JAHRBUCH DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

Jb. Geol. B.-A. | ISSN 0016-7800 | Band 156 | Heft 1–4 | S. 97–107 | Wien, Dezember 2016

Das Bunte Moor in der Oberfernau (Stubaier Alpen, Tirol) – Eine neu bearbeitete Schlüsselstelle für die Kenntnis der nacheiszeitlichen Gletscherschwankungen der Ostalpen

Gernot Patzelt*

5 Abbildungen, 1 Tabelle

Österreichische Karte 1:50.000
BMN / UTM
174 Timmelsjoch / NL 32-06-04 Sölden

Stubaier Alpen
Buntes Moor
Gletscherschwankungen
Klimageschichte
Holozän

Inhalt

Zusammenfassung 97
Abstract 97
Einleitung 98
Forschungsgeschichtlicher Rückblick 99
Das neue Sedimentprofil 102
Das Pollenprofil 103
Das Bunte Moor im regionalen Vergleich 103
Schlussbemerkung 106
Dank 106
Literatur 106

Zusammenfassung

Das Bunte Moor in der Oberfernau im Stubaital ist eine forschungsgeschichtlich bedeutende Lokalität für die Kenntnis der holozänen Gletscher- und Klimaentwicklung. Es werden die bisher erarbeiteten Forschungsergebnisse zusammengefasst, kritisch betrachtet und ergänzt, sowie einem neu aufgenommenen Sedimentprofil gegenübergestellt. Das neue Profil deckt mit 19 ^{14}C-Datierungen das Holozän ab 8000 BC in guter zeitlicher Auflösung ab. Im jüngeren Abschnitt der holozänen Wärmezeit ist ab 6000 BC eine 80 cm messende Torflage entstanden, deren Wachstum um 2000 BC endet. Ab dieser Zeit weisen Einschwemmungen von glazialem Material auf mehrfach unterbrochene, große Gletscherstände des Fernauferners hin. Für den von Aario (1943) erstmals beschriebenen und von Mayr (1964) bestätigten Vorstoß des Fernauferners, der die neuzeitlichen Gletscherhochstände in der Länge um 125 m übertroffen hat, ergab das neue Profil keinen stratigrafischen Beleg. In der römerzeitlichen sowie in der hochmittelalterlichen Klimagunstphase weisen die entsprechenden Torflagen auf wärmere Klimaverhältnisse hin, bei denen der Gletscher eine deutlich geringere Ausdehnung gehabt haben musste, als zur Zeit des Gletschervorstoßes um 1920 AD.
Der regionale Vergleich mit den Ergebnissen aus ostalpinen Gebirgsgruppen zeigt gute Übereinstimmung mit den erfassten Verhältnissen im Bunten Moor.

The "Bunte Moor" bog in Oberfernau (Stubai Alps, Tyrol) – a revised key location for the knowledge of the postglacial glacier fluctuations in the Eastern Alps

Abstract

The "Bunte Moor" bog in Oberfernau (Stubai Valley, Tyrol) is a historically important research location for the knowledge of the Holocene glacier- and climate development. In this paper the previously developed research will be summarized, critically examined and supplemented, as well as compared with a newly recorded sediment profile. The Holocene from 8000 BC on is covered in good chronological resolution in the new profile by nineteen ^{14}C-datings. In the younger section of the interglacial

* Gernot Patzelt: Patscher Straße 20, 6080 Innsbruck-Igls. gernot.patzelt@uibk.ac.at

period of the Holocene from 6000 BC to around 2000 BC an 80 cm thick peat layer developed. Since then, evident input of glacially derived sediment indicates a phase of discontinuous large glacier extents of the "Fernauferner" glacier. There is no stratigraphic evidence within the new profile for a glacial advance of the "Fernauferner" surpassing the modern glacier maximum extent in length by 125 m as described by AARIO (1943) and later on confirmed by MAYR (1964). In the Roman and high-medieval period, the relevant peat layers reference to a warmer climate, where the glacier must have had a much lower extent than at the time of the glacier advance around 1920 AD.
The regional comparison with results from mountain ranges of the Eastern Alps shows a good correlation with the recorded setting in the "Bunte Moor" bog.

Einleitung

Die Endmoräne des Fernauferners im Talschluss des Stubaitales und das daran anschließende „Bunte Moor" (Abb. 1) sind Schlüsselstellen für die Erforschung der nacheiszeitlichen alpinen Gletscherentwicklung. Im südlichen Bereich des ehemaligen Zungenendes ist die von KINZL (1929: 103) erstmals genannte „Fernaumoräne" innerhalb des neuzeitlichen Moränenkomplexes deutlich abgesetzt erhalten. Im unmittelbar davor liegenden Bunten Moor (Abb. 2) hat AARIO (1943, 1944) erstmals die Pollenanalyse zur Erfassung von Gletscherschwankungen angewendet. Diese Arbeit ist nicht nur von den Ergebnissen, sondern auch von der Methodik her ein Markstein für die Erforschung der holozänen Gletscher- und Klimageschichte.

Die den Arbeiten von AARIO nachfolgenden Untersuchungen sind entweder methodisch nicht einwandfrei (MAYR, 1968) oder unvollständig publiziert (WEIRICH & BORTENSCHLAGER, 1980). In der vorliegenden Arbeit wird das Pollenprofil von WEIRICH mit den bisher nicht veröffentlichten Radiokarbondaten ergänzt. Dadurch wird es chronologisch vergleichbar mit dem Sedimentprofil, das im Zuge der vorliegenden Untersuchung aufgenommen und mit einer neuen Probenserie datiert wurde. Verbunden ist damit das Anliegen, diese wissenschaftshistorisch bedeutende Lokalität in Erinnerung zu rufen und aufzuwerten.

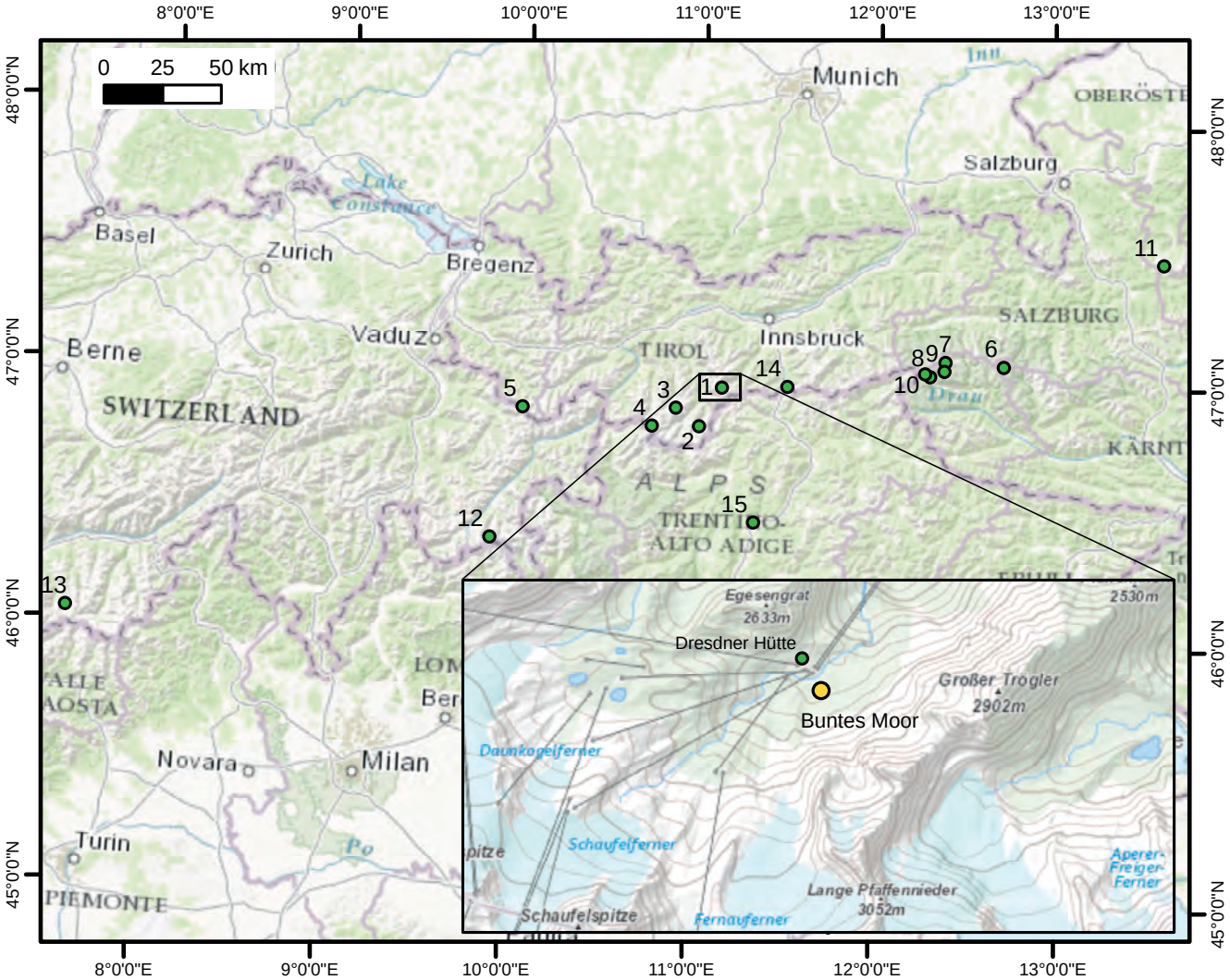


Abb. 1.
Lage des Bunten Moores (46°59'43" N, 11°08'31" E, 2.280 m) und des Fernauferners sowie der regionalen Vergleichslokalitäten.
1 Oberfernau, 2 Schönwieshütte, 3 Mittelbergferner, 4 Gepatschferner, 5 Kromertalmoränen, 6 Pasterze, 7 Schlatenkees, 8 Essener-Rostocker Hütte, 9 Zettalunitzkees, 10 Simonykees, 11 Hallstätter Gletscher, 12 Tschiervagletscher (Schweiz), 13 Mont Miné-Gletscher (Schweiz), 14 Brenner, 15 Bozen.
Datenquelle: ESRI World Topographic Map, Detailkarte: basemap.at

Forschungsgeschichtlicher Rückblick

Die Fernaumoräne hat KINZL (1929: 117) anhand morphologischer Kriterien einer Vorstoßperiode des 17. Jahrhunderts zugeschrieben. HEUBERGER & BESCHEL (1958) bestätigen diese Einschätzung und bestimmen für die Fernaumoräne mit Hilfe der neu entwickelten Flechtenmessmethode (Lichenometrie) eine Ablagerungszeit um 1680 AD. Die junge Bodenbildung eines alpinen Rankers auf der Moräne weist, wie dies auch MAYR (1964: 266) feststellt, ebenfalls auf neuzeitliches Alter hin. Eine neue Untersuchung der glazialen Ablagerungen in diesem Bereich ist jedoch noch nicht erfolgt.

Für die pollenanalytische Arbeit von AARIO (1944) war eine entsprechende feinstratigrafische Aufnahme der Sedimente des Moorprofiles notwendig. Als bedeutendstes Ergebnis ist dabei eine Störung der Moorstratigrafie festgestellt worden. Ein vorgefundenes Torfpaket war teilweise erodiert und durch Grobschotter überlagert. Der Schotter wurde als glazigenes Sediment angesprochen. Eine entsprechende Moräne konnte zwar nicht festgestellt werden, jedoch wurde aus der Situation ein Gletscherhochstand abgeleitet, der rund 125 m über die neuzeitliche Gletscherausdehnung hinausreichte.

Dieser Schichtkomplex ist von ca. 2 m ungestörten, lehmig-sandigen Sedimenten und Torfbändern überlagert, womit für den Gletscherhochstand ein deutlich vorneuzeitliches Alter erschlossen und mit Hilfe der Pollenanalyse auf die subatlantische Periode und eine Zeit zwischen 600 vor und Christi Geburt festgelegt wurde. Die inzwischen vorgenommenen Radiokarbondatierungen ergaben dafür einen Zeitraum um 1500 BC (siehe unten).

Weiterführende Untersuchungen im Bunten Moor hat MAYR (1964, 1968) mit umfangreichen Geländearbeiten in den Jahren 1961 bis 1963 durchgeführt. Durch Grabungen wurden zahlreiche Sedimentprofile erschlossen und damit eine neue chronostratigrafische Gliederung erarbeitet, vorerst noch ohne Radiokarbondatierungen. Als wichtigstes Ergebnis erscheint, dass durch Aufschlusserweiterung die Moräne zum von AARIO (1944) postulierten Gletscherhochstand gefunden und dieser somit bestätigt wurde (MAYR, 1964: Taf. 4). Sie wird als „Moorstauchmoräne“ bezeichnet und stratigrafisch der Fichten-Tannenzeit des Subboreals zugeordnet.

Der neu erschlossenen Stratigrafie des Moores hat MAYR (1964) das Pollenprofil von AARIO (1944) angepasst. Dabei ist das 370 cm messende Pollenprofil von AARIO ohne ergänzende Analyse um 110 cm auf 480 cm Profilhöhe gestreckt worden. Diese Vorgangsweise erscheint unzulässig und führt zu Diskrepanzen mit den nachfolgenden Profilaufnahmen und Analysen (siehe unten).

Das Profil hat MAYR (1968) mit überarbeiteter Stratigrafie und den sieben ersten, inzwischen gemessenen Radiokarbondaten nochmals publiziert. Die Daten mussten

Abb. 2.
Das Vorfeld des Fernauferners mit erhaltenen Seiten- und Endmoränen (rechte Bildhälfte) und das Bunte Moor (grüne Fläche, linke untere Bildhälfte) mit der Felsumrahmung. Entnahmestelle des neuen Sedimentprofiles markiert (Pfeil). Aufnahme: 27.07.2009.

nachträglich von Seiten des Labors um +230 ± 30 Jahre korrigiert werden (FELBER, 1969: 114). Diese Korrekturen konnten von MAYR (1968) in der für die INQUA 1965 in Boulder, USA, vorgelegten Publikation nicht mehr berücksichtigt werden.

In der nachfolgenden Arbeit von WEIRICH & BORTENSCHLAGER (1980) sind jedoch die korrigierten Daten verwendet worden (Tab. 1). Sie zeigen im oberen, überwiegend anorganischen Profilabschnitt innerhalb der großen Standardabweichungen Übereinstimmung, im unteren Torfabschnitt jedoch deutliche Abweichungen von den inzwischen neu durchgeführten Datierungen. Diese Unstimmigkeiten konnten nicht geklärt werden.

Die von WEIRICH in den Jahren 1974 bis 1976 durchgeführte Pollenanalyse des Moorprofiles wurde nach deren unerwarteten Ausscheiden von BORTENSCHLAGER fertiggestellt und publiziert (WEIRICH & BORTENSCHLAGER, 1980). Zur Zeit der Profilaufnahme von WEIRICH war die Erosionswand des Moores gegenüber den Arbeiten AARIO und MAYR zurückverlegt und verstürzt, die ursprünglichen Aufschlussverhältnisse zeigten sich schon damals stark verändert. Das neu aufgenommene Profil entsprach mit 385 cm gut der Mächtigkeit des Profiles von AARIO (1944) (370 cm) und nicht der von MAYR (1964) (480 cm).

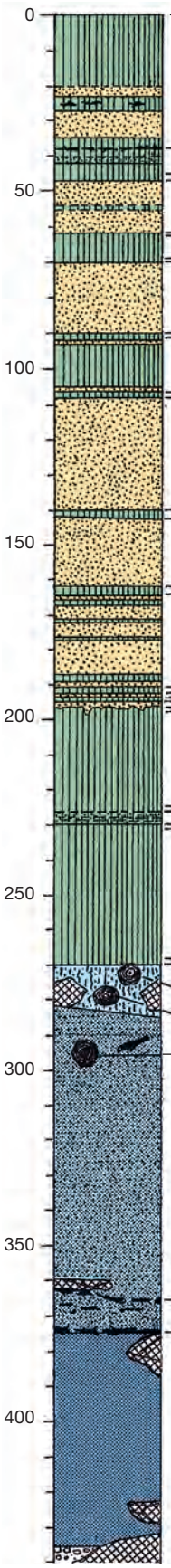
Das Pollenprofil erfüllt mit der artenreichen Aufschlüsselung sowie in der Darstellung einen modernen Standard. Es kann mit Hilfe der Sedimentstratigrafie mit dem Profil von AARIO (1944) parallelisiert werden, wodurch der unterschiedliche Analysestandard überbrückt wird.

Für die 1980 erschienene Arbeit von WEIRICH und BORTENSCHLAGER wurden die sieben Radiokarbondatierungen aus dem nicht mehr zugänglichen Profil von MAYR (1968) übertragen. Nicht verwendet wurden die gezielt für das Pollenprofil entnommenen und 1976 gemessenen neun zusätzlichen Daten. Die beiden Basisdaten von MAYR (VRI-8 und VRI-9) konnten schon von WEIRICH & BORTENSCHLAGER (1980) nicht eindeutig zugeordnet werden, eine Unstimmigkeit, die mit der aktuellen Datenserie bestätigt wird. Die aufgezeigten Diskrepanzen ließen es sinnvoll erscheinen, das Moorprofil neu zu bearbeiten. Die Ergebnisse dieser Bemühung werden nachstehend mitgeteilt.

Proben Nr.	Profiltiefe cm	Labor Nr.	con. ^{14}C BP	calib. ^{14}C BC (2δ)
MAYR, 1968 (mit + 238 ± 80 a korrigiert)				
		VRI-11	1890 ± 120	200 BC–400 AD
		VRI-15	2280 ± 110	800 BC–50 BC
		VRI-14	2640 ± 110	1050 BC–400 BC
		VRI-13	2820 ± 120	1400 BC–750 BC
		VRI-10	3150 ± 120	1700 BC–1050 BC
		VRI-9	6220 ± 150	5500 BC–4800 BC
		VRI-8	6220 ± 110	5500 BC–4850 BC
WEIRICH & BORTENSCHLAGER, 1980 (Datenserie ergänzt)				
	18	VRI-460	220 ± 70	1490 AD–1950 AD
	34	VRI-459	530 ± 70	1280 AD–1490 AD
	46	VRI-458	450 ± 70	1320 AD–1640 AD
	74	VRI-457	1010 ± 80	860 AD–1220 AD
	74	VRI-457W	1270 ± 70	640 AD–950 AD
	75	VRI-526W	1200 ± 150	550 AD–1200 AD
	85	VRI-556	620 ± 80	1260 AD–1440 AD
	105	VRI-527	1940 ± 150	400 BC–400 AD
	280	VRI-530	3150 ± 80	1620 BC–1220 BC
	305	VRI-531	3490 ± 80	2030 BC–1620 BC
	350	VRI-532	5590 ± 110	4710 BC–4230 BC
Profil 1 der vorliegenden Arbeit				
BM- 1	38	VERA-4507	795 ± 35	1160 AD–1280 AD
BM-2a	47	VERA-4506A	1035 ± 35	890 AD–1120 AD
BM-2b	47	VERA-4506B	755 ± 35	1215 AD–1295 AD
BM-3	62	VERA-4505	1080 ± 40	880 AD–1030 AD
BM-4	70	VERA-4504	1420 ± 35	570 AD–665 AD
BM-5	91	VERA-4503	1710 ± 35	240 AD–410 AD
BM-6	105	VERA-4502	2310 ± 35	430 BC–200 BC
BM-7	142	VERA-4501	2460 ± 35	760 BC–410 BC
BM-8	160	VERA-4965	2655 ± 40	910 BC–780 BC
BM-10	192	VERA-4966	3015 ± 45	1400 BC–1120 BC
BM-11	195	VERA-5481HS	3430 ± 35	1880 BC–1630 BC
BM-12	197	VERA-5223	3690 ± 40	2200 BC–1950 BC
BM-12	197	VERA-5223HS	3805 ± 30	2350 BC–2130 BC
BM-13	225	VERA-5482HS	5170 ± 40	4050 BC–3810 BC
BM-14	231	VERA-5483HS	5460 ± 40	4370 BC–4230 BC
BM-15	270	VERA-4967	6990 ± 50	5990 BC–5750 BC
BM-16	273	VERA-5605	7635 ± 35	6570 BC–6420 BC
BM-17	280	VERA-5484	7645 ± 35	6590 BC–6430 BC
BM-18	365	VERA-5224	8375 ± 35	7530 BC–7350 BC
BM-19	385	VERA-5225	8805 ± 35	8180 BC–7730 BC

Tab. 1.
Radiokarbondaten aus dem Bunten Moor. Alle ^{14}C-Daten wurden mit Intcal 13 (REIMER et al., 2013; BRONK RAMSEY, 2005) kalibriert.

BUNTES MOOR, OBERFERNAU, 2.280 m



Proben Nr. BM-	Labor Nr. VERA-	^{14}C-Datum BP	cal. BC/AD 2δ		
				GHST Spätmittelalter–Neuzeit	NACHWÄRMEZEIT
1	4507	795±35	**1160–1280 AD**	Warmphase Hochmittelalter	
2	4506 A	1035±35	**890–1120 AD**	GVST Frühmittelalter 2	
3	4505	1080±40	**880–1030 AD**		
4	4504	1420±25	**570–665 AD**	GVST Frühmittelalter 1	
5	4503	1710±35	**240–410 AD**	Warmphase Römerzeit	
6	4502	2310±35	**430–200 BC**	GVST Hallstattzeit	
7	4501	2460±35	**760–410 BC**		
8	4965	2655±40	**910–780 BC**	GVST Hallstattzeit	
10	4966	3015±15	**1400–1120 BC**		
11	5481 HS	3430±35	**1880–1630 BC**	GVST Löbben	
12	5223	3690±40	**2200–1950 BC**		JÜNGERE WÄRMEZEIT
13	5482 HS	5170±40	**4050–3810 BC**	GVST Tschierva	
14	5483 HS	5460±40	**4370–4230 BC**		
15	4967	6990±50	**5990–5750 BC**		
16	5605	7635±35	**6570–6420 BC**	6200-Event	
17	5484	7645±35	**6590–6430 BC**	Lawine	
			JRA 6603–6514 BC		ÄLTERE POSTGLAZIALE
18	5824	8375±35	**7530–7350 BC**	Lawine	
19	5225	8802±35	**8160–7730 BC**	Lawine	
				GHST Schlaten	

Legende:

Torf, Sand, Feinsand/Schluff, Seeton, Stein, Holz

JRA Jahrringanalyse
GHST Gletscherhochstand
GVST Gletschervorstoßperiode

Abb. 3.
Stratigrafie, Radiokarbondaten und die Gliederung des Holozäns im neuen Sedimentprofil des Bunten Moores.

Das neue Sedimentprofil

Durch die technische Erschließung des Gebietes für den Skilauf wurden die Geländeverhältnisse im Bereich der Oberfernau stark verändert. Das Moränengelände wurde großflächig planiert und umgestaltet (Abb. 2). Durch einen Wasserleitungsgraben quer durch das Moor wurde die Stratigrafie gestört. Ein neu aufgeschütteter Damm an der Moorböschung schützt zwar vor weiterer Erosion, überdeckt jedoch zum Teil die Moorablagerungen. Die Lokalitäten der vorangegangenen Untersuchungen sind verschüttet und nicht mehr zugänglich. Nur das Moränengelände im südlichsten Abschnitt ist weitgehend unverändert erhalten geblieben.

Für die neue Profilaufnahme (Abb. 3) konnte durch Schachtgrabungen nordöstlich der alten Profilstellen eine ungestörte Schichtfolge von insgesamt 440 cm Mächtigkeit erschlossen werden. Die Torf- und anorganischen Sedimente der oberen 275 cm entsprechen den älteren Aufnahmen, die darunterliegenden Feinsand-Seetonlagen sind erstmals im Detail dargestellt. Ob an der Basis in 430 cm Profiltiefe anstehender Fels oder nur ein Felsblock erreicht wurde, ließ sich nicht eindeutig klären.

Dem neuen Profil wurden sorgfältig und exakt stratigrafisch festgelegt 19 Proben für die Radiokarbondatierungen entnommen. Diese wurden am VERA-Labor in Wien mit dem AMS-Verfahren bestimmt und mit den übrigen Daten

Buntes Moor, Oberfernau, 2.280 m: Stratigrafie und Pollendiagramm von 1974

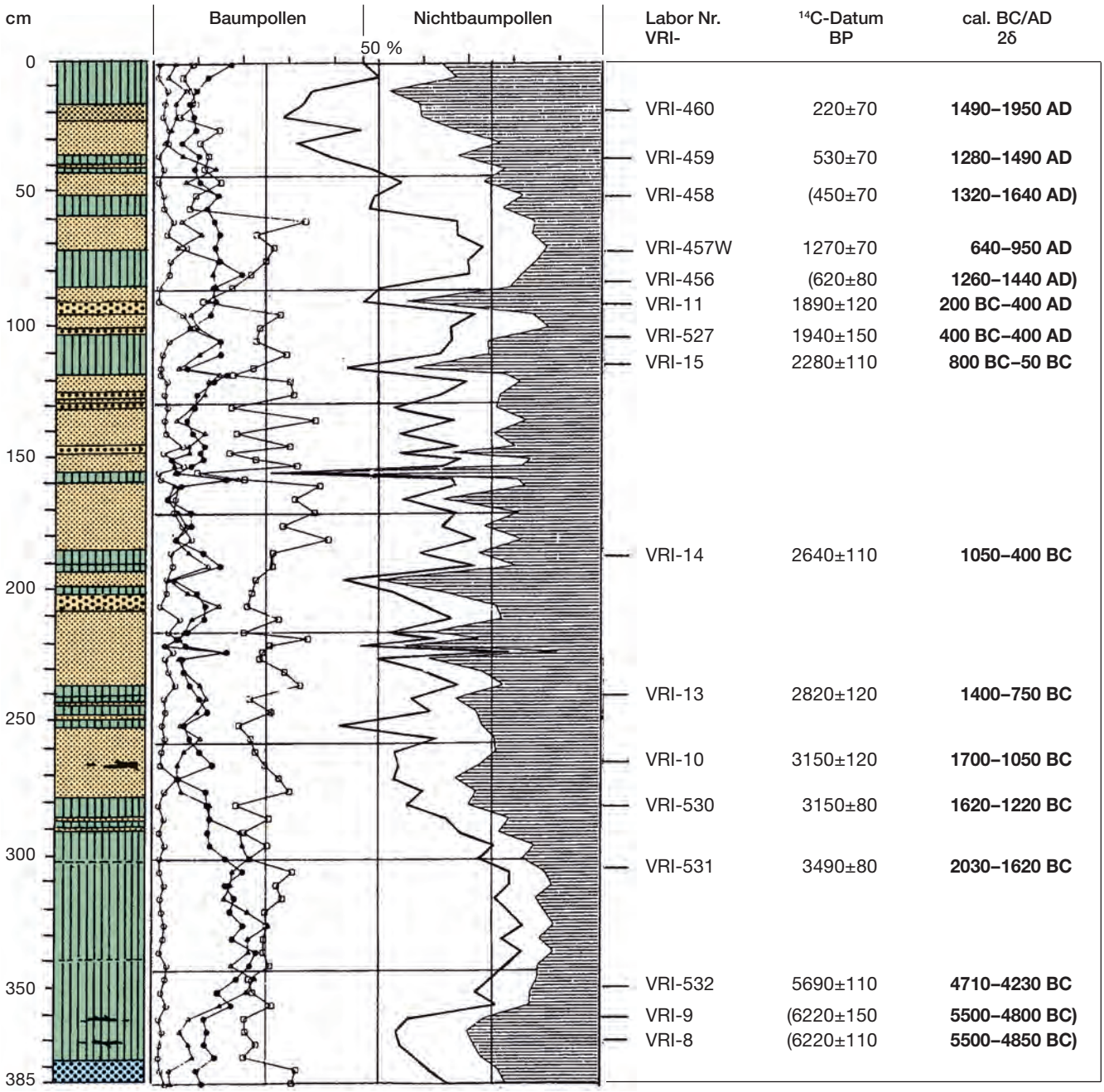


Abb. 4.
Stratigrafie, Hauptdiagramm und die Radiokarbondaten im Pollenprofil des Bunten Moores.

einheitlich nach Intcal 13 kalibriert (Tab. 1). Damit wurde eine deutlich präzisere zeitliche Festlegung der Sedimentationsabfolge erreicht. Die große Probendichte sollte auch eine bessere Beurteilung der vorangegangenen Datierungen ermöglichen und vor allem die Altersbestimmungen des Pollenprofils von WEIRICH & BORTENSCHLAGER (1980) kontrollieren und schärfer fassen.

Das Basisdatum der Datenserie liegt mit 8160–7730 BC (BM-19) am Beginn der Pollenzone V des Boreals und gibt ein Mindestalter für das Eisfreiwerden des Talbeckens, indem das Moor liegt. Die zersplitterten Ast- und Zweigreste werden, wie auch die der 10 cm darüber liegenden Probe BM-18 (7530–7350 BC), mit den eingelagerten Felsbruchstücken als Ablagerungen von Lawinen interpretiert, die gelegentlich auch heute noch aus der südlich aufragenden Felsflanke das Moor erreichen. Die folgende Sedimentation von 70 bis 75 cm Feinsand und Schluff mit einem eingeschlossenen, jahrringchronologisch datierten Baumstamm (6603–6514 BC) in 295 cm Profiltiefe endet mit einer gestörten, steindurchsetzten Sandlage. Zwei Baumholzproben aus dieser Schicht ergaben ein übereinstimmendes Alter von 6590–6430 BC (BM-17) und 6570–6420 BC (BM-16). Es wird damit wiederum ein Lawinenereignis erfasst. Den Daten zufolge liegt zwischen den Proben BM-16 und BM-15 ein 500 bis 600 Jahre andauernder Hiatus, der Wachstumsstillstand und/oder Erosion anzeigt.

Mit der Probe BM-15 (5990–5750 BC) ist der Beginn des Torfwachstums im Moor festgelegt, das durch eine schluffreiche Einschwemmung zwischen 4370–4230 BC (BM-14) und 4050–3810 BC (BM-13) nicht unterbrochen, bis 2200–1950 BC (BM-12) andauert. Diese Torfbildung umfasst den jüngeren Abschnitt der holozänen Wärmezeit, die mit Ausnahme der Einschwemmung in 230 cm Profiltiefe durchgehend auf geringe Gletscherausdehnung hinweist.

Die Torfbildung endet mit einer glazialen Einschwemmung zwischen 2200 BC und 1950 BC (BM-12) sowie 1880 BC und 1630 BC (BM-11). Es folgt von 1400–1120 BC (BM-10) bis 430–200 BC (BM-6) eine Folge von dünnen Torfbändern und zunehmend mächtiger werdenden glazigenen Sandlagen, die eine Zeit großer Gletscherstände anzeigen. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten im Gletschervorfeld des Fernauferners muss die Ausdehnung des Gletschers dabei jeweils ein Ausmaß erreicht haben, die jene des Vorstoßes von 1920 AD übertraf. Bei geringerer Ausdehnung als 1920 AD konnte in diesem Zungenbereich kein Abfluss und im untersuchten Profil des Moores keine glaziale Einschwemmung erfolgen.

Das Pollendiagramm (Abb. 4) zeigt ab dieser Zeit mit VRI-530 (3150 ± 80 BP, cal. 1620–1220 BC) bis VRI-15 (2280 ± 110 BP, cal. 800–50 BC) stark schwankende, hohe Nichtbaumpollen (NBP)-Anteile, die den Einschwemmungen im Moor entsprechen und die Gletschervorstoßphasen mit der Klimaungunst dieser Zeit bestätigen. Die von MAYR (1964) beschriebene „Moorstauchmoräne“ zeichnet sich in diesem Profil allerdings nicht ab.

Die Torflage zwischen BM-6 (430–200 BC) und BM-5 (240–410 AD) weist auf eine geringere Gletscherausdehnung hin, die der römerzeitlichen Warmphase entspricht (Abb. 3). Es folgt wiederum glazigene Sedimentation von zwei frühmittelalterlichen Gletschervorstoßphasen, die zwischen 570–665 AD (BM-4) und 880–1030 AD (BM-3) unterbrochen war. Das Torfband in 35–48 cm Profiltiefe gibt mit BM-2 (890–1120 AD) ein Mindestalter für den Beginn der Warmphase des Hochmittelalters, deren Höhepunkt mit einem Holzhorizont durch BM-1 auf 1160–1280 AD datiert ist. Die darüber folgenden Feinsandlagen sind in diesem Profil nicht datiert. Sie dürften im Spätmittelalter und in der Neuzeit abgelagert worden sein.

Das Pollenprofil

Für das Pollenprofil von WEIRICH (Abb. 5) wurde die dort dargestellte Stratigrafie neu gezeichnet, um diese mit dem neuen Sedimentprofil leichter vergleichbar zu machen. Sie zeigt eine in den Grundzügen übereinstimmende Schichtfolge. Die Abweichungen der Sedimentstärken sind auf die gletschernähere Lage der Entnahmestelle zurückzuführen. Die von MAYR übernommene ^{14}C-Datenserie wurde durch die elf bisher nicht publizierten ^{14}C-Daten ergänzt (Tab. 1, Abb. 5). Diese stimmen innerhalb des größeren Standardfehlers von 500 AD bis 2000 BC mit denen des neuen Sedimentprofils überwiegend gut überein. Nur die beiden Daten VRI-526W (550–1200 AD) und VRI-458 (1320–1640 AD) zeigen jeweils eine Altersinversion an und sind auszuscheiden. Im tieferen Profilabschnitt waren die Daten nicht mit denen des neuen Profils in Übereinstimmung zu bringen. Das Alter von Probe VRI-532 (4710–4230 BC) ist stratigrafisch nicht eindeutig einzugliedern. Für die von MAYR übernommenen Basisdaten VRI-8 (5500–4850 BC) und VRI-9 (5500–4800 BC) konnten schon WEIRICH & BORTENSCHLAGER (1980: 23, Fig. 5) keine eindeutige Zuordnung finden. Die Daten fallen nach der Pollenanalyse in die Zeit eines markanten Nichtbaumpollen (NBP)-Maximums, nach der Kalibration aber in die ausgeprägte Jüngere Wärmezeit (Abb. 5). Dieser Widerspruch konnte mit den vorliegenden Informationen nicht geklärt werden. Die beiden Daten bleiben im Folgenden unberücksichtigt.

Der ausgeprägte NBP-Gipfel mit der Abnahme des Erlenpollenanteils in diesem Profilabschnitt (260–280 cm Profiltiefe) fällt nach der Datierung BM-15 im neuen Sedimentprofil in eine Zeit vor 5990–5750 BC und damit in den Bereich des oben erwähnten Hiatus und des vorangegangenen Lawinenhorizontes. Das Pollenprofil weist also auf eine ausgeprägte Klimaverschlechterung mit Gletscherwachstum hin, die allerdings wegen der unklaren Datierungen zeitlich nicht scharf erfasst und abgrenzbar ist.

Das Bunte Moor im regionalen Vergleich

Der aufgezeigte Befund, dass das Talbecken im Bereich des Bunten Moores spätestens um 8000 BC bereits eisfrei war, findet für diesen Zeitbereich an mehreren ostalpinen Lokalitäten eine Bestätigung. Schon die ersten, mit ^{14}C-Datenserien versehenen Pollenprofile von BORTENSCHLAGER aus dem Nahbereich neuzeitlicher Gletscherhochstände der Venedigergruppe (Hohe Tauern) reichen an den Beginn des Boreals zurück (PATZELT & BORTENSCHLAGER, 1973). Im Profil Rostocker Hütte R-I ergab die Basisprobe neu kalibriert 8200–7550 BC. Im Profil Schlatenkees S-I wurde das Basisdatum neu kalibriert auf 8500–7650 BC bestimmt.

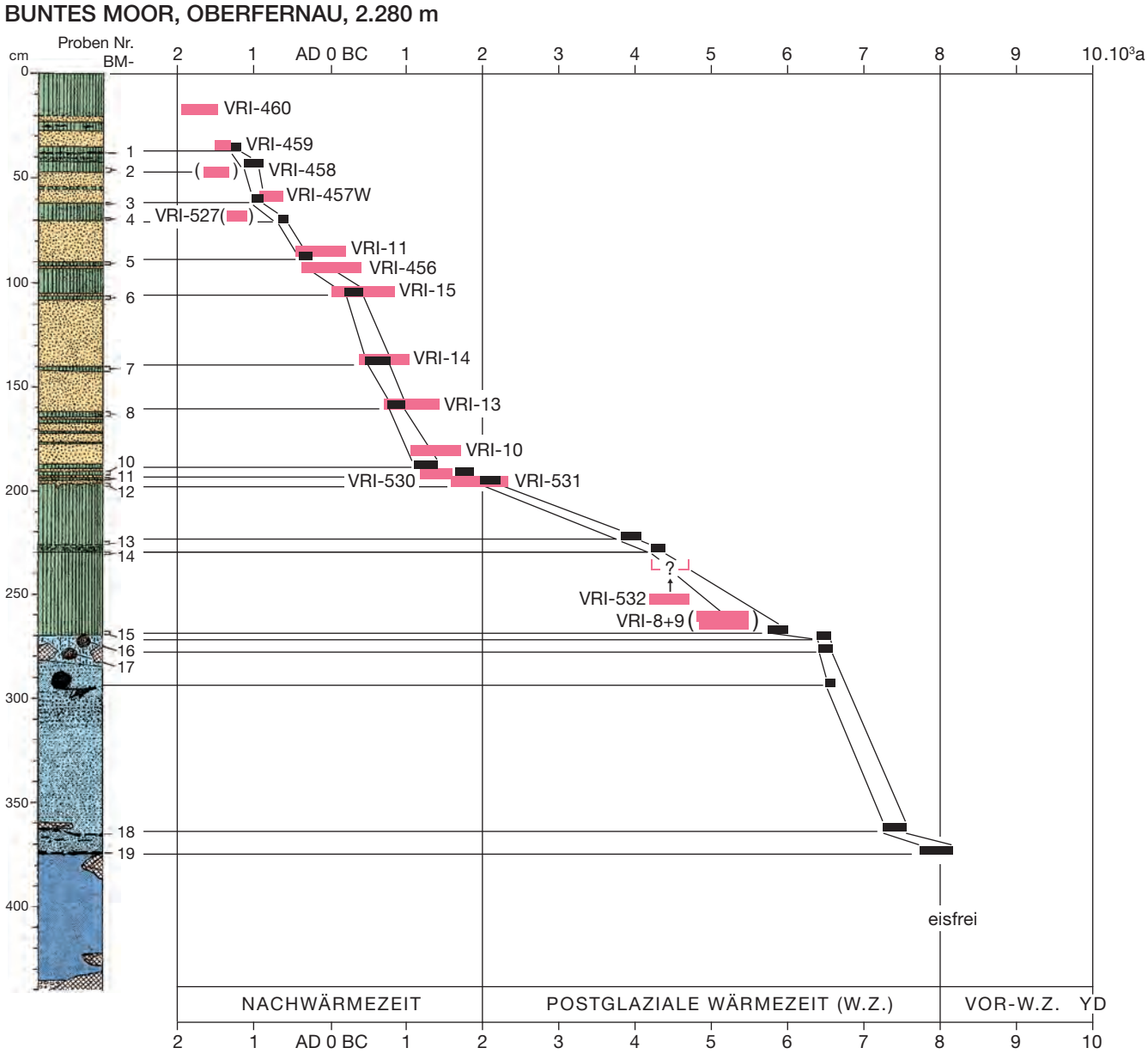


Abb. 5.
Die kalibrierten Radiokarbondaten (2δ-Geltungsbereich) im neuen Schichtprofil des Bunten Moores (schwarze Balken) und im Pollenprofil (rote Balken).

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden in den letzten Jahren durch entsprechende Neubearbeitung kontrolliert und ergänzt. Dabei ist das alte Profil Rostocker Hütte R-II erweitert und im tieferen Abschnitt verlängert worden. Das Basisdatum der dabei neu erschlossenen Torflage ergab 8450–7800 BC (VRI-1887: 9000 ± 80 BP, PATZELT, 2015: 97). Das Profil liegt ca. 70 m außerhalb der neuzeitlichen Ufermoräne.

Im Bereich der ca. 2.200 m hoch gelegenen, rechten Ufermoräne des Schlatenkees ergaben die kalibrierten Daten des Pollenprofiles S-1 von BORTENSCHLAGER und neu aufgefundene Torf- und Holzproben im Umkreis dieser Lokalität, von denen KURT NICOLUSSI (Universität Innsbruck) die Hölzer jahrringchronologisch bearbeitet hat, Belege für Baumwachstum ab 8200 BC. Eine Ufermoräne des Schlatenkees ist knapp vorher, zwischen 8400 und 8200 BC, abgelagert worden (PATZELT, 2015). Die erwähnten Belegstellen liegen ca. 100 m außerhalb der neuzeitlichen Ufermoräne.

Im Dorfertal (südliche Venedigergruppe, Hohe Tauern) wurden in einem Moor, das vom Abfluss und eingespülten Sedimenten des Zettalunitzkees nur bei Maximalständen erreicht wird, dafür in einem Torfprofil zwei übereinstimmende Basisdaten von 8300–7750 BC und 8250–7600 BC (VRI-1404: 8950 ± 90 BP, VRI-1405: 8810 ± 90 BP) bestimmt. In einem zweiten, für die Pollenanalyse entnommenen Profil ergab die Basisprobe ein Alter von 8160–7670 BC (VERA-1997: 8775 ± 30 BP) und bestätigt damit die ersten Daten. Sie geben ein Mindestalter für einen Gletscherhochstand in neuzeitlicher Größenordnung.

Im zentralen Gebirgsraum der Ötztaler Alpen wurden im oberen Gurgler Tal die Pollenprofile aus dem Moor Schönwies, unweit der Schönwieshütte (2.262 m), analysiert (BORTENSCHLAGER, 1984). Das Basisdatum ergab mit dem Mittelwert aus zwei Proben 9300–8300 cal. BC (Profil Schönwies II, VRI-528: 9300 ± 300 BP, VRI-529: 9590 ± 260 BP) und fällt damit in die Pollenzone IV des Praeboreals. Die Neuanalyse des Profiles durch NOTHEGGER (1997)

bestätigt mit dem Basisdatum 9150–8250 cal. BC (VRI-1695: 9340 ± 130 BP) die Datierung von Profil Schönwies II. Die Profilentnahmestelle liegt ca. 1.250 m vor der neuzeitlichen Endmoräne des Rotmoosferners von 1855 AD.

Im Vorfeld der Pasterze (Hohe Tauern, Großglocknergebiet) sind zahlreiche Torf- und Holzreste, z.T. von großen Baumstämmen gefunden worden, die unter dem zurückschmelzenden Zungeneis herausgespült wurden. Deren Wachstumsstandort ist unbekannt und noch eisbedeckt (NICOLUSSI & PATZELT, 2001). Eine aktualisierte Bearbeitung dieser Daten (NICOLUSSI, 2011) bestätigt, dass sieben Datierungen in den Zeitraum 8100–7900 BC fallen und damit kleinere Gletscherstände als heute anzeigen. Mit zwei Daten ist Baumwachstum und geringere Eisausdehnung für die praeboreale Zeit vor 8200 BC belegt. Die Pasterze war in dieser Zeit bereits kleiner als heute.

Die jahrringchronologische Bearbeitung der Hölzer im eisrandnahen Vorfeld des Mont Miné-Gletschers (Schweizer Alpen) durch KURT NICOLUSSI ergab ab 7550 BC Baumwachstum in einem Bereich, der jetzt eisfrei wird (NICOLUSSI & SCHLÜCHTER, 2012). Der Gletscher muss schon einige Zeit vorher kleiner gewesen sein als heute.

In das aufgezeigte Bild der frühholozänen Eisausdehnung, die kleiner als die neuzeitlichen Gletscherhochstände war, fügt sich die Datierung der Basis des Bunten Moores für die Zeit um 8000 BC gut ein. Das Moor kann nach den Daten der zitierten Lokalitäten auch etwas früher eisfrei geworden sein. Damit unvereinbar dagegen ist die zeitliche Festlegung der Kromertalmoränen in der Silvrettagruppe für das Boreal (MORAN et al., 2016). Das Kromer-Stadial erfordert eine Schneegrenzhöhe, die 60–70 m tiefer lag als das neuzeitliche Bezugsniveau. Eine solche Schneegrenzdepression ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung ab der 2. Hälfte des Praeboreals auszuschließen. Die zeitliche Festlegung des Kromer-Stadials beruht auf einem Mittelwert von Expositionsdatierungen, die durchwegs Mindestalter für die Moränenablagerung ergeben. Es spricht nichts dagegen, dass die Klostertalmoränen deutlich früher, etwa in der frühpraeborealen Abkühlungsphase um 8900 BC abgelagert wurden und sich damit in den hier erfassten Ablauf der frühholozänen Gletscherentwicklung gut einfügen würden.

In die Zeit der Schichtlücke des Sedimentprofils zwischen BM-16 und BM-15 fällt die markante Temperaturdepression, die sich im grönländischen Inlandeis für etwa 160 Jahre zwischen 8297 und 8136 BP abzeichnet (THOMAS et al., 2012) und in der vorliegenden Arbeit als „6200-Event“ angeführt ist (Abb. 3). Im Bereich der alpinen Gletscher war dieser Event lange Zeit nicht zu fassen. Einen ersten Hinweis darauf ergab das Profil 3 im Vorfeld des Gepatschferners (Ötztaler Alpen; NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 35), wo im Uferbereich ein Gletschervorstoß stratigrafisch für die Zeit zwischen 6400 und 6000 BC festlegbar war, der einer Eisrandlage von 1950 AD entspricht. Inzwischen ist an gegenwärtig ausschmelzenden Baumstämmen ein Vorstoß des Mont Miné-Gletschers (Schweizer Alpen) mit 6183–6169 BC jahrringchronologisch präzise datiert (NICOLUSSI & SCHLÜCHTER, 2012). Aber auch hier ist die Reichweite des Gletschers für diese Zeit nicht bestimmbar.

In der Torflage des Bunten Moores entspricht die schwache Einschwemmung um 4300 BC zeitlich dem Gletschervorstoß, der am Tschiervagletscher jahrringchronologisch für die Zeit zwischen 4650 und 4230 BC festgelegt wurde (JOERIN et al., 2008). Um 4300 BC ist auch ein Vorstoß des Gepatschferners erfolgt (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 38, Abb. 21) und für die gleiche Zeit ein solcher des Gurgler Ferners.

Den Abschluss der wärmezeitlichen Torfbildung bilden im Bunten Moor glaziale Einschwemmungen zwischen 2200 und 1950 BC (BM-12), 1880 und 1630 BC (BM-11) sowie 1400 und 1120 BC (BM-10), die auf beginnende nachwärmezeitliche Gletscheraktivität hinweisen. Für diese Zeit wurde mit der Löbbenschwankung um 1770–1490 BC (HD-2913–2205: 3340 ± 60 BP) erstmals eine Vorstoßperiode festgestellt (PATZELT & BORTENSCHLAGER, 1973), die inzwischen mehrfach bestätigt wurde und zeitlich schärfer erfasst werden konnte. Am Gepatschferner sind zwei Wachstumsperioden, die erste auf 1626 BC und die zweite, weiterreichende auf 1558 BC exakt datiert worden, wobei der Gletscher letztlich neuzeitliche Größenordnung erreicht haben dürfte. Damit beginnen die nachwärmezeitlichen Hochstandperioden, die an mehreren Alpengletschern bestätigt wurden (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 75). Am Gepatschferner ist ein weiterer Gletschervorstoß mit dem Jahr 1170 BC dendrochronologisch datiert.

Für die Hallstattzeit, die im Bunten Moor mit den Daten 910–780 BC (BM-8) und 430–200 BC (BM-6) abgegrenzt ist, war am Gepatschferner eine Gletscherwachstumsperiode zwischen 700 und 400 BC festlegbar (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 44, Abb. 24). Am Hallstätter Gletscher (Dachsteingruppe) weist ein überfahrenes Bodenprofil auf einen Vorstoß um 800 BC hin (PATZELT, 2003).

Die vielfach nachgewiesene römerzeitliche Warmzeit ist im neuen Profil durch eine Torflage zwischen den Daten 430–200 BC (BM-6) und 240–410 AD (BM-5) erfasst. Geringe Gletscherausdehnung und entsprechende Jahrringanalysen von Hochlagenbäumen belegen wärmere Klimabedingungen in dieser Zeit (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 76), die mit einem am Gepatschferner jahrringchronologisch datierten Gletschervorstoß um 336 AD geendet haben (PATZELT, 1995; NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 48). Die darauffolgende, mehrgliedrige Gletschervorstoßperiode hat am Gepatschferner um 757 AD eine Ausdehnung wie um 1940 AD erreicht und dauerte über 809 AD hinaus an (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: 50, Abb. 27). Das Simonykees (südliche Venedigergruppe, Hohe Tauern) hat um 500 AD (VRI-284: 1600 ± 70 BP, 250–610 cal AD) im rechten Uferbereich die neuzeitliche Ausdehnung geringfügig übertroffen. Eine Kontrolldatierung im Jahr 2015 bestätigt dieses Ergebnis in einem durch das AMS-Verfahren schärfer gefassten Zeitrahmen von 435–645 cal AD (VERA-6245 HS:1.490 ± 30 BP).

Im Vorfeld des Mittelbergferners (Ötztaler Alpen) konnte der frühmittelalterliche Vorstoß und Hochstand sehr präzise datiert werden. Hier ließ sich die Überschüttungszeit auf einem gut entwickelten Boden an der linken Talflanke durch MB-1 auf 420–650 AD (HV-11407: 1495 ± 55 BP) und auf der rechten Talflanke durch MB-2 auf 420–660 AD (VERA-4511: 1490 ± 65 BP) festlegen, in guter Übereinstimmung mit den am Simonykees bestimmten Daten.

Die historisch gut belegte, hochmittelalterliche Warmphase war am Gepatschferner jahrringchronologisch zwischen 930 AD und 1172 AD zu fassen (NICOLUSSI & PATZELT, 2001: Abb. 29). Sie hat nach kurzer Unterbrechung in der Zeit um

1100 AD mit dem im neuen Sedimentprofil des Bunten Moores auf 1160–1280 AD (BM-1) festgelegten Datum den Höhepunkt erreicht.

In der darauffolgenden Gletscherhochstandperiode, die in den Ostalpen ab 1300 AD, in den Westalpen ab der 2. Hälfte des 14. Jahrhunderts AD nachweisbar ist, erreichten die Gletscher im 17. Jahrhundert AD und um 1855 AD nacheiszeitliche Maximalstände. Diese sind in der Oberfernau modellhaft ausgeprägt.

Schlussbemerkung

Im Bunten Moor mit dem Gletschervorfeld des Fernauferners ist die nacheiszeitliche Gletscher- und Klimaentwicklung ab 8000 BC gut erschlossen. Nur selten sind dieser Zeitraum und der Ereignisablauf an einem Ort in solcher Vollständigkeit fassbar. Damit erhält die Lokalität eine über den lokalen und den forschungsgeschichtlichen Bereich hinausgehende Bedeutung für das Holozän des alpinen Gebirgsraumes.

Dank

Der Verfasser dankt Frau Univ. Prof. Dr. Eva Wild, VERA-Labor an der Universität Wien, für die stets gewährte freundliche Unterstützung und den fachlichen Rat im Rahmen der angeführten Datierungsarbeiten.

Literatur

Aario, L. (1943): Über die Wald- und Klimaentwicklung an der lappländischen Eismeerküste in Petsamo: mit einem Beitrag zur nord- und mitteleuropäischen Klimageschichte. – Annales Botanici Societatis Zoologicæ-Botanicæ Fennicæ Vanamo, **19**/1, 1–158, Helsinki.

Aario, L. (1944): Ein nachwärmezeitlicher Gletschervorstoß in Oberfernau in den Stubaier Alpen. – Acta Geographica, **9**/2, 5–31, Helsinki.

Bortenschlager, S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. – Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereines in Innsbruck, **71**, 19–56, Innsbruck.

Bronk Ramsey, C. (2005): OxCal Program v3.10. – Oxford. http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/oxcal.htm (abgerufen am 18.10.2016).

Felber, H. (1969): Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode im Institut für Radiumforschung und Kernphysik IV. – Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung II, **177**/1–3, 113–121, Wien.

Heuberger, H. & Beschel, R. (1958): Beiträge zur Datierung alter Gletscherstände im Hochstubai (Tirol). – In: Paschinger, H. (Red.): Geographische Forschungen (Kinzl-Festschrift). – Schlern-Schriften, **190**, 73–100, Innsbruck.

Joerin, U.E., Nicolussi, K., Fischer, A., Stocker, T.T. & Schlüchter, C. (2008): Holocene optimum events inferred from subglazial sediments at Tschierva Glacier, Eastern Swiss Alps. – Quaternary Science Reviews, **27**, 337–350, Oxford.

Kinzl, H. (1929): Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. – Zeitschrift für Gletscherkunde, **17**, 66–121, Innsbruck.

Mayr, F. (1964): Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit Beginn der postglazialen Wärmezeit. – Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, **8**/3, 257–285, Berlin.

Mayr, F. (1968): Postglacial Glacier Fluctuations and Correlative Phenomena in the Stubai Mountains, Eastern Alps, Tyrol. – INQUA U.S.A., University of Colorado Studies, Serie in Earth Sciences, No. **7**, Proceedings of the VII Congress, **14**, 167–177, Boulder.

Moran, A.P., Kerschner, H. & Ivy Ochs, S. (2016): Redating the moraines in the Kromer Valley (Silvretta Mountains) – New evidence for an early Holocene glacier advance. – The Holocene, **26**/4, 655–664, Los Angeles.

Nicolussi, K. (2011): Gletschergeschichte der Pasterze – Spurensuche in der nacheiszeitlichen Vergangenheit. – Die Pasterze. Der Gletscher am Großglockner, Nationalpark Hohe Tauern, 24–27, Salzburg.

Nicolussi, K. & Patzelt, G. (2001): Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner. – Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, **26** (2000), 1–87, Innsbruck

Nicolussi, K. & Schlüchter, C. (2012): The 8.2 ky event-Calendar-dated glacier response in the Alps. – Geology, **40**/9, 819–822, Boulder (http://dx.doi.org/10.1130/G32406.1).

Nothegger, B. (1997): Palynologische Untersuchungen zur Ermittlung von Waldgrenz- und Klimaschwankungen in den Ostalpen anhand der Profile Schönwies und Rotmoos. – Diplomarbeit, Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Innsbruck, 54 S., Innsbruck.

Patzelt, G. (1995): Die klimatischen Verhältnisse im südlichen Mitteleuropa zur Römerzeit. – In: Bender, H. & Wolff, H. (Hrsg.): Die ländliche Besiedlung und die Landwirtschaft in den Rhein-Donauprovinzen in der römischen Kaiserzeit. – Passauer Universitätsschriften zur Archäologie, **2**, 7–20, Passau.

Patzelt, G. (2003): Forschungen im Gletschervorfeld. – In: Mandl, F.: Almen im Herzen Österreichs. Dachsteingebirge – Niedere Tauern – Salzkammergut – Totes Gebirge. – ANISA 2003, 184–185, Haus im Ennstal.

Patzelt, G. (2015): Holozäne Gletscher- und Waldgrenzentwicklung im Bereich des Schlatenkeeses, Venedigergruppe, Osttirol (Österreich). – Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, **47/48** (2013/2014), 91–99, Innsbruck.

Patzelt, G. & Bortenschlager S. (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, Supplementband **16**, 25–72, Berlin–Stuttgart.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M. & van der Plicht, J. (2013): IntCal 13 and Marine 13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years BP. – Radiocarbon, **55**/4, 1869–1887, Tuscon.

Thomas, E.R., Wolff, E.W., Mulvancy, R., Steffensen, J.P., Johnsen, S.J., Arrowsmith, C., White, J.W.C., Vaughn, B. & Popp, T. (2012). The 8.2 ky event from Greenland ice cores. – Quaternary Science Reviews, **26**, 70–81, Oxford.

Weirich, J. & Bortenschlager, S. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols III: Stubaier Alpen – Zillertaler Alpen. – Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereines in Innsbruck, **67**, 7–30, Innsbruck.

Eingelangt: 12. September 2016, angenommen: 16. November 2016

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: 156

Autor(en)/Author(s): Patzelt Gernot

Artikel/Article: Das Bunte Moor in der Oberfernau (Stubaier Alpen, Tirol) - Eine neu bearbeitete Schlüsselstelle für die Kenntnis der nacheiszeitlichen Gletscherschwankungen der Ostalpen 97-107