik anlangt, kein Fortschritt. Das taleinwärts anschließende Gletschervorfeld des Rotmoosferner ist in Bezug auf höhere Vegetation mustergültig von JOCHIMSEN (1962, 1963, 1970) und in Bezug auf die Pilze von HORAK (1960) bearbeitet worden.

Lage und Typ des Moores

Der Hauptteil des Rotmooses liegt als ebene Fläche am orographisch rechten Ufer der Rotmoos-Ache in einer Höhe von 2250–2300 m und erreicht gegen das talaußwärtige Ende die größte Breite mit ca. 150 m. Die Länge des Moores beträgt nicht ganz 2 km, wobei fast 1,5 km durch die Rotmoos-Ache angeschnitten und aufgeschlossen sind. Die Mächtigkeit der Sedimente – Torf in Wechsellagerung mit Ton und Sand – übersteigt im gesamten Aufschluß nicht 3 m, und die von KERNER in der Mitte des Moores angenommene Mächtigkeit des Torfes von 2 Klaftern (380 cm) konnte noch an keiner Stelle bestätigt werden. Am linksseitigen Ufer der Rotmoos-Ache steigt ein kleinerer Teil des Moores noch bis zur Schönwies-Hütte auf eine Höhe von ca. 2320 m an.

Das Rotmoos ist ein typisches Beispiel eines periodisch überschütteten Gletschertalmooses, das nach GAMS (1958) dem Kuchelmoos-Typ angehört. Von GAMS wurde ursprünglich nach der Lokalität im Stubaital, der Name Hohe Moos-Typ eingeführt. Da aber das Kuchelmoos die Ausbildung typischer zeigt, wurde diese Revision von ihm (1958) durchgeführt. Diesem Typ gehört auch das von AARIO (1940) untersuchte Fernaumoos im Stubaital an. Die periodischen mineralischen Überschüttungen des Moores sind auf Überschwemmungen des Gletscherbaches zurückzuführen, die in Verbindung mit Gletschervorstößen stehen können, und stellen nicht, wie Hanke meinte, einen Beweis für eine ehemalige Seebildung und spätere Verlandung dar. Organogene Verlandung findet heute in solchen Höhen nicht mehr statt (GAMS, 1942). Solche periodisch überschütteten Moore liegen nach GAMS (1958, 1962) vor allem in einer Höhe von 2200–2400 m immer über der heutigen Waldgrenze. Während der postglazialen Wärmezeit aber lagen sie nach GAMS bestimmt innerhalb des subalpinen Nadelwaldes, sind also bestens für die Verfolgung von Waldgrenzschwankungen geeignet (GAMS, 1963).

Das Rotmoos ist heute fast zur Gänze von *Trichophorum caespitosum* var. *austriacum* bestanden. Dazwischen sind noch *Carex echinata*, *C. magellanica*, *C. fusca*, *C. inflata* und selten *C. bicolor* eingeschaltet. Stellenweise kommen noch häufiger *Nardus stricta*, *Eriophorum scheuchzeri*, *E. angustifolium*, *Juncus filiformis* und *J. triglumis* vor. Auf den nackten Torfschollen, die entlang des Aufschlusses abgebrochen sind, treten häufig *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoon*, *Linaria alpina*, *Epilobium fleischeri* und *Salix herbacea* auf.

Feld- und Laborarbeit

Aus dem natürlichen Aufschluß wurde mit Blechkassetten (8 x 8 x 50 cm) ein geschlossenes Profil von 267 cm Länge mit folgender Stratigraphie ausgestochen.

Stratigraphie des Rotmooses

0– 15	Stark zersetzter erdiger Cyperaceentorf
15– 21	Schwach zersetzter Cyperaceentorf
21– 28	Ton, stark durchwurzelt
28– 50	schwach zersetzter Cyperaceentorf
50– 67	stärker zersetzter Cyperaceentorf, Blattscheiden noch deutlich erhalten
67– 75	Ton, mehr oder weniger sandig, bis 10 mm, durchwurzelt
75– 91	Cyperaceentorf, mittel bis schwach zersetzt
91– 99	Ton, durchwurzelt
99–116	Cyperaceentorf, schwach zersetzt
116–122	Ton, fast nicht durchwurzelt
122–125	Sand bis 10 mm
125–136	Ton, fast nicht durchwurzelt
136–140	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden erhalten
140–142	Ton, stark durchwurzelt
142–147	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden erhalten
147–150	Ton, stark durchwurzelt
150–154	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden erhalten
154–162	Ton, stark durchwurzelt
162–168	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden erhalten
168–169	dünnes Tonband, stark durchwurzelt
169–173	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden kaum erhalten
173–174	dünnes Tonband, stark durchwurzelt
174–186	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Holzlage mit Ästen bis 2 cm Durchmesser
186–189	Ton, stark durchwurzelt
189–192	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden kaum erhalten
192–219	Ton, nicht bis kaum durchwurzelt
219–220	Cyperaceentorf, sehr stark zersetzt, Blattscheiden kaum erhalten
220–222	Ton, stark durchwurzelt
222–225	Cyperaceentorf, stark zersetzt, Blattscheiden kaum erhalten
225–243	Ton, mit Sand gemischt bis 10 mm
243–244	Cyperaceentorf, sehr stark zersetzt, Blattscheiden kaum erhalten
244–250	Ton mit Sand gemischt bis 15 mm
250	feines Torfband, 0,5 cm dick, sehr stark zersetzt, Blattscheiden nicht erhalten
250–265	Ton mit Sand gemischt bis 15 mm
265	Schotter, Moräne bis 15 cm Durchmesser

Die Kassetten wurden, mit Plastikfolie verschlossen, ins Labor gebracht. Gleichzeitig wurden aus der Stichwand auch Proben für die C-14 Datierung entnommen. Im Labor wurden die Torfproben nach dem Azetolyseverfahren aufgeschlossen, die tonigen und sandigen Proben wurden mit schwerer Flüssigkeit (Bromoform) behandelt, um den organischen vom anorganischen Teil zu trennen. Der organische Teil wurde anschließend ebenfalls azetolysiert. Bei der Berechnung des Profils wurden die Cyperaceen als Torfbildner ebenso wie die Sporen aus der Gesamtpollensumme ausgeschlossen und auf diese bezogen. BP und NBP zusammen sind 100 %. Das Kurvendiagramm umfaßt nur die 4 wichtigsten Baumpollentypen; im Schattenrißdiagramm wurden mehr oder weniger nach Erfahrung einzelne Pollentypen zu Vegetationseinheiten wie Zwergstrauchheide, Hochstaudenflur, alpine Rasen- und Pionierpflanzen zusammengefaßt. Da natürlich unter den einzelnen Pollentypen verschiedenste Arten subsummiert sind, kann es vorkommen, daß unter einem Typ vielleicht sich ausschließende Arten vertreten sind. Die Übertitel

dürfen also nicht zu streng ausgelegt werden. Streng angewendet kann aber ruhig der Ausdruck Fernflug werden.

Ergebnisse

Das Auffallendste ist die häufige Wechsellagerung von Ton und Torf, mit der die Kurve der Pollendichte völlig parallel geht. Im Ton sinkt die Pollendichte sehr stark ab, erreicht aber im Torf Werte bis 6000 PK pro Präparat. Größtenteils läuft auch die Cyperaceenkurve diesen beiden parallel.

An der Basis standen rostig gefärbte Schotter an, die mehr oder weniger ausgerichtet waren. Der Pollengehalt der untersten Proben war minimal, stieg aber in den sandigen Proben etwas an. In 250 cm Tiefe tritt das erste feine Torfband von weniger als 0,5 cm Dicke auf, das aber wiederum von Ton und Sand überlagert wird. Die erste mächtigere Torflage tritt in 243–244 cm auf, aus der das C-14 Datum VRI 156 3220 ± 100 v. Chr. stammt. Damit konnte der Beginn der organogenen Ablagerung im Rotmoos mit dem Ende des jüngeren Atlantikums fixiert werden. Torfwachstum war zu dieser Zeit noch nicht vorhanden, da der Gletscherbach das gesamte Vorfeld noch regelmäßig überschwemmte. Nur an günstigen Stellen in Buchten und kleinen Tümpeln konnten sich dünne Cyperaceentorflagen wie die erwähnte bilden. Es folgen wiederum sandig tonige Ablagerungen, auf die in 222–225 cm eine weitere Torflage folgt.

Aus dieser Torfschicht stammt das C-14 Datum VRI 157 2730 ± 100 v. Chr. Diese Torfschicht wird nochmals von einer dünnen Schicht Ton überlagert. Der Kurvenverlauf des Pollendiagramms ist bis 220 cm mehr oder weniger einheitlich. Die NBP erreichen selten 30 %, die Waldgrenze dürfte ungefähr in der Höhe des Moores gelegen sein, die Baumgrenze etwas höher. In diesem Abschnitt dominiert *Pinus*, es folgt *Picea* und *Alnus*. Dominanzwechsel findet nicht statt. Der Rotmoosgletscher hat sich weit zurückgezogen, und die NBP-Schwankungen sind auf Überschwemmungen durch den Gletscherbach zurückzuführen. Erst der Gletschervorstoß um 2500 v. Chr., dem die Tonablagerungen von 218–193 cm entsprechen, bringt eine markante Änderung im Pollendiagramm. Die NBP steigen bis auf 30 % und mehr an, *Pinus* sinkt ab und ein Dominanzwechsel zwischen *Alnus* und *Picea* findet statt. Durch den Gletschervorstoß wurde die Waldgrenze, die auch heute noch durch Zirben gebildet wird, weit unter das Moor herabgedrückt, auch der subalpine Fichtenwald wurde noch in Mitleidenschaft gezogen, während in der Umgebung des Moores *Alnus viridis*, die in 200 cm Tiefe ihren höchsten Wert mit 30 % erreicht, dominierte. *Salix* zeigt stark erhöhte Werte, ebenso einige Vertreter der Hochstaudenfluren, sowie auch einige Arten der alpinen Rasen und *Selaginella* und *Botrychium*. Die *Cyperaceen* haben in diesem Abschnitt verhältnismäßig niedere Werte, was seine Ursache in der raschen Tonablagerung haben dürfte. Das Ende des Gletschervorstoßes kann man in 190 cm Tiefe festlegen. Die Werte der NBP sinken auf unter 25 % ab, *Pinus* steigt wiederum auf über 40 % an. Der Wald tritt in der Umgebung des Moores wieder auf. Gleichzeitig damit steigen auch die *Cyperaceen*-Werte an. Das C-14-Datum aus der Tiefe 182–125 cm VRI 158 ergab das Alter 2390 ± 90 v. Chr. Dieses Datum grenzt einerseits den Gletschervorstoß von 2500 v. Chr. ein, liefert aber gleichzeitig die ungefähre Grenze zwischen Atlantikum und Subatlantikum.

Im Abschnitt 185–140 cm herrschte in der Umgebung des Rotmooses der Wald. Die Klimabedingungen waren äußerst günstig, was auch in den stark erhöhten Werten der Fernflugpollen seinen Ausdruck findet. In dieser Zeit begann auch die Bildung von organogenen Sedimenten. An der Basis dieser Schicht in ungefähr 175–185 cm Tiefe wurden zahlreiche Äste befunden, die von Dr. Hilscher bestimmt wurden.

Ergebnis der Bestimmung:

Bei dem vorliegenden fossilen Material handelt es sich um ein zerstreut-poriges Laubholz. Die Gefäße sind im Querschnitt in radialen Reihen meist zu zwei bis vier Gefäßen angeordnet und besitzen große Höftüpfel mit waagrechten Schlitzfenstern, sowie einfachen Durchbrechungen (Längsschnitt!). Spiralverdickungen fehlen. Danach könnte es sich sowohl um *Salix* und *Populus* wie auch um *Sambucus* handeln. Die Markstrahlen jedoch sind nur einreihig (auf dem Querschnitt nicht auszumachen, da das Material stark gequetscht ist, jedoch im Tangentialschnitt) und deshalb scheidet *Sambucus* aus. Die einreihigen Markstrahlen sind eher heterogen als homogen gebaut (liegende mittlere Zelle, stehende Kantenzelle); es dürfte sich also um *Salix* handeln. Die Annahme, daß es sich bei dem fossilen Material um *Acer* handle, hat sich nicht bestätigt, da bei *Acer* mehr- und einreihige Markstrahlen vorkommen und die Gefäße größtenteils spiralverdickt sind.

Es dürfte sich um die gleiche Holzlage handeln wie sie auch von HANKE, aber erst in 170 cm Tiefe, festgestellt wurde. Die damaligen Bestimmungen von E. HOFFMANN (SARNTHEIN, 1936) ergaben *Acer*. Wie bereits oben erwähnt, kann dieser Befund nicht mehr aufrecht erhalten werden, auch aus dem Pollenprofil ergeben sich für diese Deutung keinerlei Hinweise. Es dürften die damals häufigen Weiden – Werte bis 20 % in 225–195 cm Tiefe – durch den Gletschervorstoß abgestorben und anschließend vom Cyperaceentorf überwachsen worden sein. Diese wärmere Phase findet in ungefähr 135 cm ihren Abschluß. Die NBP nehmen bis auf 60 % zu, *Pinus* und *Picea* sinken sehr stark ab. Gleichzeitig gehen die *Cyperaceen* durch ein Minimum, auch die Pollendichte sinkt stark ab, bis auf weniger als 500 PK pro Präparat. *Alnus* zeigt stark erhöhte Werte und dominiert sowohl über *Pinus* als auch *Picea*. Es dürfte sich hier um den Gletschervorstoß um 1500 v. Chr. handeln, der aber erst durch C-14-Daten genau fixiert werden muß. Der Wald wurde aus der Umgebung des Moores verdrängt, zum Teil nahm die Grünerle seine Fläche ein, bzw. gedieh die Hochstaudenflur entlang der Rotmoos-Ache. Dies geht aus den stark erhöhten Werten von *Cirsium*, *Thalictrum*, *Ranunculus*, *Senecio*, der *Cariophyllaceen*, *Rumex* und der *Apiaceen* hervor. Gleichzeitig hat auch *Botrychium*, eine Pflanze der alpinen Rasen, ein Maximum. Die Fernflugpollen gehen durch ein Minimum, teilweise ist ihre Kurve unterbrochen. Dieser sehr markante Vorstoß, der mit Ton- und sogar mit Sandablagerungen verbunden ist, endet in 115 cm Tiefe. Es findet wieder der Dominanzwechsel zwischen *Pinus*, *Picea* und *Alnus* statt, die NBP sinken auf unter 20 % ab, die Fernflugpollen nehmen zu und die Vertreter der Hochstaudenflur sinken zur Bedeutungslosigkeit ab. Der Wald ist wieder in die Umgebung des Moores vorgedrungen, die Baumgrenze lag über dem Moor. Ähnlich wie beim Gletschervorstoß um 2500 v. Chr. in 195 cm Tiefe tritt auch hier in 110 cm Tiefe ein *Salix*-Maximum auf. Bei der Tonschicht von 91–99 cm zeichnet sich eventuell eine geringfügige Klimaänderung ab. Als Beweis dafür kann der Dominanzwechsel von *Picea* und *Alnus* in Verbindung mit einem *Salix*-Maximum und niedrig gewordener Pollendichte gelten. Der Wald wurde aber nicht aus der Umgebung des Moores verdrängt.

Es folgt wiederum eine günstigere Phase, die erst in 75 cm Tiefe beendet wird. Die von 75–67 cm reichenden tonig-sandigen Ablagerungen zeigen den Beginn einer ungünstigeren

Phase mit einem Gletschervorstoß an. Die NBP nehmen bis auf über 50 % zu, auch die Vertreter der Hochstaudenflur zeigen erhöhte Werte. Es findet wiederum der Dominanzwechsel *Alnus-Picea* statt. Die Werte von *Pinus* sinken bis auf unter 25 % ab. Auch der Fernflugpollen zeigt wie in früheren Kaltperioden niedrigere Werte. Welchem Gletschervorstoß diese Schwankung entspricht, muß erst durch C-14 Daten belegt werden. Der Lage im Diagramm entsprechend und Paralleluntersuchungen zufolge, könnte es sich um die bronzezeitliche Klimaverschlechterung handeln. Die Waldgrenze wurde unter das Moor herabgedrückt, die Baumgrenze lag ebenfalls unterhalb des Moores. Erst in 45–40 cm Tiefe setzten wieder bessere Bedingungen ein, der Wald dürfte das Moor wiederum erreicht haben. Das Tonband von 21–28 cm Tiefe mit stark erhöhten Birkenwerten entspricht nach der bisherigen Interpretation nicht einer Kaltperiode mit Gletschervorstoß. Es könnte sich um seitliche Einschwemmung handeln. Ab diesem Tonband treten auch die ersten Kulturzeiger, *Cerealia*, *Castanea* und *Junglans* auf. Zu Beginn sind es nur vereinzelte Werte, ab 17,5 cm bilden sie jedoch geschlossene Kurven. Auch die Lärche zeigt in den obersten Schichten erhöhte Werte. Die obersten Proben zeigen wiederum ein Zurückweichen des Waldes an; wie weit hier Klimaeinflüsse geltend zu machen sind, ist noch nicht geklärt, sicher aber tritt der menschliche Einfluß in Erscheinung.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchungen des Rotmooses in Verbindung mit C-14 Daten haben gezeigt, daß das Moorwachstum in 190 cm Tiefe erst im Subboreal eingesetzt hat. Wie lange es andauerte, konnte noch nicht festgestellt werden. Wärmezeitliche Ablagerungen wurden nicht gefunden, was aber nicht bedeutet, daß diese nicht vorhanden waren oder sind. Es könnte sich der im Großvenedigergebiet festgestellte Gletschervorstoß um ca. 4500 v. Chr. (BORTENSCHLAGER u. PATZELT, 1970) im Rotmoostal stärker ausgewirkt haben und der vorstoßende Gletscher hat die gesamten wärmezeitlichen und eventuell vorwärmezeitlichen Ablagerungen ausgeräumt oder begraben. Die mächtigen sandig-tonigen Ablagerungen im untersten Profilteil dürften fluviatil sein, erst nach der Aufschüttung anlässlich des Vorstoßes um 2500 v. Chr. war das Niveau hoch genug, daß mehr oder weniger ungestörtes Moorwachstum beginnen konnte. Die von SARNTHEIN (1936) getroffene Feststellung, daß der Wald bis weit über das Moor gereicht habe, konnte nur teilweise bestätigt werden. Seine Annahme war zum größten Teil auf der falschen Bestimmung der Holzreste gegründet. Daß das Moor in einer Buchen-Tannenzeit gebildet worden ist, stimmt wohl im weitesten Sinn, diese beiden Bäume haben aber im Gegensatz zu SARNTHEIN's Annahme das innere Gurglertal und das Rotmoos nicht erreicht. Auch die von GAMS (1963) veröffentlichten Ergebnisse von SITTE u. LÜRZER, konnten nicht völlig bestätigt werden. In ihrem Profil herrscht *Picea* fast zur Gänze, was im krassen Gegensatz zu SARNTHEIN's und diesen Untersuchungen steht. Auch *Juniperus*-Werte von über 50 % konnten, ebenso wie *Larix*-Werte von über 20 % nicht festgestellt werden. Da das Profil aber aus dem Moor bei der Schönwies-Hütte stammt, kann es nicht direkt verglichen werden, es scheint aber sehr unwahrscheinlich, daß zwei Profile, die kaum 500 m entfernt liegen, solche Unterschiede zeigen. Eine

Überprüfung ist im Gange. Abschließend kann festgestellt werden, daß der Torf des Gurgler Rotmooses zur Gänze eine nachwärmezeitliche Bildung ist und die Wechsellaagerung von Torf und Ton die Verfolgung von postglazialen Gletscherschwankungen ermöglicht. Bisher konnte in diesem Profil erst eine Gletscherschwankung mit C-14 Daten genau fixiert und mit anderen Ergebnissen verglichen werden. Die weiteren im Profil festgestellten Schwankungen können mit solchen aus dem Großvenedigergebiet, aus dem Stubaital und auch mit solchen aus Nordamerika parallelisiert werden, müssen dazu aber noch mit C-14 Daten genau eingegrenzt und soweit möglich, mit Moränen verknüpft werden.

Nachwort

Die Bearbeitung des Rotmooses wurde zum Teil an der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl der Universität Innsbruck, durchgeführt, die auch die nötigen Mittel sowohl für Gelände- als auch Laborarbeit beistellte. Die C-14 Daten wurden durch die Österr. Akademie der Wissenschaften, ermöglicht und von Dr. Felber am Institut für Radiumforschung und Kernphysik durchgeführt. Frau Dr. Hilscher (Institut für Allgemeine Botanik, Innsbruck) bestimmte die Holzreste. Für all diese Hilfe und Unterstützung sei an dieser Stelle aufrichtig gedankt.

Literaturverzeichnis

- AARIO, L. (1944): Ein nachwärmezeitlicher Gletschervorstoß in Oberfernau in den Stubai-er Alpen. *Acta Geographica*, 9 (2): 5–31.
- BORTENSCHLAGER, S. (1965): Funde afrikanischer Pollen in den Alpen. *Naturwissenschaften*, 52: 663–664.
- BORTENSCHLAGER, S. (1967): Pollenanalytische Ergebnisse einer Firnprofiluntersuchung am Kesselwandferner (3240 m, Ötztal, Tirol). *Grana Palynol.* 7: 259–274.
- BORTENSCHLAGER, S. (1969): Pollenanalyse von Gletschereis. *Umschau in Wissenschaft und Technik*, 7: 216.
- BORTENSCHLAGER, S. u. PATZELT, G. (1970): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270) der Venedigergruppe. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 20: 116–122.
- GAMS, H. (1937): Aus der Geschichte der Alpenwälder. *Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenver.*, 68: 157–170.
- GAMS, H. (1941): Torfhügelmoore in den Zentralalpen. *Aus der Heimat*, 54 (4/5): 60–66.
- GAMS, H. (1942): Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moorwachstums in den Alpen. *Abh. Nat. Ver. Bremen*, 32: 115–133.
- GAMS, H. (1947): Die Fortschritte der alpinen Moorforschung von 1932–1946. *Ö.B.Z.*, 94 (1/2): 235–264.
- GAMS, H. (1952): Das Meerträubel (*Ephedra*) und seine Ausbreitung in Europa. *Jahrb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. -tiere*, München, 17: 30–40.
- GAMS, H. (1953): Morphologische Gliederung der Alpenmoore. *Actes, 4, Congres International du Quaternaire*: 1–3.
- GAMS, H. (1957): Das Meerträubel in Tirol und im übrigen Europa. *Der Schlern*, 31: 477–478.
- GAMS, H. (1958): Die Alpenmoore. *Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. -tiere*, 23: 15–28.
- GAMS, H. (1962): Das Gurgler Rotmoos und seine Stellung innerhalb der Gebirgsmoore. *Veröff. Geobotan. Inst. Rübel, Zürich*, 37: 74–82.
- GAMS, H. (1963): Waldgrenzenverschiebung und Palynologie. *Grana Palynol.*, 4 (2): 292–301.
- HORAK, E. (1960): Die Pilzvegetation im Gletschervorfeld (2290–2350 m) des Rotmoosferner in den Ötztaler Alpen. *Nova Hedw.* 2 (4): 487–507.
- HANKE, H. (1935): Quartärgeologische Untersuchungen im Inneren Ötztal. *Jb. Geol. B.A.*, 85 (1/2): 191–223.

- JOCHIMSEN, M. (1962): Das Gletschervorfeld – keine Wüste. Jb. Österr. Alpenver., 87: 135–142.
- JOCHIMSEN, M. (1963): Vegetationsentwicklung im hochalpinen Neuland (Beobachtungen an Dauerflächen im Gletschervorfeld 1958–1962). Ber. Nat. Med. Ver. Ibk., 53: 109–123.
- JOCHIMSEN, M. (1970): Die Vegetationsentwicklung auf Moränenböden in Abhängigkeit von einigen Umweltfaktoren. Veröff. Univ. Ibk., 46, Alpin-Biol. Studien, II.
- KERNER, A. (1863): Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck.
- MAYR, F. (1964): Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Z. Geomorph., N.F., 8 (3): 257–285.
- PALMER, W. H. u. MILLER, A. K. (1961): Botanical evidence for the recession of a glacier. Oikos, 12 (1): 73–86.
- PATZELT, G. (1967): Die Gletscher der Venedigergruppe. Diss. Innsbruck 1967.
- TRIENTL, A. (1860): Gurgler Chronik.
- WELTEN, M. (1950): Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. Ber. Geobotan. Forsch.-Inst. Rübel, 1949: 48–57.
- WELTEN, M. (1950): Die Alpweiderodung im Pollendiagramm. Ber. Geobotan. Forsch.-Inst. Rübel, 1949: 57–67.
- WELTEN, M. (1958): Pollenanalytische Untersuchung alpiner Bodenprofile: Historische Entwicklung des Bodens und säkulare Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften. Veröff. Geobotan. Inst. Rübel, 33: 253–274.
- ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. Schweiz. Natfr. Ges., 83 (2): 45–156.
- ZOLLER, H. (1966): Postglaziale Gletscherbestände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. Verh. Naturfr. Basel, 77 (2): 97–164.

R i a s s u n t o : Lo studio palinologico del Rotmoos assieme a datazioni con C–14 ha dimostrato che i sedimenti organogeni si sono formati dopo la Wärmezeit. Una avanzata dei ghiacci verso il 2500 a. C. viene accertata. Ulteriori variazioni dei ghiacciai e del limite del bosco vengono messe in luce con il metodo palinologico.

S a d r Ź a j : Kolebanja klimatskih i šumskih granica u svijetlu polenanalize tresave Gurgler Rotmoos: Polenanaliza tresave Rotmoos u vezi datacije C–14 pokazala je, da su organogeni sedimenti tvorevine razdoblja poslije postglacialnog toplog doba. Pomoću metode C–14 uspjelo je ograničiti napredovanje glečera oko 2500 prije naše ere i paralelizirati ga sa drugim nalazištima. Moglo se ustanoviti polenanalizom i daljna kolebanja glečerskih i šumskih granica, koja treba još tačnije datirati i paralelizirati.

P o v z e t e k : Pelodne raziskave Rotmoos-a so v povezavi s podatki, dobljenimi z analizo C–14, pokazale, da so organogeni sedimenti nastali po toplem poledenodobnem obdobju. S pomočjo analize C–14 je bilo mogoče določiti ledeniški sunek v obdobju okrog leta 2500 pred našim štetjem in ga primerjati z drugimi nahajališči. Dalo se je ugotoviti tudi druga, s pelodno analizo dobljena nihanja ledenikov in gozdne meje, ki pa jih je treba se točno datirati in primerjati.