
BOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM LETZT-INTERGLAZIALEN TORFLAGER IN BIBERACH

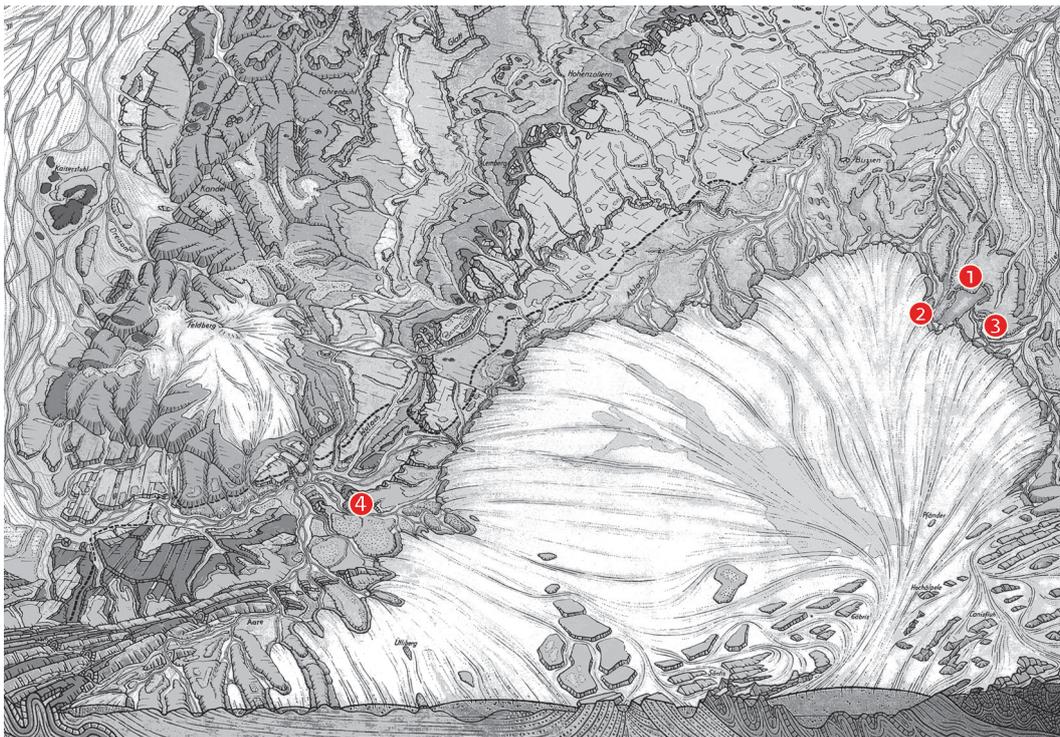
Manfred Rösch

1 EINLEITUNG

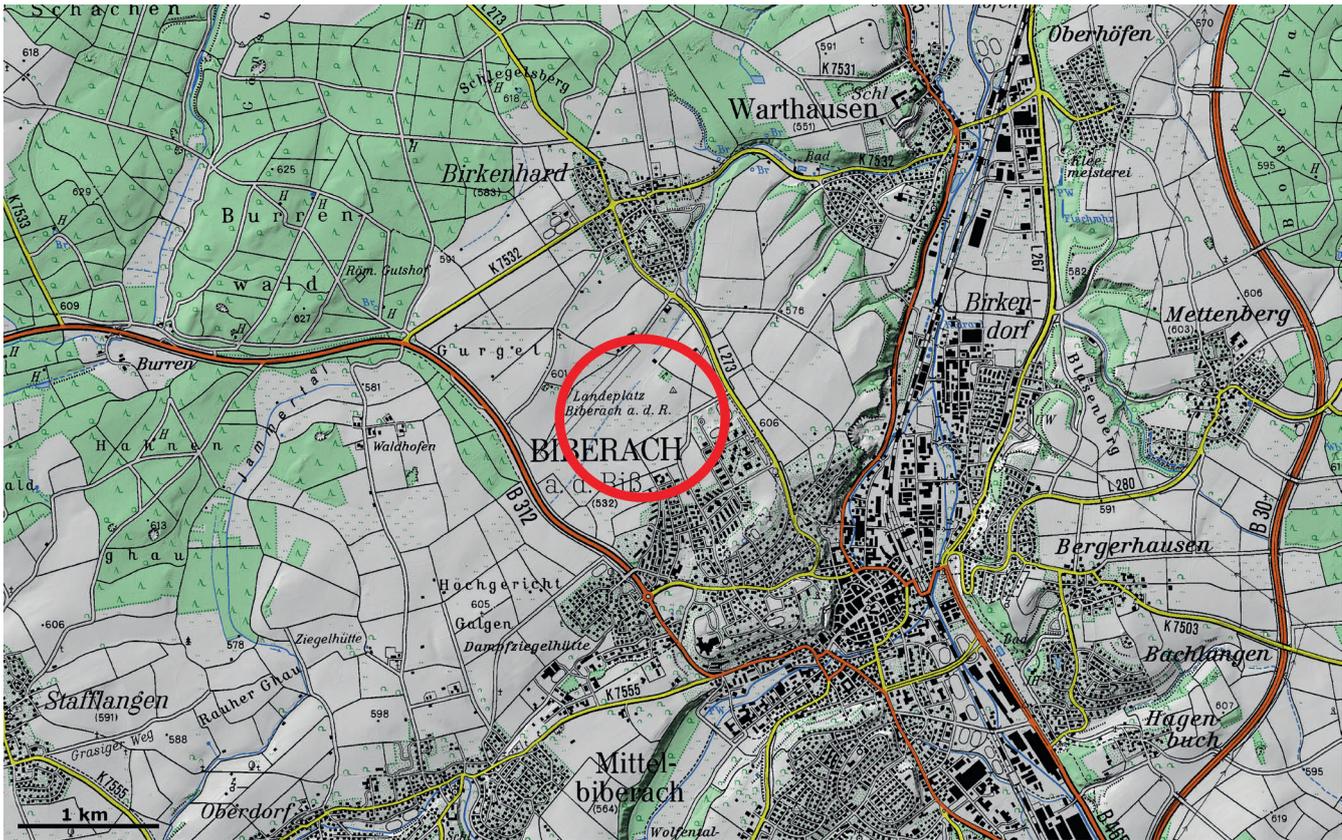
Im Frühjahr 2011 wurde im Gewann ‚Großer Neuer Weiher‘ im Norden von Biberach an der Riß (Lkr. Biberach) mit dem Bau einer Nordumfahrung begonnen, welche die nach Riedlingen führende Bundesstraße 312 im Westen mit der nach Munderkingen führenden L273 im Osten verbindet. Dabei wurden mehrere Torflagerstätten angeschnitten und im Zuge der Baumaßnahmen zerstört. Deren Entdeckung ist der Aufmerksamkeit von Wolfgang Hohl, Grabungstechniker der Archäologischen Denkmalpflege in Hemmenhofen, zu verdanken. Dadurch war es wenigstens möglich, während der laufenden Baumaßnahmen an der Stelle mit der größten Torfmächtigkeit ein Kastenprofil zu entnehmen (Rösch 2012a; 2012b).

Die stratigraphische Situation wurde vom Landesamt für Geologie, Bergbau und Rohstoffe festgehalten. Die geographische Lage des fossilen Moores zwischen den Endmoränen der Riß- und der Würm-Vereisung sowie seine Überdeckung mit gut 1 m mächtigem Geschiebe mit Bodenbildung begründeten den Verdacht, es sei kein nacheiszeitliches Moor, sondern eine ältere Bildung.

Das Eiszeitalter als jüngstes Zeitalter der Erdgeschichte währt seit gut zwei Millionen Jahren (Ehlers 1994; Schreiner 1997). Es wird auch Quartär genannt und besteht aus dem Eiszeitalter oder Pleistozän sowie der Nacheiszeit, Holozän genannt, welche seit knapp zwölf Jahrtausenden andauert. Das Pleistozän ist durch global stark schwankendes Klima



1 Geologische Karte des südwestdeutschen Alpenvorlandes mit maximaler würmzeitlicher Vergletscherung und wichtigen eemzeitlichen Fundstellen: 1 Biberach, 2 Jammertal, 3 Bad Wurzach, 4 Sulzberg-Wettingen.



gekennzeichnet und setzt sich daher aus einer Abfolge von rund 20 alternierenden Kalt- und Warmzeiten zusammen. Dabei lassen sich die deutlich länger andauernden Kaltzeiten weiter untergliedern in Stadiale (Kaltphasen) und Interstadiale (Mäßigwarm-/Mäßigkaltphasen).

Während die Kaltzeiten im Umkreis der Alpen Moränen, Zungenbecken, Kare oder Schotterfelder hinterlassen haben, bescherten die Warmzeiten den eiszeitlichen Hohlformen organische Füllungen als Denkmale früherer Vegetation und früheren Klimas, von denen die älteren jedoch meist von späteren Gletschervorstößen überfahren und ausgeräumt wurden. Im Gebiet des früheren Rheingletschers stieß der wärmzeitliche Gletscher jedoch weniger weit nach Norden vor als der rißzeitliche, weshalb zwischen den beiden Maximalständen Lagerstätten der letzten, der Eem-Warmzeit, erhalten blieben, so auch im Raum Biberach an der Riß (Abb. 1).

2 MATERIAL UND METHODEN

Die geographischen Koordinaten des Profils sind 48°6'54" nördlicher Breite und 9°46'4" östlicher Länge (Abb. 2). Die Oberkante des Torfs lag bei 579m ü.NN. Aus der nördlichen, nicht ganz senkrechten Profilwand der Baugrube wurde mithilfe von vier Blumenkästen von je 1m Länge überlappend ein 3m mächtiges Profil entnommen – beginnend auf der



Sohle der Baugrube, wo der Anfang der Torfbildung gerade noch erfasst wurde, und endend an der Oberkante des Torfes (Abb. 3 u. 4). Das etwa 1 m mächtige Hangende, bestehend aus sandigem Schluff und aktuellem Boden, wurde nicht beprobt, da es keine Erhaltung organischen Materials erwarten ließ.

Aus der 3 m mächtigen Torfsequenz wurden 70 würfelförmige Proben von je 1 cm Mächtigkeit und 1 cm³ Volumen für pollenanalytische Untersuchungen entnommen, was einen mittleren Probenabstand von gut 4 cm ergibt. Die Pollenproben wurden in laborüblicher Weise unter Zugabe von *Lycopodium*-Sporentabletten aufbereitet, wobei die Behandlung heiße Salzsäure (HCl), heiße Fluorwasserstoffsäure (HF), Chlorierung und Acetolyse umfasste (Berglund 1986). Nach der Überführung des Rückstands wurden ungefärbte Glycerin-Präparate angefertigt. Die Proben wurden in der Regel auf eine terrestrische Pollensumme von mindestens 1000 Stück ausgezählt. Die Datenerfassung, Berechnung und Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit den Programmen „Taxus“ und „Tilia“, die Diagrammbeschreibung richtet sich nach Bruno Bastin (1979). Von den 168 erfassten Mikrofossil-Typen wurden nur diejenigen, die in mindestens 10 % der Proben vorkommen oder in weniger, aber dafür in großer Stückzahl, im Pollendiagramm dargestellt.

Für die Extrahierung botanischer Großreste wurden 61 Proben von je 5 cm Mächtigkeit mit einem Volumen von jeweils etwa 0,3 l entnommen. Diese wurden unter Verwendung eines fünfteiligen Siebsatzes mit 0,25 mm als feinsten Maschenweite nass gesiebt. Aus den Siebfraktionen wurden die Pflanzenreste unter einer Stereolupe ausgelesen. Die Bestimmung erfolgte mittels der Rezentvergleichssammlungen des

Labors für Archäobotanik Hemmenhofen und unter Zuhilfenahme von einschlägiger Literatur (Berggren/Anderberg 1969–94; Bertsch 1941; Cappers et al. 2006; Frahm/Frey 2004). Die wissenschaftliche Nomenklatur richtet sich nach Erich Oberdorfer (1970) sowie Jan-Peter Frahm und Wolfgang Frey (2004), die Nomenklatur der deutschen Trivialnamen nach <<http://www.floraweb.de/pflanzenarten/bigformadapter.xsql>>; deren Korrelierung mit den botanischen Namen findet sich in Tabelle 2.

Für wichtige Hinweise danke ich Dr. Siegfried Schloß, Jockgrim.

3 ERGEBNISSE

3.1 Pollen

Das Pollendiagramm (Abb. 5) wurde aufgrund der Dominanzverhältnisse in zwölf Pollenzonen (*pollen assemblage zones*) eingeteilt (Tab. 1). Diese wurden aufgrund von Veränderungen bei subdominanten Pollentypen weiter untergliedert in Subzonen.

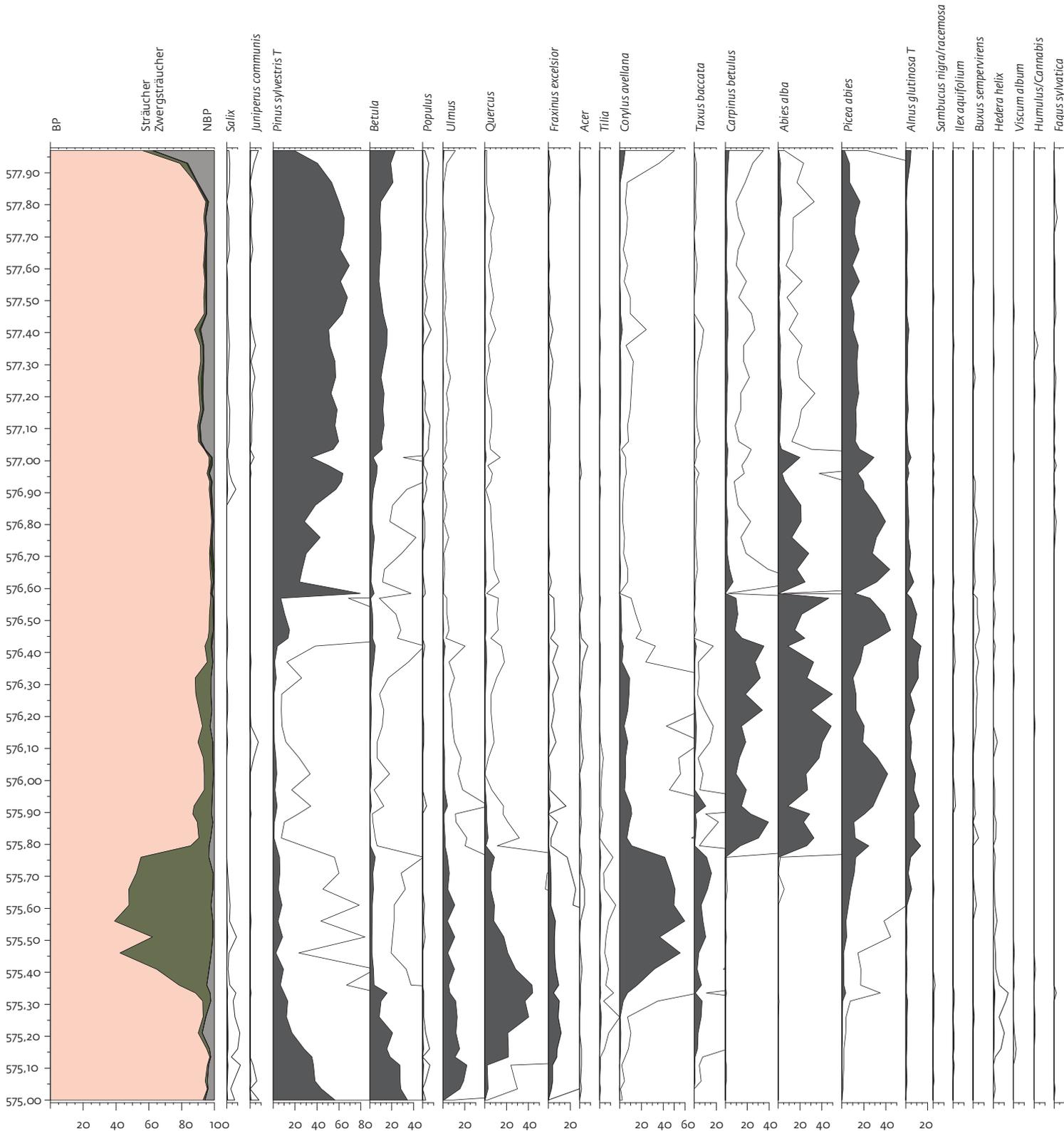
Pollenzone 1: *Pinus* 1 (575,00–575,18 m ü. NN)
Das Profil beginnt bei 575 m ü. NN mit *Pinus*-Prädominanz (Kiefer), die sich rasch zur Kodominanz mit *Betula* (Birke) abschwächt. *Ulmus* (Ulme) wird subdominant, dann auch *Quercus* (Eiche), während *Pinus* und *Betula* zurückgehen. *Fraxinus* (Esche) nimmt zu und erreicht ihr Maximum am Ende der Pollenzone bei 575,18 m ü. NN. Die Kurvenverläufe erlauben die Unterteilung in drei Subzonen: *Betula*, *Ulmus* und *Quercus*.

Pollenzone 2: *Quercus* (575,18–575,38 m ü. NN)
Quercus steigt an und wird prädominant, *Pinus*, *Betula* und *Ulmus* gehen zurück. Auch bei

2 Vorige Seite oben: Biberach, ‚Großer Neuer Weiher‘. Lage der Fundstelle.

3 Vorige Seite unten: Die Straßenbaustelle bei Biberach, ‚Großer Neuer Weiher‘ mit dem begrabenen Moor. Blick in die Baugrube nach Westen (oben), Blick in die Baugrube nach Norden auf die Profilwand (unten).

4 Oben: Die Profilwand mit den Probenkästen. Die vier überlappend gesetzten Kästen erfassen die gesamte Torfschicht (links), Einmessen der Probenkästen (rechts).

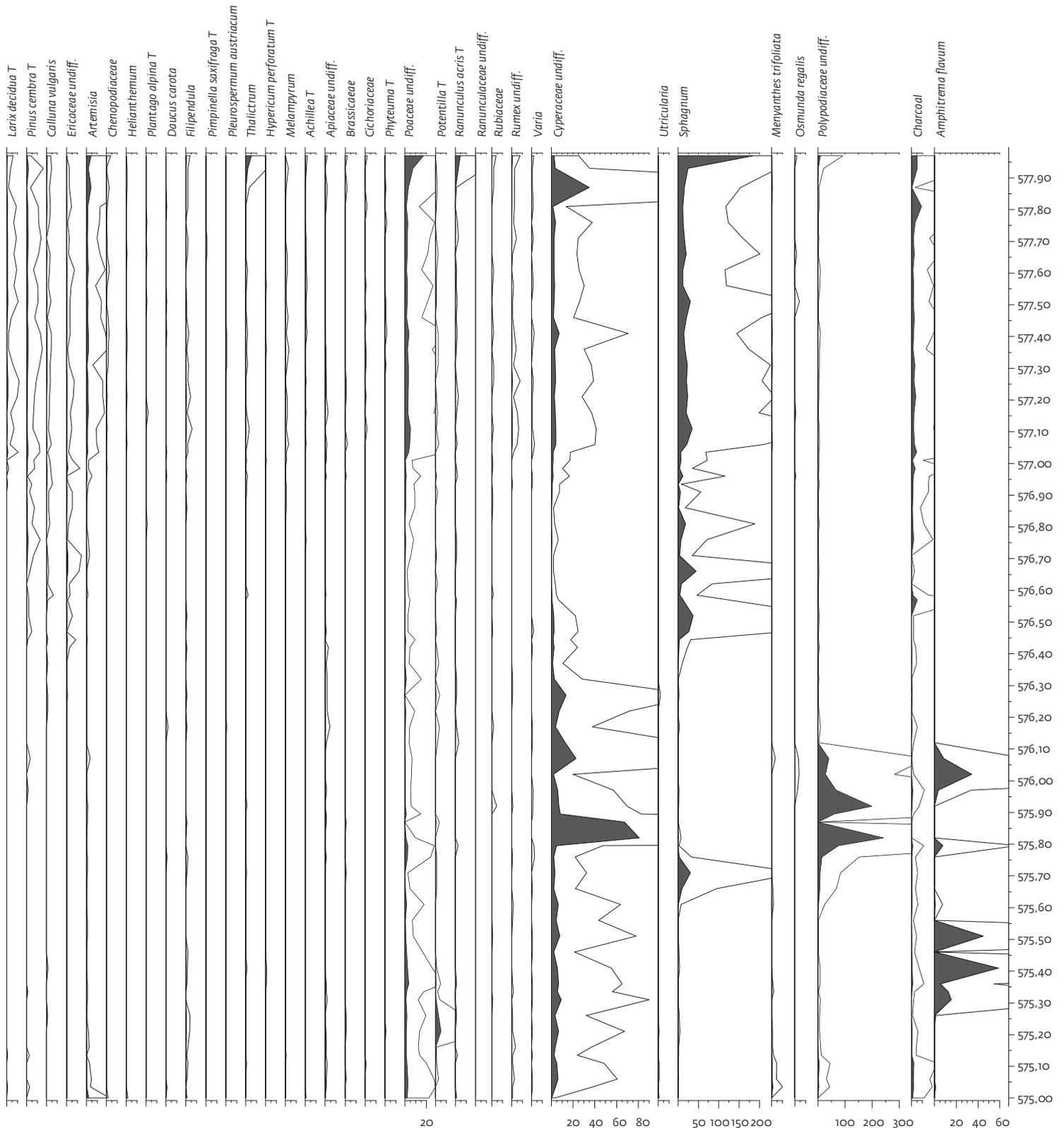


5 Biberach, „Großer Neuer Weiher“. Pollen und Sporen, tiefenlinear (linke Spalte = Tiefe in m ü. NN, BP = Baumpollen, NBP = Nichtbaumpollen).

Ulmus und *Fraxinus* setzt ein allmählicher Rückgang ein. *Taxus* (Eibe) steigt an, später auch *Picea* (Fichte). Der anfangs bei 10% liegende NBP-Anteil (Nichtbaumpollen) nimmt stark ab. Aufgrund der Kurvenverläufe der Nebenkomponten *Betula*, *Ulmus* und *Corylus* (Hasel) können drei entsprechende Subzonen

unterschieden werden. In der Subzone c erfolgt ein steiler Anstieg der *Corylus*-Kurve.

Pollenzone 3: *Corylus* (575,38–575,78 m ü. NN)
Corylus ist prädominant, *Taxus* (Abb. 6) und anfangs noch *Quercus* subdominant. In Subzone a ist *Quercus* subdominant und geht zurück, in b



erreicht *Corylus* ihr Maximum bei leicht steigendem *Taxus*-Anteil; in c geht *Corylus* kaum zurück, *Taxus* erreicht ihr Maximum von knapp 15 % und auch *Sphagnum* (Torfmoos) hat ein Maximum. Während der gesamten Pollenzone nimmt *Picea* langsam zu und übersteigt am Ende 10 %. Die Pollenerhaltung wird

zusehends schlechter. Dies und ein von einem *Cyperaceen*-Gipfel (Sauergrasgewächse) unterbrochener *Polypodiaceen*-Gipfel (Tüpfelfarngewächse) in der folgenden Pollenzone legen die Vermutung nahe, dass zwischen Zone 3 und 4 ein Hiatus liegt, verursacht durch Torfwachstumsstillstand und möglicherweise

Tabelle 1 Das Eem-Interglazial von Biberach, ‚Großer Neuer Weiher‘, Pollenzonen (NBP = Nichtbaumpollen).

Nr.	Tiefe von – bis (m ü. NN)	Länge (cm)	Zone	Subzone	Proben	Obergrenze	Beschreibung
1	575,00–575,18	18	<i>Pinus</i> 1		4	<i>Pinus</i> < <i>Quercus</i>	Prädominanz <i>Pinus</i>
a				<i>Betula</i>	1	<i>Betula</i> < 30%	Subdominanz <i>Betula</i>
b				<i>Ulmus</i>	2	<i>Ulmus</i> < <i>Quercus</i>	Subdominanz <i>Betula/Ulmus</i>
c				<i>Quercus</i>	1		Subdominanz <i>Quercus</i>
2	575,18–575,38	20	<i>Quercus</i>		4	<i>Corylus</i> > <i>Quercus</i>	<i>Quercus</i> dominierend
a				<i>Betula</i>		<i>Ulmus</i> > <i>Betula</i>	Kodominanz <i>Quercus/Betula</i>
b				<i>Ulmus</i>		<i>Corylus</i> > <i>Ulmus</i>	Prädominanz <i>Quercus</i> , Subdominanz <i>Pinus/Ulmus</i>
c				<i>Corylus</i>			Prädominanz <i>Quercus</i> , Subdominanz <i>Corylus</i>
3	575,38–575,78	40	<i>Corylus</i>		8	<i>Carpinus</i> > <i>Corylus</i>	<i>Corylus</i> dominierend
a				<i>Quercus</i>	3	<i>Taxus</i> > <i>Ulmus</i>	<i>Quercus</i> erst ko-, dann subdominant
b				<i>Corylus</i>	2	<i>Taxus</i> > <i>Quercus</i>	<i>Corylus</i> prädominant, max. 60%
c				<i>Taxus</i>	3		<i>Taxus</i> subdominant, bis zu 17%
4	575,78–575,88	10	<i>Carpinus/Abies</i>		2	<i>Picea</i> > <i>Abies</i>	Kodominanz <i>Carpinus/Abies</i> , <i>Carpinus</i> dominierend
5	575,88–576,03	15	<i>Picea</i>		3	<i>Abies</i> > <i>Picea</i>	Prädominanz <i>Picea</i> , Subdominanz <i>Abies</i> (/Carpinus)
6	576,03–576,18	15	<i>Abies</i>		3	<i>Carpinus</i> > <i>Abies</i>	Prädominanz <i>Abies</i> , Subdominanz <i>Picea/Carpinus</i>
7	576,18–576,43	25	<i>Abies/Carpinus</i>		5	<i>Picea</i> > <i>Carpinus</i>	Kodominanz <i>Abies/Carpinus</i>
a				<i>Abies</i>	4	<i>Carpinus</i> > <i>Abies</i>	<i>Abies</i> dominierend bis prädominant
b				<i>Carpinus</i>	1		<i>Carpinus</i> prädominant
8	576,43–576,73	30	<i>Picea/Abies</i>		6	<i>Pinus</i> > <i>Abies</i>	Kodominanz <i>Picea/Abies</i> , <i>Picea</i> meist dominierend
a				<i>Carpinus</i>	3	<i>Pinus</i> > <i>Carpinus</i>	<i>Picea</i> prädominant, abnehmend, <i>Abies</i> zunehmend zur Prädominanz
b				<i>Pinus</i>	3		<i>Abies</i> prädominant, <i>Picea</i> subdominant
9	576,73–576,88	15	<i>Pinus/Picea/Abies</i>		3	<i>Pinus</i> > 60%	Kodominanz <i>Pinus/Picea</i> , Subdominanz <i>Abies</i>
10	576,88–577,03	15	<i>Pinus/Picea</i>		3	<i>Abies</i> < 5%	Prädominanz <i>Pinus</i> , Subdominanz <i>Picea</i>
11	577,03–577,98	95	<i>Pinus</i> 2		17	NBP > 30%	Prädominanz <i>Pinus</i>
a			<i>Betula</i> 1		8	NBP < 10%	Subdominanz <i>Picea/Betula</i>
b			<i>Picea</i>		7	NBP > 10%	Subdominanz <i>Picea</i> , Rückgang <i>Betula</i> , NBP
c			<i>Betula</i> 2		2		Subdominanz <i>Betula</i> , NBP
12	577,98–578,00	2	<i>Betula/Pinus/NBP</i>		1		Kodominanz <i>Betula/Pinus/NBP</i> , NBP dominierend
insgesamt		300					

Torfzersetzung. Auch der abrupte und synchrone Anstieg von *Carpinus* (Hainbuche) und *Abies* (Weißtanne) deutet darauf hin. Das zu erwartende *Taxus*-Maximum ist daher wohl diesem Hiatus zum Opfer gefallen.

Pollenzone 4: *Carpinus/Abies* (575,78–575,88 m ü. NN)

Abies und *Carpinus* (Abb. 7) sind kodominant, *Picea* subdominant. *Picea* hat anfangs höhere Werte, sinkt dann ab und steigt am Ende wieder an. Anfangs ist der NBP-Anteil erhöht, daneben hat noch *Corylus* nennenswerten Anteil. *Taxus* sinkt zu Beginn auf sehr geringe Werte ab, steigt aber am Ende nochmals an.

Pollenzone 5: *Picea* (575,88–576,03 m ü. NN)

Picea ist prädominant, sinkt aber am Ende ab, als *Abies* steil ansteigt und prädominant wird. Zuvor ist *Abies* gemeinsam mit *Carpinus* und *Pinus* subdominant, wobei *Abies* dominierend ist.

Pollenzone 6: *Abies* (576,03–576,18 m ü. NN)

Während *Picea* zurückgeht, steigt *Abies* an und wird prädominant. *Picea* und *Carpinus* sind subdominant.

Pollenzone 7: *Abies/Carpinus* (576,18–576,43 m ü. NN)

Abies ist anfangs prädominant, geht zurück und ist dann kodominant mit der angestiegenen *Carpinus*, die am Ende dominierend wird. *Picea* sinkt anfangs ab und steigt dann wieder an. *Corylus*, anfangs noch über 5 %, sinkt am Ende ab.

Pollenzone 8: *Picea/Abies* (576,43–576,73 m ü. NN)

Carpinus sinkt rasch ab, zuvor auch *Abies*, die dann wieder ansteigt. *Picea* ist prädominant, wird aber am Ende kurz von *Abies* überholt, die prädominant wird. *Carpinus* und *Pinus* sind subdominant, *Sphagnum* nimmt zu.

Pollenzone 9: *Pinus/Picea/Abies* (576,73–576,88 m ü. NN)

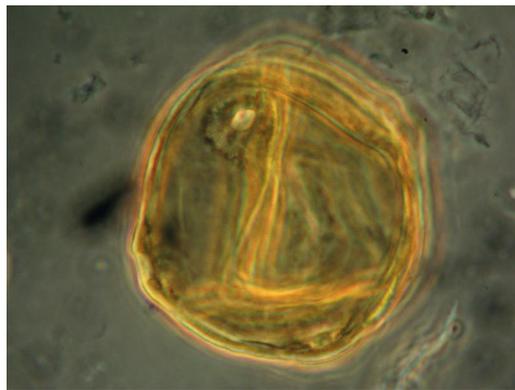
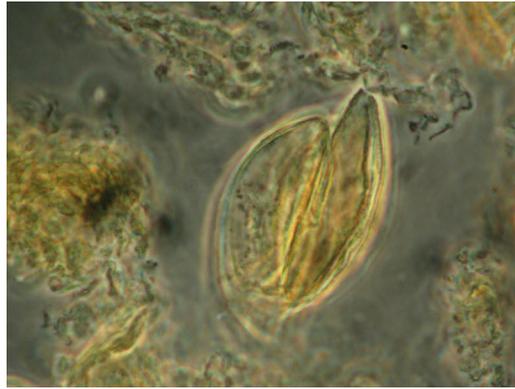
Pinus und *Picea* sind kodominant, *Abies* subdominant. *Betula* und *Carpinus* werden rückläufig und haben bis zu 5 %. *Sphagnum*-Sporen sind häufig.

Pollenzone 10: *Pinus/Picea* (576,88–577,03 m ü. NN)

Pinus ist prä-, *Picea* subdominant. *Betula* und die NBP nehmen zu. *Sphagnum*-Sporen sind seltener. Gegen Ende treten kurze Maxima von *Picea* und *Abies* auf.

Pollenzone 11: *Pinus 2* (577,03–577,98 m ü. NN)

Pinus ist prädominant mit 50 bis 60 %, *Betula* und *Picea* sind subdominant mit 10 bis 20 %.



6 Biberach, „Großer Neuer Weiher“. *Taxus baccata* (Eibe), Pollen, Originalgröße 28 µm.
7 Biberach, „Großer Neuer Weiher“. *Carpinus betulus* (Hainbuche), Pollen, Originalgröße 47 µm.

Thermophile Gehölze, aber auch *Populus* (Pappel), *Salix* (Weide) und *Juniperus* (Wacholder) sind mit geringen Anteilen weiterhin vertreten. Die Zunahme von *Pinus* und Abnahme von *Betula* ermöglicht die Unterteilung in zwei Subzonen mit der Grenze bei 577,44 m ü. NN.

Pollenzone 12: *Betula/Pinus/NBP* (577,98–578,00 m ü. NN)

Pinus geht zurück und verliert ihre Prädominanz zugunsten einer Kodominanz mit der zunehmenden *Betula*. Die NBP steigen auf 40 % und *Sphagnum*-Sporen sind sehr häufig.

3.2 Pflanzliche Großreste

Die 2672 Großreste verteilen sich auf 110 Pflanzentaxa, wobei einige mit mehr als einem Resttyp (Organ) vertreten sind. Sie wurden in der zusammenfassenden Tabelle 2 in ökologische Gruppen klassifiziert. Die artenreichste Gruppe ist „Moor“, wobei man hier von lokal wachsenden Pflanzen ausgehen kann. Auf eine weitere ökologische Untergliederung wurde verzichtet, doch deuten die meisten Arten auf mesotrophe Verhältnisse hin, also auf Niedermoor mit Groß- und Kleinseggenrasen. Angesichts der langen, hier abgebildeten Zeitspanne ist für weitere Aussagen eine zeitlich/tiefenmäßig differenzierte Betrachtung erforderlich, wie sie in Tabelle 3 erfolgt. Ebenfalls reich an Resttypen ist die ökologische Gruppe „Wald“ mit mehreren Arten, die im Pollenniederschlag nicht oder nur schwach erfasst sind. Die Grup-

Tabelle 2 Pflanzliche Großreste aus dem eemzeitlichen Torf von Biberach, ‚Großer Neuer Weiher‘, ökologisch geordnet, nach Summe und Stetigkeit.

Taxem, ökologische Gruppe	Organ	Summe	Stetigkeit	Deutscher Name
WALD				
<i>Picea abies</i>	Nadel	124	10	Fichte
<i>Abies alba</i>	Same	20	10	Weißtanne
<i>Abies alba</i>	Nadel	38	9	Weißtanne
<i>Betula pendula</i>	Fruchtschuppe	18	7	Hänge-Birke
<i>Picea abies</i>	Same	14	7	Fichte
<i>Carpinus betulus</i>	Nüsschen	8	7	Hainbuche
<i>Rubus idaeus</i>	Steinkern	29	6	Himbeere
<i>Alnus glutinosa</i>	Nüsschen	9	5	Schwarz-Erle
<i>Ajuga reptans</i>	Klause	15	4	Kriechender Günsel
<i>Betula</i>	Flügelnuss	51	3	Birke
<i>Salix</i>	Knospe	12	3	Weide
<i>Betula pendula</i>	Flügelnuss	3	3	Hänge-Birke
<i>Betula pubescens</i>	Fruchtschuppe	3	3	Moor-Birke
<i>Pinus sylvestris</i>	Same	3	3	Wald-Kiefer
<i>Quercus</i>	Knospe	11	2	Eiche
<i>Vitis sylvestris</i>	Same	2	2	Wild-Rebe
<i>Corylus avellana</i>	Knospe	20	1	Hasel
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Same	20	1	Heidelbeere
<i>Pinus</i>	Same	10	1	Kiefer
<i>Carpinus betulus</i>	Knospe	3	1	Hainbuche
<i>Abies alba</i>	Zapfenschuppe	3	1	Weißtanne
<i>Melampyrum pratense</i>	Same	2	1	Wiesen-Wachtelweizen
<i>Betula</i>	Knospe	1	1	Birke
<i>Pinus</i>	Zapfenschuppe	1	1	Kiefer
<i>Pinus mugo</i> agg.	Nadel	1	1	Berg-Kiefer
<i>Acer</i>	Knospe	1	1	Ahorn
<i>Clematis vitalba</i>	Frucht	1	1	Waldrebe
<i>Buxus sempervirens</i>	Same	1	1	Immergrüner Buchsbaum
<i>Sorbus aucuparia</i>	Same	1	1	Eberesche
<i>Eurhynchium striatum</i>	Gametophyt	1	1	Spitzblättriges Schönschnabelmoos
<i>Picea abies</i>	Knospe	1	1	Fichte
<i>Juniperus communis</i>	Same	1	1	Wacholder
MOOR				
<i>Carex fusca</i>	Innenfrucht	880	28	Braune Segge
<i>Potentilla palustris</i>	Nüsschen	255	18	Sumpf-Blutauge
<i>Carex bicarpellat</i>	Innenfrucht	81	17	Segge bicarpellat
<i>Carex pseudocyperus</i>	Innenfrucht	72	17	Zypergras-Segge
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Same	26	16	Fieberklee
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Gametophyt	55	12	Spitzblättriges Spießmoos
<i>Drepanocladus aduncus</i>	Gametophyt	82	10	Krallenblatt-Sichelmoos
<i>Carex rostrata</i>	Innenfrucht	48	10	Schnabel-Segge
<i>Carex tricarpellat</i>	Innenfrucht	44	9	Segge tricarpellat
<i>Drepanocladus</i>	Gametophyt	39	9	Sichelmoos

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Taxem, ökologische Gruppe	Organ	Summe	Stetigkeit	Deutscher Name
<i>Carex disticha</i>	Innenfrucht	51	7	Kamm-Segge
<i>Carex panicea</i>	Schlauch	41	7	Hirse-Segge
<i>Carex flacca/flava</i>	Innenfrucht	28	7	Blaugüne/Gelbe Segge
<i>Carex distans</i>	Innenfrucht	18	7	Lücken-Segge
<i>Carex acutiformis</i>	Innenfrucht	12	7	Sumpf-Segge
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Frucht	8	6	Scheidiges Wollgras
Cyperaceae	vegetativ	12	5	Sauergräser
<i>Pedicularis palustris</i>	Same	11	5	Sumpf-Läusekraut
<i>Carex panicea</i>	Innenfrucht	10	5	Hirse-Segge
<i>Carex acuta</i>	Innenfrucht	64	4	Zierliche Segge
<i>Carex curta</i>	Innenfrucht	40	4	Grau-Segge
<i>Carex acutiformis</i>	Schlauch	30	4	Sumpf-Segge
<i>Scheuchzeria palustris</i>	Frucht	6	4	Blumenbinse
<i>Carex distans</i>	Schlauch	5	4	Lücken-Segge
<i>Eriophorum</i>	vegetativ	13	3	Wollgras
<i>Carex vesicaria</i>	Innenfrucht	10	3	Blasen-Segge
<i>Rhynchospora alba</i>	Frucht	8	3	Weißer Schnabelbinse
<i>Carex pseudocyperus</i>	Schlauch	7	3	Zypergras-Segge
<i>Carex disticha</i>	Schlauch	4	3	Kamm-Segge
<i>Drosera rotundifolia</i>	Same	64	2	Rundblättriger Sonnentau
<i>Potentilla erecta</i>	Nüsschen	64	2	Blutwurz
<i>Carex curta</i>	Schlauch	3	2	Grau-Segge
<i>Cladium mariscus</i>	Frucht	3	2	Schneidried
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Frucht	3	2	Schmalblättriges Wollgras
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Same	2	2	Gewöhnlicher Froschlöffel
<i>Carex buxbaumii</i>	Innenfrucht	2	2	Moor-Segge
<i>Carex echinata</i>	Innenfrucht	2	2	Stern-Segge
<i>Carex hostiana</i>	Schlauch	2	2	Saum-Segge
<i>Carex paniculata</i>	Innenfrucht	2	2	Rispen-Segge
<i>Sphagnum</i>	Gametophyt	2	2	Torfmoos
<i>Drosera anglica</i>	Same	10	1	Langblättriger Sonnentau
<i>Molinia caerulea</i>	Karyopse	4	1	Pfeifengras
<i>Carex acuta</i>	Schlauch	3	1	Zierliche Segge
<i>Carex elata</i>	Schlauch	3	1	Steife Segge
<i>Carex hostiana</i>	Innenfrucht	2	1	Saum-Segge
<i>Carex riparia</i>	Innenfrucht	2	1	Ufer-Segge
<i>Filipendula ulmaria</i>	Frucht	2	1	Mädesüß
<i>Carex vesicaria</i>	Schlauch	1	1	Blasen-Segge
<i>Carex echinata</i>	Schlauch	1	1	Stern-Segge
<i>Carex paniculata</i>	Schlauch	1	1	Rispen-Segge
<i>Amblystegium kochii</i>	Gametophyt	1	1	Niedriges Wasserstumpfdeckelmoos
<i>Betula nana</i>	Fruchtschuppe	1	1	Zwergbirke
<i>Calliergon giganteum</i>	Gametophyt	1	1	Riesen-Schönmoos
<i>Carex</i>	Schlauch	1	1	Segge

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Taxem, ökologische Gruppe	Organ	Summe	Stetigkeit	Deutscher Name
<i>Carex</i>	vegetativ	1	1	Segge
<i>Carex dioica</i>	Innenfrucht	1	1	Zweihäusige Segge
<i>Carex limosa</i>	Schlauch	1	1	Schlamm-Segge
<i>Gentiana</i> cf. <i>asclepiadea</i>	Same	1	1	wohl Schwalbenwurz-Enzian
<i>Cirsium palustre</i>	Achäne	1	1	Sumpf-Kratzdistel
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Frucht	1	1	Scheuchzers Wollgras
<i>Geum</i> cf. <i>rivale</i>	Frucht	1	1	wohl Bach-Nelkenwurz
<i>Oenanthe peucedanifolia</i>	Spaltfrucht	1	1	Haarstrang-Wasserfenchel
<i>Poa palustris</i>	Karyopse	1	1	Sumpf-Rispengras
<i>Ranunculus flammula</i>	Nüsschen	1	1	Brennender Hahnenfuß
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Frucht	1	1	Seebinse
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Frucht	1	1	Wald-Simse

RÖHRLICHT

<i>Leptodictyum riparium</i>	Gametophyt	43	10	Ufer-Bachmoos
<i>Hygrohypnum luridum</i>	Gametophyt	6	4	Bräunliches Wasserschlammoos
<i>Apium nodiflorum</i>	Spaltfrucht	10	1	Knotenblütige Sellerie
<i>Brachythecium plumosum</i>	Gametophyt	3	1	Fedriges Neuhaarblattmoos
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Frucht	1	1	Graue Seebinse
<i>Scirpus triquetus</i>	Frucht	1	1	Dreikantige Teichbinse
<i>Utricularia</i>	Same	1	1	Wasserschlauch

WASSER

<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	Nüsschen	56	4	Wasser-Hahnenfuß
<i>Potamogeton</i>	Steinkern	9	2	Laichkraut
<i>Potamogeton natans</i>	Steinkern	6	2	Schwimmendes Laichkraut
<i>Potamogeton crispus</i>	Steinkern	4	2	Krauses Laichkraut
<i>Potamogeton gramineus</i>	Steinkern	3	2	Gras-Laichkraut
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Steinkern	2	2	Stumpfbältriges Laichkraut
<i>Groenlandia densa</i>	Steinkern	1	1	Dichtes Laichkraut
<i>Najas marina</i>	Same	1	1	Großes Nixenkraut
<i>Potamogeton coloratus</i>	Steinkern	1	1	Gefärbtes Laichkraut
<i>Potamogeton lucens</i>	Steinkern	1	1	Glänzendes Laichkraut
<i>Potamogeton pusillus</i>	Steinkern	1	1	Palmer Laichkraut

STÖRUNGSZEIGER

<i>Urtica dioica</i>	Nüsschen	61	5	Große Brennnessel
<i>Potentilla reptans</i>	Nüsschen	21	2	Kriechendes Fingerkraut
<i>Alopecurus aequalis</i>	Karyopse	10	1	Roter Fuchsschwanz
<i>Potentilla arenaria/supina</i>	Nüsschen	10	1	Sand-/Niedriges Fingerkraut
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Nüsschen	10	1	Gift-Hahnenfuß
<i>Alopecurus myosuroides/pratensis</i>	Karyopse	1	1	Acker-/Wiesen-Fuchsschwanz

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Taxem, ökologische Gruppe	Organ	Summe	Stetigkeit	Deutscher Name
<i>Phleum pratense</i>	Karyopse	1	1	Wiesen-Lieschgras
<i>Polygonum aviculare</i>	Frucht	1	1	Vogel-Knöterich
<i>Veronica chamaedrys</i>	Same	1	1	Gamander-Ehrenpreis
SONSTIGE				
Hypnales	Gametophyt	198	14	Seitenfrüchtige Laubmoose
<i>Fragaria/Potentilla</i>	Nüsschen	54	7	Erdbeere/Fingerkraut
<i>Brachythecium</i>	Gametophyt	1	1	Kurzbüchsenmoos
<i>Bryum</i>	Gametophyt	1	1	Birnmoos
SUMME		3102		
TYPENZAHL		129		

pen „Röhricht“ und „Wasser“ beinhalten weniger Taxa, sind aber von großer Aussagekraft, weil sie phasenweise sehr nasse Verhältnisse oder gar offenes Wasser anzeigen. Schließlich gibt es noch eine Gruppe „Störungszeiger“, die im jüngeren Holozän als Ruderalgruppe im weiteren Sinne klassifiziert würde, also Pflanzen, die an gestörten Stellen in Siedlungsnähe wachsen. Welche Art von Störung sie im Eem förderte, muss offen bleiben.

In Pollenzone 1 (*Pinus*) ist lokales Vorkommen von *Betula pendula* (Abb. 8,6) und *pubescens* (Abb. 8,7) sowie von *Pinus sylvestris* durch Großreste belegt, am Übergang zur Zone 2 (*Quercus*) auch von *Quercus* und *Acer* (Ahorn). An Waldbodenpflanzen sind *Eurhynchium striatum* und *Melampyrum pratense* erfasst. Zahlreiche Seggen und andere Moorpflanzen weisen auf ein artenreiches Niedermoor hin, so *Carex distans* (Abb. 10,1), *elata* (Abb. 10,2), *panicea* (Abb. 9,7), *pseudocyperus* (Abb. 9,8), *acutiformis*, *fusca* (Abb. 10,3) und *vesicaria* (Abb. 10,5), dazu *Alisma plantago-aquatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Pedicularis palustris* (Abb. 11,2), die Moose *Calliergonella cuspidata* und *Drepanocladus aduncus* (Abb. 10,8) sowie *Scirpus sylvaticus* (Abb. 11,13) und *Potentilla palustris*. Für ärmere Verhältnisse oder Hochmoorschlenken geben *Scheuchzeria palustris* und *Molinia caerulea* einen Anhaltspunkt. Die Moose *Leptodictyum riparium* und *Brachythecium plumosum* fügen sich hier ein. Einzige Wasserpflanze ist *Potamogeton gramineus* (Abb. 11,7), das in klaren, oligo-mesotrophen Gewässern oder Moortümpeln bei 20 bis 120 cm Wassertiefe wächst (Oberdorfer 1970, 92). Am Übergang zu Zone 2 (*Quercus*) tritt ein Wechsel ein: Einige Arten verschwinden, und mit *Carex acuta*, *disticha* und *panicu-*

lata kommen neue hinzu. *Polygonum aviculare* (Abb. 11,4) und *Veronica chamaedrys*, beide als Störungszeiger gewertet, kommen ebenfalls in Pollenzone 1 vor. Sie sind typisch für Trittrassen bzw. Trockensäume.

In Pollenzone 2 (*Quercus*) sind weiterhin beide Baumbirken durch Großreste lokal belegt, dazu *Quercus*. Das Artenspektrum an Moor- und Röhrichtpflanzen reduziert sich: Gesichert sind *Carex fusca*, *acuta* (Abb. 9,5), *disticha*, *distans*, *pseudocyperus*, *paniculata*, *hostiana* (Abb. 9,6), *limosa* und *curta*, von denen die beiden Letztgenannten eher oligotrophe Bedingungen anzeigen. Dazu kommen *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Gentiana* cf. *asclepiadea*, *Geum* cf. *rivale*, *Poa palustris*, *Eriophorum angustifolium* und *scheuchzeri* sowie die Moose *Drepanocladus aduncus*, *Calliergonella cuspidata*, *Leptodictyum riparium* und *Hygrohypnum luridum*. Als Störungszeiger treten *Alopecurus myosuroides/pratensis* und *Urtica dioica* auf.

In Zone 3 (*Corylus*) ist *Corylus avellana* (Abb. 10,10) durch Knospenschuppen belegt, dazu an weiteren Gehölzen *Betula pendula* und *Alnus glutinosa*, als weitere Pflanze des Waldes *Ajuga reptans*. Die Moorvegetation dünnt in der Artenvielfalt weiter aus. *Carex fusca*, *panicea*, *pseudocyperus*, *distans*, *disticha*, *buxbaumii* (Abb. 9,2), *acutiformis* und *curta* sind belegt, dazu *Drepanocladus aduncus*, *Calliergonella cuspidata* und *Hygrohypnum luridum*.

Die Großreste der Pollenzonen 4 (*Carpinus/Abies*) und 5 (*Picea*), nur aus wenigen Proben bestehend, sollen gemeinsam betrachtet werden: An Waldpflanzen sind nur *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* und *Ajuga reptans* (Abb. 8,2) belegt, an Moorpflanzen *Carex fusca*, *Carex flacca/flava*, *Cladium mariscus* und *Schoenoplectus taberna-*

8 Diverse Pflanzenteile in zehnfacher Vergrößerung: 1 *Abies alba* Mill. (Weißtanne). Nadelfragment (a), Nadel (b) und Same (c). – 2 *Ajuga reptans* L. (Kriechender Günsel). Klause dorsal (a) und ventral (b). – 3 *Alopecurus aequalis* Sobol. (Roter Fuchschwanz). Karyopse. – 4 *Alnus glutinosa* J. Gaertn. (Schwarz-Erle). Nüsschen. – 5 *Apium nodiflorum* (L.) Lag. (Knotenblütige Sellerie). Spaltfrucht. – 6 *Betula pendula* Roth (Hänge-Birke). Flügel-nuss (a) und Fruchtschuppe (b). – 7 *Betula pubescens* Ehrh. (Moor-Birke). Fruchtschuppe. – 8 *Carex acutiformis* Ehrh. (Sumpf-Segge). Schlauch.



montani. Dazu tritt *Pbleum pratense* auf. Die geringe Menge und Vielfalt korrespondiert mit der schlechten Pollenerhaltung.

Pollenzone 6 (*Abies*) zeigt wiederum eine größere Artenvielfalt. An Waldpflanzen sind *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus* (Abb. 9,1), *Abies alba* (Abb. 8,1), *Salix*, *Clematis vitalba* und *Ajuga reptans* erfasst. Aus dem Moor stammen *Carex distans*, *pseudocyperus*, *acutiformis*, *fusca*, *acuta*, *disticha*, *hostiana*, *curta* und *flaccalflava*, dazu *Calliergonella cuspidata*, *Cirsium palustre* (Abb. 10,6), *Amblystegium kochii* sowie, am Übergang zur nächsten Pollenzone, *Potentilla palustris*, *Scheuchzeria palustris* und *Cladium mariscus* (Abb. 10,7).

In Pollenzone 7 (*Abies/Carpinus*) fehlen unter den Waldpflanzen gegenüber Pollenzone 6 *Alnus glutinosa* (Abb. 8,4) und *Ajuga reptans*. Neu hinzu kommt *Buxus sempervirens*, der seit Pollenzone 6 auch als Pollen kontinuierlich auftritt (Abb. 12). Die Moorvegetation setzt sich aus *Carex distans*, *panicea*, *pseudocyperus*, *acutiformis* (Abb. 8,8), *fusca*, *vesicaria*, *disticha*, *curta*, *hostiana*, *rostrata* (Abb. 10,4), *Filipendula ulmaria*

(Abb. 10,9) und – am Übergang zur nächsten Pollenzone – *riparia* zusammen, dazu *Potentilla palustris*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Oenanthe peucedanifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Schoenoplectus lacustris*, *triqueter* und *tabernaemontani* (Abb. 11,14) sowie *Apium nodiflorum* (Abb. 8,5), weiterhin als Störungszeiger *Ranunculus sceleratus*.

In Pollenzone 8 (*Picea/Abies*) sind an Gehölzen *Picea* und *Abies* durch Großreste belegt sowie zu Beginn und am Ende *Vitis sylvestris* (Abb. 11,16). Von der Rebe sind dies die einzigen Samenfunde im Profil. Einzelne Pollenkörner finden sich hingegen in den Pollenzonen 10 und 11. Moorpflanzen beschränken sich in Zone 8 auf *Potentilla palustris*, *Rhynchospora alba* und *Eriophorum vaginatum*.

In Pollenzone 9 (*Pinus/Picea/Abies*) ist *Picea abies* (Abb. 11,3) als einziges Gehölz lokal belegt. Moorpflanzenfunde beschränken sich auf *Menyanthes trifoliata* und *Carex rostrata*.

Die Pollenzone 10 (*Pinus/Picea*) zeigt ein reichhaltigeres Spektrum an Großresten. An



9 Diverse Pflanzenteile in zehnfacher Vergrößerung: 1 *Carpinus betulus* L. (Hainbuche). Nuss Probe 18 (a), Probe 22 (b) und Probe 18, Innenseite (c). – 2 *Carex buxbaumii* Wahlenb. (Moor-Segge). Innenfrucht. – 3 *Carex dioica* L. (Zweihäusige Segge). Innenfrucht. – 4 *Carex echinata* Murray (Stern-Segge). Innenfrucht. – 5 *Carex acuta* L. (Schlanke Segge). Innenfrucht (a) und Schlauch (b). – 6 *Carex hostiana* DC. (Saum-Segge). Schlauch. – 7 *Carex panicea* L. (Hirse-Segge). Innenfrucht (b) und Schlauch (a). – 8 *Carex pseudocyperus* L. (Scheinzypergras-Segge). Innenfrucht.

Waldpflanzen sind *Abies alba*, *Salix*, *Picea* und *Rubus idaeus* (Abb. 11,12) belegt, an Moorpflanzen *Potentilla palustris* (= *Comarum palustre* [Abb. 11,9]), *Carex pseudocyperus*, *fusca*, *paniculata*, *flaccal/flava*, *echinata* (Abb. 9,4) und *rostrata*, weiterhin *Rhynchospora alba*, *Drosera anglica* und *rotundifolia* sowie *Calliergon giganteum*.

Pollenzone 11 (*Pinus* 2) umfasst ein mächtiges Torfpaket, aufgeteilt in 15 Einzelproben. An Waldarten sind *Betula*, *Pinus*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Rubus idaeus*, *Sorbus aucuparia* (Abb. 11,15) und *Juniperus communis* (Abb. 10,11) erfasst. Im Moor wuchsen *Menyanthes trifoliata* (Abb. 11,1) und *Potentilla palustris*, die Seggen *Carex panicea*, *pseudocyperus*, *acutiformis*, *fusca*, *flaccal/flava*, *vesicaria*, *rostrata* und *dioica* (Abb. 9,3), weiterhin *Eriophorum vaginatum*, *Potentilla erecta* (Abb. 11,6), *Ranunculus flammula*, *Betula nana*, *Alopecurus aequalis* (Abb. 8,3), *Potentilla supina* (Abb. 11,10), *Sphagnum*, *Leptodictyum riparium* und *Drepanocladus*. Mit den

Laichkräutern *Potamogeton obtusifolius*, *natans*, *crispus*, *pusillus* und *lucens* (Abb. 11,8) sowie *Groenlandia densa* (Abb. 11,5), weiterhin mit *Najas marina* und *Ranunculus aquatilis* agg. (Abb. 11,11) ist eine ganze Reihe von Wasserpflanzen nachgewiesen.

In der Pollenzone 12 (*Betula/Pinus/NBP*) wurden keine bestimmmbaren Großreste gefunden.

4 DISKUSSION

Nachdem man bis dato Findlinge im Alpenvorland als Spuren der Sintflut gedeutet hatte, führte dies Karl Friedrich Schimper 1835 erstmals auf Gletschervorstöße zurück (Krüger 2008). Als sich diese Vorstellung allmählich durchgesetzt hatte, man aber lange von einer einzigen Eiszeit ausgegangen war, postulierten zu Beginn des 20. Jahrhunderts Albrecht Penck und Eduard Brückner eine Abfolge von

- 10 Diverse Pflanzenteile in zehnfacher Vergrößerung: 1 *Carex distans* L. (Entferntährige Segge). Innenfrucht. – 2 *Carex elata* All. (Steife Segge). Schlauch. – 3 *Carex fusca* (L.) Reichard (Wiesen-Segge). Schlauch. – 4 *Carex rostrata* Stokes (Schnabel-Segge). Innenfrucht. – 5 *Carex vesicaria* L. (Blasen-Segge). Schlauch. – 6 *Cirsium palustre* (L.) Scop. (Sumpf-Kratzdistel). Achäne. – 7 *Cladium mariscus* (L.) Pohl (Binsen-Schneide). Innenfrucht. – 8 *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) C. F. Warnstorff (Krallenblatt-Sichelmoos). Gametophyt. – 9 *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (Echtes Mädesüß). Frucht. – 10 *Corylus avellana* L. (Haselnuss). Nuss Außenseite (a) und Innenseite (b). – 11 *Juniperus communis* L. (Gewöhnlicher Wacholder). Same.



wenigstens vier, durch längere Warmphasen getrennten Vergletscherungen im Alpenvorland (Penck/Brückner 1909). Während diese Ansicht allmählich Zustimmung fand, wurden im Umkreis der nordischen Inlandvereisung vermehrt organische Lagerstätten aus unterschiedlichen Interglazialen, aber auch Interstadialen, also wärmeren Phasen innerhalb der Glaziale, gefunden und bearbeitet (Lang 1994, 271–280). Die chronologische Korrelation dieser Warm- und Kaltphasen erwies sich als schwieriges Puzzlespiel – eine genaue absolute Datierung ist problematisch, weil die Radiokarbonmethode altersbedingt ausfällt. Mindestens ebenso schwierig war es, die Abläufe in den einzelnen europäischen Regionen in Übereinstimmung zu bringen und einem einheitlichen Klimageschehen zuzuordnen. Einen Durchbruch brachten an dieser Stelle Sauerstoffisotopenkurven an Tiefseesedimenten und Eis-

bohrkernen, die aber gleichzeitig die Geschichte noch komplexer werden ließen. Das führte zu einer Untergliederung des etwa drei Millionen Jahre andauernden Quartärs in 103 Isotopenstadien (Wright 2001).

Mittlerweile gilt die Verknüpfung der alpinen Vereisungen mit den im nördlichen Europa definierten Vereisungen und den nach dortigen Typuslokalitäten benannten Interglazialen sowie mit den Isotopenstadien als weitgehend gesichert. Demnach folgt während des Mittelpleistozäns im Alpenvorland auf die Donau-Kaltzeit die Cromer-I-Warmzeit, darauf die Günz-Kaltzeit, wenn man das Altpleistozän, das noch viele offene Fragen aufwirft, außer Acht lässt (Lang 1994, 273). In der alpinen Günz-Eiszeit verbergen sich mehrere Warmzeiten, die als Cromer-Komplex bezeichnet werden. Die letzte davon, Cromer IV, wird mit der Günz-Mindel-Warmzeit gleich-

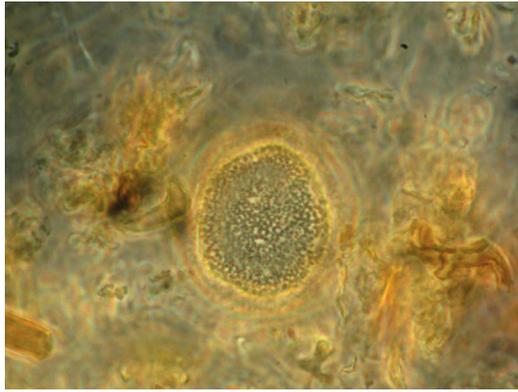


11 Diverse Pflanzen-
teile in zehnfacher
Vergrößerung: 1 *Me-
nyanthes trifoliata* L.
(Fieberklee). Same. –
2 *Pedicularis palustris* L.
(Sumpf-Läusekraut).
Same. – 3 *Picea abies*
(L.) H. Karst. (Gewöhn-
liche Fichte). Nadel (a)
und Zapfenschuppe
(b). – 4 *Polygonum avi-
culare* L. (Vogel-Knöte-
rich). Frucht. – 5 *Groen-
landia densa* (L.) Fourr.
(Dichtes Fischkraut).
Steinkern. – 6 *Potentilla*
erecta L. (Blutwurz).
Nüsschen. – 7 *Potamo-
geton gramineus* L.
(Gras-Laichkraut).
Steinkern. – 8 *Potamo-
geton lucens* L.
(Glanz-Laichkraut).
Steinkern. – 9 *Coma-
rum palustre* L. (Sumpf-
Blutauge). Nüsschen.
– 10 *Potentilla supina*
L. (Niedriges Finger-
kraut). Nüsschen. –
11 *Ranunculus aquatilis*
agg. (Wasser-Hahnen-
fuß). Nüsschen. –
12 *Rubus idaeus* L.
(Himbeere). Frucht-
stein. – 13 *Scirpus*
sylvaticus L. (Wald-
Simse). Frucht. –
14 *Schoenoplectus*
tabernaemontani
(C. C. Gmel.) Palla
(Salz-Teichsimse).
Frucht. – 15 *Sorbus*
aucuparia L. (Gewöhn-
liche Vogelbeere).
Same. – 16 *Vitis sylves-
tris* C. C. Gmel. (Wilde
Weinrebe). Same. –
17 *Pinus sylvestris*. Na-
del (a) und Same (b).

gesetzt. Auf die dreigliedrige Mindel-Kaltzeit folgt eine ebenfalls dreigliedrige Warmzeit, die als Holstein bekannt ist. Auch die nachfolgende Riß-Kaltzeit, der Saale-Kaltzeit im Norden entsprechend, ist dreigeteilt. Ihr folgt die Eem-Warmzeit, die dem Isotopenstadium 5e entspricht und zwischen 130 000 und 115 000 vor heute angesetzt wird, also unter Einbezug der Endstadien etwa 15 000 Jahre andauerte, wie durch Jahresschichtenzählungen an Seeablagerungen in Nordwestdeutschland ermittelt werden konnte (H. Müller 1974). Auf das Eem folgt die Würm-Kaltzeit und zwar zunächst das Frühwürm mit einer Abfolge von Stadien und Interstadien bis etwa 70 000 vor heute.

Das Mittelwürm mit zwei starken Gletschervorstößen zu Beginn und gegen Ende und drei relativ schwachen Interstadien in der Mitte geht nach 20 000 vor heute in das Spätwürm über, in dem – nach einer Abfolge von mindestens zwei Interstadien und Stadien mit einem endgültigen Temperaturanstieg – um 11 000 vor heute (kalibriert) der Übergang zum Holozän erfolgt.

Während sich die Geowissenschaften mit geologisch-geomorphologischen Spuren des quartären Geschehens in der Landschaft in Gestalt von Moränen, fluvioglazialen Schotterfeldern, Sandern, Lössdecken usw. befassen und dabei vor allem kaltzeitliche Überlieferung an-



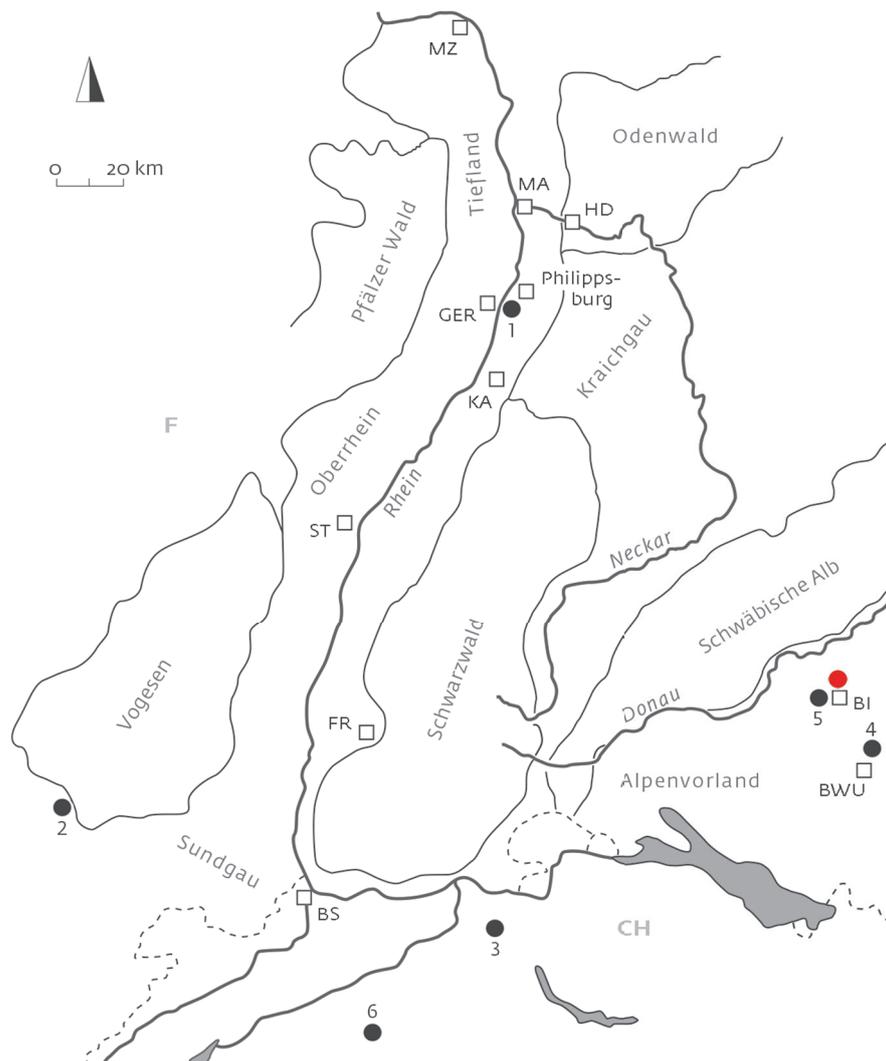
12 Biberach, 'Großer Neuer Weiher'. *Buxus sempervirens* (Buchsbaum), Pollen, Originalgröße 32 µm.

das nördliche Oberschwaben (Abb. 1). Südlich davon haben die würmzeitlichen Gletscher ältere Lockersedimente, beispielsweise aus dem Eem-Interglazial, ausgeräumt und zerstört. Die maximale rißzeitliche Vergletscherung war weitläufiger und reichte über die Donau hinaus (Schreiner 1997). Sie hat Hohlformen geschaffen, die im Eem-Interglazial mit Lockersedimenten oder Torf verfüllt und anschließend mangels Vergletscherung nicht ausgeräumt wurden. In einem rund 10 bis 40 km breiten Streifen zwischen Jung-Endmoräne und Südrand der Schwäbischen Alb ist daher bevorzugt mit Ablagerungen der Eem-Warmzeit zu rechnen.

treffen, untersucht die Quartärbotanik pflanzliche Mikro- und Makrofossilien organischer Lagerstätten wie Moore und Seen, die sich als glazial gebildet haben, aber vorwiegend interglazial verfüllt wurden. Über die botanisch-vegetationsgeschichtlichen Fragen hinaus steht dabei die Klimageschichte im Fokus des Interesses.

Das Eem ist von allen Interglazialen das vegetationsgeschichtlich am besten dokumentierte. Dennoch sind in ganz Europa nur gegen 40 Fundstellen bekannt, davon 16 im südlichen Mitteleuropa (Lang 1994, 293 f.) und darunter wiederum drei – Bad Wurzach (Lkr. Ravensburg), Jammertal (Lkr. Biberach) und Biberach – in Baden-Württemberg (German et al. 1968; U. C. Müller 2000). In der weiteren Um-

Die Grenze der maximalen würmzeitlichen Vereisung, die Jung-Endmoräne, verläuft durch



13 Lage des Biberacher (in Rot) und weiterer eemzeitlicher Profile in benachbarten Großräumen: 1 Jockgrim, 2 Grande Pile (J.-L. de Beaulieu/M. Reille), 3 Sulzberg-Wettingen (M. Welten), 4 Bad Wurzach (E. Grüger/A. Schreiner), 5 Jammertal (U. Müller), 6 Gondiswil.

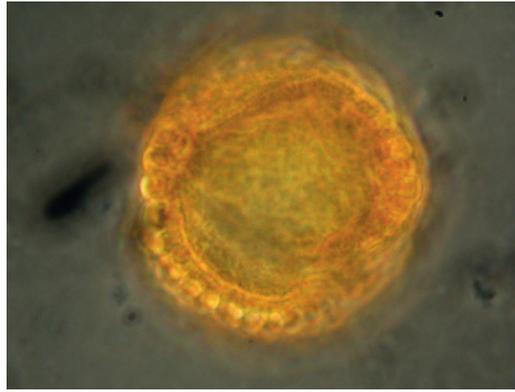
gebung gibt es noch mehr oder weniger vollständige eemzeitliche Profile aus Gondiswil und Sulzberg-Wettingen im Schweizer Mittelland sowie von der Grande Pile in den Vogesen (Wegmüller 1992; Welten 1988; De Beaulieu/Reille 1992) (Abb. 13).

Wie alle Interglaziale und auch das Holozän lässt sich das Eem in vier Phasen gliedern, die man für klimatisch indiziert hält und die kryokratisch, protokratisch, mesokratisch und telokratisch genannt werden (Iversen 1958; Andersen 1966). Dabei gehört die kryokratische Phase eigentlich noch zur vorausgehenden Kaltzeit, während das eigentliche Eem erst mit der protokratischen Phase beginnt.

Neben der noch zur Riß-Kaltzeit gehörenden kryokratischen Phase sind in Biberach alle Phasen des Eems vertreten und zwar aufgrund größerer Schichtmächtigkeit und engerer Beprobung besser aufgelöst als im nahen Jammertal (U. C. Müller 2000). Der entwickelten protokratischen Phase entspricht die Pollenzone 1: In lichten Wäldern aus Waldkiefern und Baumbirken breiten sich Ulmen und Eschen aus; Eiche, Hasel und Eibe wandern ein. Die Stechpalme ist von Pollenzone 1 bis 8 belegt (Abb. 14). In der Senke hat sich ein artenreiches Niedermoor mit Großseggenbeständen gebildet. Das Bestandsklima des Waldes ist noch so lichtoffen, dass sich heliophile Kräuter behaupten können.

Die Pollenzonen 2 und 3 mit der Dominanzabfolge Ulme – Eiche – Hasel entsprechen dem ersten Teil der mesokratischen Phase. Dass das Haselmaximum nach demjenigen von Ulme und Eiche liegt, ist charakteristisch für das Eem und unterscheidet es vom Holozän, wo das Haselmaximum dem des Eichenmischwaldes vorausleitet. Das Vorkommen der wichtigen Gehölze ist durch Großreste lokal belegt. Die Erle spielt noch keine große Rolle. Das Moor ist weiterhin ein eutrophes Ried mit Groß- und Kleinseggenrasen und einer gewissen Tendenz zu einem mesotrophen Zustand. Gegen Ende der Haselphase erreicht die Eibe ihr Maximum, übersteigt dabei aber kaum 10%. Damit fällt ihr Anteil viel geringer aus als in anderen südmitteleuropäischen Diagrammen wie demjenigen von Zeifen (Lkr. Traunstein), Eurach (Lkr. Weilheim-Schongau), Samerberg (Lkr. Rosenheim) oder Gondiswil (Kt. Bern) (Jung et al. 1972; Beug 1979; Grüger 1979; Wegmüller 1992).

Auch im Jammertal steigt die Eibe kurzfristig auf 30% und ist dominant (U. C. Müller 2000, 127). Die geringeren Werte in Biberach sind vermutlich auf einen Hiatus zurückzuführen, dem das Eibenmaximum zum Opfer gefallen ist. Dafür spricht neben der schlechten Pollenerhaltung in Pollenzone 3 und 4 ebenfalls der sehr steile und gleichzeitige Anstieg der



14 Biberach, „Großer Neuer Weiher“. *Ilex aquifolium* (Stechpalme), Pollen, Originalgröße 43 µm.

Kurven von Hainbuche und Weißtanne. Gemäß den Warvenzählungen in Bispingen (Heidekreis) kann der erste Teil der mesokratischen Phase auf zwei bis drei Jahrtausende Dauer veranschlagt werden (H. Müller 1974).

Der zweite Teil der mesokratischen Phase entspricht den Pollenzonen 4 bis 8. In Zone 4 sind Hainbuche und Weißtanne gleichauf; in Zone 5 fällt die Hainbuche ab und die Fichte schließt zur Weißtanne auf und überflügelt sie sogar. In Pollenzone 6 erreicht die Tanne ihr Maximum, während die Fichte wieder zurückgeht. In Pollenzone 7 geht die Weißtanne langsam zurück, und die Hainbuche ist wieder gleich häufig. In Zone 8 fällt die Hainbuche ab, die Weißtanne behauptet sich, aber die Fichte wird dominierend; Kiefer und Birke nehmen etwas zu. Neben diesen dominierenden Holzarten sind auch Immergrüne – nämlich Efeu, Buchsbaum und Eibe – durch Pollen und teilweise Großreste belegt. Im Moor bilden sich neben nährstoffreichen Niedermoorbereichen oligotrophe Stellen mit Tendenz zum Hochmoor, charakterisiert durch Blasenbinse, Weiße Schnabelbinse, Scheidiges Wollgras oder Blutwurz. Diese Phase wird in Bispingen auf vier Jahrtausende veranschlagt. Im südlichen Mitteleuropa ist sie durch ein Zusammen- oder Wechselspiel aus Hainbuche, Weißtanne und Fichte gekennzeichnet, während weiter nördlich die Weißtanne zurücktritt bzw. fehlt und die Fichte meist seltener ist. Im Jammertal gibt es keine Abfolge von zwei Hainbuchen- und zwei Tannengipfeln, unterbrochen von einem Fichtenvorstoß, was möglicherweise der schlechteren Auflösung geschuldet ist.

Die telokratische Phase ist durch Ablösung der klimatisch anspruchsvolleren sommergrünen Laubgehölze durch zunächst noch Fichte und Tanne, später vor allem Kiefer und zunehmend auch Birke gekennzeichnet. Das sind in Biberach die Pollenzonen 9 bis 11. In Bispingen dauert diese Phase mindestens vier Jahrtausende an. In Zone 9 sind Fichte und Kiefer noch gleichauf, und die Tanne ist gut vertreten. Buchsbaum, Efeu und Spuren anderer, eher thermophiler Gehölze sprechen noch für

eher mildes Klima. Neben der Rotbuche erscheint jetzt aber auch die Zirbelkiefer, heute ein Baum der zentralalpiner Waldgrenze und des kalt-kontinentalen Klimas. Pollenzone 10 zeigt in Biberach wenig Veränderung, thermophile Gehölze sind immer noch durch Großreste lokal belegt. Die Nichtbaumpollenwerte sprechen in Zone 9 für geschlossene Bewaldung, und erst in Zone 10 zeichnet sich eine beginnende Auflichtung ab. Im Moor schreitet die Oligotrophierung und Versauerung in Richtung Hochmoor fort, wie Weiße Schnabelbinse, Rundblättriger Sonnentau und größere Mengen von Torfmoossporen nahelegen.

Deutlich anders stellt sich die Situation in Zone 11 dar: Neben der vorherrschenden Kiefer spielen nur noch Birke und Fichte eine Rolle; die übrigen Gehölze sind weitgehend verschwunden. Der Anstieg der Gräser und Kräuter weist bereits auf erhebliche Entwaldung hin, zumindest in Pollenzone 11a. In Zone 11b scheint sich das Klima wieder etwas gebessert zu haben und der Wald erneut dichter geworden zu sein, wie der nochmalige Rückgang der Offenlandzeiger nahelegt. Immer noch ist örtliches Vorkommen von Weißtanne und Fichte belegt. Dies kontrastiert mit Nachweisen von Bergkiefer und Zwergbirke. Zahlreiche Laichkräuter deuten auf offenes Wasser hin. Eine weitere Wasserpflanze, das Große Nixenkraut, gilt als ausgesprochener Wärmezeiger. Gemessen an den aktuellen Temperaturansprüchen sendet die pflanzliche Überlieferung also durchaus widersprüchliche Klimasignale.

Eindeutig ist hingegen die Botschaft der Pollen von Zone 12: Ein Anstieg der Gräser und Kräuter reflektiert weitgehende Entwaldung. Die Gehölzvegetation besteht aus Kiefer, Birke, Zirbelkiefer, Lärche und Pappel. Spuren anderer Gehölze sind als Fernflug oder umgelagertes Material zu werten. Großreste wurden hier keine gefunden. Diese Zone gehört nicht mehr zur telokratischen Phase und damit überhaupt nicht mehr in die Eem-Warmzeit, sondern leitet die Würm-Eiszeit ein.

Die eemzeitliche Vegetationsentwicklung weist in Mitteleuropa neben gemeinsamen Zügen auch deutliche regionale Unterschiede auf (Lang 1994, 277 f.). Ähnlich wie im Holozän gilt das vor allem für den zweiten Teil der mesokratischen sowie die telokratische Phase. Die Unterschiede markieren einen Nord-Süd-Gradienten innerhalb Mitteleuropas und bestehen vor allem aus der Beteiligung einerseits der Hainbuche und von Weißtanne und Fichte andererseits. Während im Norden der zweite Teil der mesokratischen Phase von der Hainbuche dominiert wird, bleibt diese im Süden relativ schwach und tritt hinter Weißtanne und Fichte zurück. Biberach lässt sich

hier erwartungsgemäß bei den süddeutschen Profilen anschließen, wenngleich die Beteiligung der Hainbuche recht stark ist und diese zweimal, zu Beginn und gegen Ende der Phase, sogar zur Dominanz gelangt. Das Verhältnis Weißtanne/Fichte – Hainbuche wird möglicherweise mehr von der Höhenlage als von der geographischen Breite beeinflusst (U. C. Müller 2000, 129 f.). In Abhängigkeit von der geographischen Länge sinkt die Höhengrenze zwischen Hainbuchen- und Nadelholzdominanz von 620 m ü. NN im Westen auf 520 m ü. NN im Osten (U. C. Müller 2000, 129). Die Profile von Biberach und Jammertal liegen räumlich benachbart in annähernd gleicher Höhe (578 bzw. 579 m ü. NN). Während im Jammertal Hainbuchendominanz konstatiert wurde, die nur am Ende in eine schwache Tannendominanz übergeht, gibt es in Biberach die komplexe Abfolge: Hainbuchen-Weißtannen-Kodominanz, Fichtendominanz, Tannendominanz, Tannen-Hainbuchen-Kodominanz und Hainbuchen-Dominanz. Dies wirft für das Jammertal wiederum die Frage auf, ob die Sequenz vollständig ist. Die Geschichte scheint komplexer zu sein, als es das von Ulrich C. Müller (2000, 130) vorgelegte Höhenlagen-Dominanz-Diagramm für oberschwäbische eemzeitliche Profile glauben macht. Insbesondere für die vorneolithische Zeit werden Vegetationsveränderungen oft klimatisch erklärt. Eine solche monokausale Sichtweise wird der Komplexität von Ökosystemen und ihren biotischen und abiotischen Komponenten ebenso wenig gerecht wie der genetischen, physiologischen und ökologischen Varianz von Arten. Aus vegetationsgeschichtlichen Daten abgeleitete klimageschichtliche Schlüsse sind daher Narrative, die stets einer kritischen Betrachtung bedürften und unter Umständen durch andere, wahrscheinlichere Narrative ersetzt werden müssen. Eine klimatische Deutung der Entwicklung in der zweiten Hälfte der mesokratischen Phase in Biberach könnte dahingehend lauten, dass aufgrund von trockenem, kontinental getöntem Klima nach der Tannenausbreitung in Zone 4 die Hainbuche kurzfristig die Oberhand gewinnen konnte. Beide Bäume sind Schatthölzer, doch hat die Tanne aufgrund ihrer Wuchshöhe und ihrer Lebenserwartung Konkurrenzvorteile, sofern eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet ist. In Zone 5 hätte dann kühles Klima den Nadelhölzern zur Vorherrschaft verholfen, bevor in Zone 6 größere Ozeanität und Wärme die Fichte zurückdrängte. In Zone 7 hätte daraufhin verstärkte Wärme und Trockenheit zu einer erneuten Hainbuchenausbreitung und schließlich zum Rückgang der Tanne geführt. Und die darauffolgende stärkere Abkühlung hätte in Zone 8 und 9 einen endgültigen Hain-

buchenrückgang und eine erneute Nadelholzherrschaft nach sich gezogen. Dieses Szenario berücksichtigt weder eine Bodenentwicklung noch Wildverbiss oder Parasitenbefall, weshalb es vermutlich allenfalls teilweise zutreffen dürfte und durch andere Klimaproxies zu überprüfen wäre.

Welche klimageschichtlichen Folgerungen sind nun aus diesem Profil zu ziehen? Zweifellos stellt die Entwicklung bis zur Etablierung der Weißtanne die biotische Reaktion auf eine vorhergegangene Klimabesserung am Ende des Rib-Kryomers dar. Ebenso steht außer Zweifel, dass die Verdrängung thermophiler Gehölze und die zunehmende Entwaldung in Pollenzone 11 und vor allem 12 eine Reaktion auf eine starke Abkühlung am Beginn des Frühwürms darstellen. Kann aber der Rückgang von Hainbuche und Weißtanne zugunsten von Fichte und Kiefer während Pollenzone 9 und 10 ebenfalls klimatisch interpretiert werden? Die Antwort lautet nein. Das zeigt nicht nur der Fortbestand thermophiler Pflanzen, sondern auch ein Vergleich mit dem Holozän. Dort ist die Firbas-Zone Xb, die etwa dem 18. bis 20. Jahrhundert n. Chr. entspricht, ebenfalls durch Vorherrschaft von Kiefer und Fichte gekennzeichnet. Niemand macht hier-

für einen Klimawandel verantwortlich, zumal dieser in die falsche Richtung, nämlich hin zu höheren Temperaturen verlaufen würde, sondern es handelt sich hier unbestritten um das Resultat der neuzeitlichen Aufforstung der im Mittelalter und der frühen Neuzeit zerstörten Wälder, also um ein anthropogenes Signal. Die Firbas-Zone Xb hat folglich mit der telokratischen Phase des Eems nichts zu tun. Da für das Eem anthropogene Ursachen ausscheiden – dem Neandertaler werden keine solchen landschaftsverändernden Fähigkeiten zugestanden –, bleibt zu fragen, was diesen Vegetationswandel verursacht hat. Möglicherweise war es die Bodenentwicklung, die hin zu Podsolen und Pseudogleyen, also eher ungünstigen, sauren und nährstoffarmen sowie vernässten Böden führte, auf denen die Konkurrenzkraft von Hainbuche und Tanne schwand, weshalb sie von Fichte und später Kiefer verdrängt wurden. Warum geschah dies in der zweiten Hälfte des Holozäns nicht, als die Böden eine ebenso lange Entwicklung durchlaufen hatten wie im späten Eem? Hier kommt wiederum der Mensch ins Spiel, der durch seine wirtschaftliche Tätigkeit Bodenerosion und kolluviale Bodenverlagerung auslöste, wodurch vielerorts eine Bodenbildung immer wieder neu einsetzen konnte.

Tabelle 3 Pflanzliche Großreste aus dem eemzeitlichen Torf von Biberach, 'Großer Neuer Weiher', ökologisch geordnet, dargestellt für einzelne Proben (die Probe Nr. 36 sowie alle Proben der Pollenzone 12 erbrachten keine Ergebnisse). Mit Punktlinien abgetrennt sind

Probennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Tiefe ü. NN (cm)	575,01	575,06	575,11	575,16	575,21	575,26	575,31	575,36	575,41	575,46	575,51	575,56	575,61	575,66	575,71	575,76	575,81	575,86	575,91	575,96	576,01	576,06	576,11	576,16	576,21	576,26	576,31	
Probenvolumen (l)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Pollenzone	1			2				3					4			5			6			7						
Taxon, ökologische Gruppe	Organ																											
WALD																												
<i>Betula pendula</i>	Flügelnuss	1	1		1																							
<i>Betula pendula</i>	Fruchtschuppe		2	8		3	1	1					2								1							
<i>Betula pubescens</i>	Fruchtschuppe		1		1	1																						
<i>Betula</i>	Flügelnuss																											
<i>Betula</i>	Knospe			1																								
<i>Pinus sylvestris</i>	Same	1																										
<i>Pinus</i>	Same																											
<i>Pinus</i>	Zapfenschuppe																											
<i>Eurhynchium striatum</i>	Gametophyt		1																									
<i>Melampyrum pratense</i>	Same			2																								
<i>Quercus</i>	Knospe				1	10																						
<i>Acer</i>	Knospe				1																							
<i>Corylus avellana</i>	Knospe									20																		
<i>Ajuga reptans</i>	Klause												2			9					3	1						
<i>Alnusglutinosa</i>	Nüsschen												1	1				1			3	3						
<i>Carpinus betulus</i>	Nüsschen												1					1	1			1					2	
<i>Carpinus betulus</i>	Knospe																					3						
<i>Abies alba</i>	Same																							1	4	6	1	
<i>Abies alba</i>	Nadel																					7	2	10	5	6		
<i>Abies alba</i>	Zapfenschuppe																											
<i>Salix</i>	Knospe																							1				
<i>Clematis vitalba</i>	Frucht																							1				
<i>Buxus sempervirens</i>	Same																											
<i>Vitis sylvestris</i>	Same																											
<i>Picea abies</i>	Same																											
<i>Picea abies</i>	Nadel																											
<i>Picea abies</i>	Knospe																											
<i>Rubus idaeus</i>	Steinkern																											
<i>Pinus mugo</i> agg.	Nadel																											
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Same																											
<i>Sorbus aucuparia</i>	Same																											
MOOR																												
<i>Carex distans</i>	Innenfrucht	1	2	2		1								1										10		1		
<i>Carex distans</i>	Schlauch	1			1																					2	1	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Same	1		1																								
<i>Carex elata</i>	Schlauch	3																										

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Probennummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Tiefe ü. NN (cm)		575,01	575,06	575,11	575,16	575,21	575,26	575,31	575,36	575,41	575,46	575,51	575,56	575,61	575,66	575,71	575,76	575,81	575,86	575,91	575,96	576,01	576,06	576,11	576,16	576,21	576,26	576,31	
Probenvolumen (l)		0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Pollenzone		1			2				3					4			5			6			7						
Taxon, ökologische Gruppe	Organ																												
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Same	1	1		1			1																					
<i>Pedicularis palustris</i>	Same	2	5	2																									
<i>Carex panicea</i>	Schlauch	2	8	26				1																					2
<i>Carex panicea</i>	Innenfrucht			4								2																	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Gametophyt	5	2	3	5	10	13	3			1				1								1						
<i>Drepanocladus aduncus</i>	Gametophyt	31	33	2		1	3								1														
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Frucht		1																										
<i>Potentilla palustris</i>	Nüsschen		2			5	12																				2		
<i>Scheuchzeria palustris</i>	Frucht		1																							3		1	
<i>Molinia caerulea</i>	Karyopse			4																									
<i>Carex pseudocyperus</i>	Innenfrucht			2						1														2				3	
<i>Carex pseudocyperus</i>	Schlauch			4			2																		1				
<i>Carex acutiformis</i>	Innenfrucht				1																			6	1	1			
<i>Carex acutiformis</i>	Schlauch											1												8	20				
<i>Carex fusca</i>	Innenfrucht			2	19	17	30	12	56	13	12	3			1				41	295			30	20	5	19	31		
<i>Carex vesicaria</i>	Innenfrucht			3																							6		
<i>Carex vesicaria</i>	Schlauch																									1			
<i>Drepanocladus</i>	Gametophyt				1	2	10																						
<i>Carex acuta</i>	Innenfrucht				17	33	13																1						
<i>Carex acuta</i>	Schlauch				3																								
<i>Carex disticha</i>	Innenfrucht				3	18	9				11	4															2		4
<i>Carex disticha</i>	Schlauch					1																				2		1	
<i>Carex paniculata</i>	Innenfrucht				1																								
<i>Carex paniculata</i>	Schlauch					1																							
<i>Gentiana cf. asclepiadea</i>	Same					1																							
<i>Geum cf. rivale</i>	Frucht					1																							
<i>Poa palustris</i>	Karyopse					1																							
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Frucht					2			1																				
<i>Carex limosa</i>	Schlauch					1																							
<i>Carex curta</i>	Innenfrucht					30			2	7																		1	
<i>Carex curta</i>	Schlauch								1																	2			
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Frucht					1																							
<i>Carex hostiana</i>	Schlauch							1																				1	
<i>Carex hostiana</i>	Innenfrucht																									2			
<i>Carex buxbaumii</i>	Innenfrucht								1	1																			
<i>Carex flacca/flava</i>	Innenfrucht																			1				1	13				
<i>Cladium mariscus</i>	Frucht																				1					2			
<i>Cirsium palustre</i>	Achäne																								1				
<i>Amblystegium kochii</i>	Gametophyt																							1					
<i>Carex echinata</i>	Innenfrucht																									1			

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Probennummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Tiefe ü. NN (cm)		575,01	575,06	575,11	575,16	575,21	575,26	575,31	575,36	575,41	575,46	575,51	575,56	575,61	575,66	575,71	575,76	575,81	575,86	575,91	575,96	576,01	576,06	576,11	576,16	576,21	576,26	576,31
Probenvolumen (l)		0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pollenzone		1			2				3					4			5			6			7					
Taxon, ökologische Gruppe	Organ																											
<i>Carex echinata</i>	Schlauch																								1			
<i>Carex rostrata</i>	Innenfrucht																										1	1
<i>Rhynchospora alba</i>	Frucht																											4
<i>Filipendula ulmaria</i>	Frucht																										2	
<i>Oenanthe peucedanifolia</i>	Spaltfrucht																											
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Frucht																											
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Frucht																											
<i>Carex riparia</i>	Innenfrucht																											
<i>Potentilla erecta</i>	Nüsschen																											
<i>Drosera anglica</i>	Same																											
<i>Drosera rotundifolia</i>	Same																											
<i>Calliergon giganteum</i>	Gametophyt																											
<i>Ranunculus flammula</i>	Nüsschen																											
<i>Betula nana</i>	Fruchtschuppe																											
<i>Carex dioica</i>	Innenfrucht																											
<i>Carex bicarpellat</i>	Innenfrucht			1	2	1	15			1											1					23		3
<i>Carex tricarpellat</i>	Schlauch		1									22								1			5	3			1	
<i>Carex</i>	Schlauch									1																		
<i>Carex</i>	vegetativ					1																						
<i>Cyperaceae</i>	vegetativ							1		6														3				1
<i>Eriophorum</i>	vegetativ																											
<i>Sphagnum</i>	Gametophyt																											
RÖHRLICHT																												
<i>Brachythecium plumosum</i>	Gametophyt			3																								
<i>Leptodictyum riparium</i>	Gametophyt			1		1																						
<i>Utricularia</i>	Same			1																								
<i>Hygrohypnum luridum</i>	Gametophyt					3					1	1				1												
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Frucht																			1								
<i>Scirpus triquetar</i>	Frucht																											1
<i>Apium nodiflorum</i>	Spaltfrucht																											
WASSER																												
<i>Potamogeton gramineus</i>	Steinkern	2	1																									
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Steinkern																											
<i>Potamogeton coloratus</i>	Steinkern																											
<i>Potamogeton natans</i>	Steinkern																											
<i>Potamogeton</i>	Steinkern																											
<i>Najas marina</i>	Same																											
<i>Potamogeton crispus</i>	Steinkern																											
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	Nüsschen																											

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Probennummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Tiefe ü. NN (cm)		575,01	575,06	575,11	575,16	575,21	575,26	575,31	575,36	575,41	575,46	575,51	575,56	575,61	575,66	575,71	575,76	575,81	575,86	575,91	575,96	576,01	576,06	576,11	576,16	576,21	576,26	576,31
Probenvolumen (l)		0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pollenzone		1			2				3					4			5			6			7					
Taxon, ökologische Gruppe	Organ																											
<i>Potamogeton pusillus</i>	Steinkern																											
<i>Groenlandia densa</i>	Steinkern																											
<i>Potamogeton lucens</i>	Steinkern																											
STÖRUNGSANZEIGER																												
<i>Polygonum aviculare</i>	Frucht	1																										
<i>Veronica chamaedrys</i>	Same		1																									
<i>Alopecurus myosuroides/pratense</i>	Karyopse				1																							
<i>Urtica dioica</i>	Nüsschen							1	2																			
<i>Phleum pratense</i>	Karyopse																			1								
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Nüsschen																											
<i>Alopecurus aequalis</i>	Karyopse																											
<i>Potentilla reptans</i>	Nüsschen																											
<i>Potentilla arenaria/supina</i>	Nüsschen																											
SONSTIGE																												
<i>Hypnales</i>	Gametophyt	9	2	1	1	23				1	40	110						3	1						1		2	2
<i>Fragaria/Potentilla</i>	Nüsschen															1												
<i>Brachythecium</i>	Gametophyt																			1								
<i>Bryum</i>	Gametophyt																						1					

LITERATUR

ANDERSEN 1966

S. T. Andersen, Interglacial Vegetational Succession and Lake Development in Denmark. *Palaeobotanist* 15, 1966, 117–127.

BASTIN 1979

B. Bastin, Essai de définition d'une terminologie précise applicable au commentaire des diagrammes polliniques se rapportant au Quaternaire. *Bull. Soc. Royale Bot. Belgique* 112, 1979, 7–12.

DE BEAULIEU/REILLE 1992

J.-L. de Beaulieu/M. Reille, The Last Climatic Cycle at La Grande Pile (Vosges, France) – a New Pollen Profile. *Quat. Scien. Rev.* 11/4, 1992, 431–438.

BERGGREN/ANDERBERG 1969–94

G. Berggren/A. L. Anderberg, Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species with Morphological Descriptions Vol. 2–4 (Stockholm 1969–94).

BERGLUND 1986

B. E. Berglund, Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (Chichester 1986).

BERTSCH 1941

K. Bertsch, Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit (Stuttgart 1941).

BEUG 1979

H.-J. Beug, Vegetationsgeschichtlich-pollenanalytische Untersuchungen am Riss/Würm-Interglazial von Eurach am Starnberger See/Obb. *Geologica Bavarica* 80, 1979, 91–106.

CAPPERS ET AL. 2006

R. T. J. Cappers/R. M. Bekker/J. E. A. Jans, Digital Seed Atlas of the Netherlands (Groningen 2006).

EHLERS 1994

J. Ehlers, Allgemeine und historische Quartärgeologie (Stuttgart 1994).

FRAHM/FREY 2004

J.-P. Frahm/W. Frey, Moosflora (Stuttgart 2004).

GERMAN ET AL. 1968

R. German/P. Filzer/R. Dehm/H. Freude/W. Jung/W. Witt, Ergebnisse der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Wurzacher Becken 1 (DFG). *Jahresh. Ver. Vaterländ. Naturkde. Württemberg* 123, 1968, 33–68.

GRÜGER 1979

E. Grüger, Die Seeablagerungen vom Sammerberg/Obb. und ihre Stellung im Jungpleistozän. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 29, 1979, 23–34.

IVERSEN 1958

J. Iversen, The Bearing of Glacial and Interglacial Epochs on the Formation and Extinction of Plant Taxa. *Uppsala Univ. Årsskr.* 1958, 210–215.

JUNG ET AL. 1972

W. Jung/H.-J. Beug/R. Dehm, Das Riss/Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. *Bayer. Akad. Wiss., Mathemat.-Naturwiss. Kl. N. F.* 151, 1972, 1–131.

KRÜGER 2008

T. Krüger, Die Entdeckung der Eiszeiten. Internationale Rezeption und Konsequenzen für das Verständnis der Klimageschichte (Basel 2008).

LANG 1994

G. Lang, Quartäre Vegetationsgeschichte Europas (Jena, Stuttgart, New York 1994).

H. MÜLLER 1974

H. Müller, Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der eemzeitlichen Kieselgur von Bispingen/Luhe. *Geol. Jahrb.* A21, 1974, 149–169.

U. C. MÜLLER 2000

U. C. Müller, A Late-Pleistocene Pollen Sequence from the Jammertal, South-Western Germany with Particular Reference to Lo-

cation and Altitude as Factors Determining Eemian Forest Composition. *Vegetation Hist. and Archaeobot.* 9, 2000, 125–131.

OBBERDORFER 1970

E. Oberdorfer, Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland (Stuttgart 1970).

PENCK/BRÜCKNER 1909

A. Penck/E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter Bd. 1–3 (Leipzig 1909).

RÖSCH 2012A

M. Rösch, Moor, Verkehr und Klimawandel – ein Torflager bei Biberach als klimageschichtliches Denkmal. *Denkmalpf. Baden-Württemberg* 41/1, 2012, 41–47.

RÖSCH 2012B

M. Rösch, Moor, Verkehr und Klimawandel. Ein Torflager bei Biberach als klimageschichtliches Denkmal. *Heimatkd. Bl. Kr. Biberach* 35/2, 2012, 3–9.

SCHREINER 1997

A. Schreiner, Einführung in die Quartärgeologie (Stuttgart 1997).

WEGMÜLLER 1992

S. Wegmüller, Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes. *Denkschr. Schweiz. Akad. Naturwiss.* 102, 1992, 1–82.

WELTEN 1988

M. Welten, Neue pollenanalytische Ergebnisse über das jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). *Beitr. Geol. Karte Schweiz N. F.* 162, 1988, 1–38 mit Diagrammen.

WRIGHT 2001

J. D. Wright, Paleo-oceanography: Cenozoic Climate – Oxygen Isotope Evidence. In: J. Steele/S. Thorpe/K. Turekian (Hrsg.), *Encyclopedia of Ocean Sciences* (Rotterdam 2001).

ABBILDUNGSNACHWEIS

Abb. 1: Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Freiburg. – Abb. 2: Landesamt für Denkmalpflege im RP Stuttgart, Kartengrundlage TK 50, Bl. 7924. © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19. – Abb. 3–12 u. 14: Landesamt für Denkmalpflege im RP Stuttgart. – Abb. 13: S. Schloß, Jockgrim.

ANSCHRIFT DES VERFASSERS

Prof. Dr. phil.-nat. habil. Manfred Rösch
Institut für Ur- und Frühgeschichte
und Vorderasiatische Archäologie
Marshallhof 4
69117 Heidelberg
E-Mail: manfred.roesch@rps.bwl.de

ZUSAMMENFASSUNG

Ein 3 m mächtiges Torfprofil aus Biberach wurde pollen- und großrestanalytisch untersucht. Es konnten zwölf teilweise weiter unterteilbare Pollenzonen unterschieden werden. Die vegetationsgeschichtlichen Abläufe lassen keinen Zweifel an einer zeitlichen Einstufung ins Eem-Interglazial. Alle Phasen sind vertreten, von der zum Eem überleitenden kryokratischen mit Kiefer und Birke über die protokratische mit der Abfolge Ulme – Eiche, zur mesokratischen mit Hasel und Eibe, gefolgt von Hainbuche und Weißtanne sowie Fichte, bis zur telokratischen mit Weißtanne, Fichte und Kiefer. Auch der Übergang zum Würm-Glazial mit Kiefer und Birke sowie zunehmender Entwaldung ist gesichert. Eine – andernorts belegte – Phase mit Eibenvorherrschaft fiel wohl einem Hiatus zum Opfer. Mittels Großrestanalyse konnten 110 Taxa als lokal vorkommend ermittelt werden. An Gehölzen können Wilde Weinrebe und Buchsbaum hervorgehoben werden. Die Moorvegetation ist sehr artenreich, aber vegetationskundlich schwer zu bewerten.

SCHLAGWORTE

Eem; Torflager; Pollenanalyse; Großreste; Südwestdeutschland.

SUMMARY

A 3 m peat profile from Biberach, Southwestern Germany, was examined by pollen and plant macrofossil analysis. The resulting pollen profile was divided in 12 main pollen zones, some of which allowed for further subdivisions. The pollen sequence reflects without doubt a complete Eem-thermome with all its stages beside the cryocratic stage with *pinus* and *betula*. The last one is followed by the protocratic stage, marked at first by *ulmus* and afterwards *quercus*. The mesocratic stage is characterized at first by *corylus* with *taxus*, and later by *carpinus*, *abies*, and *picea*. The telocratic phase is distinguished by the presence of *picea*, *abies* and *pinus*, whereas the transition to the early Weichselian by *pinus*, and *betula*, marked also by an increase of non-arboreal pollen. A clear *taxus* predominance is lacking, most probably due to a hiatus. Macrofossils indicate the presence of 110 local plant taxa. Among the arboreals are for example *buxus* and *vitis*. The rich mire vegetation is difficult to understand in terms of recent mire ecology.

KEYWORDS

Eemian; peat; pollen analysis; botanical macrofossils; Southwestern Germany.

RÉSUMÉ

Les pollens et restes macroscopiques du profil de 3 m de haut d'une tourbière de Biberach ont été analysés. Douze palynozones en partie encore subdivisibles ont pu être mises en évidence. Les successions végétales dans le temps permirent une attribution chronologique à l'interglaciaire Éémien. En plus de la phase cryocratique avec le pin et le bouleau toutes les phases sont représentées: de la phase protocratique avec la séquence orme – chêne, à la phase mésocratique avec le noisetier et l'if, suivis du charme, du sapin blanc ainsi que de l'épicéa, jusqu'à la phase télocratique avec l'épicéa, le pin et le sapin blanc. La transition vers la période glaciaire Würm est également attestée par le pin et le bouleau, ainsi que par un déboisement grandissant. Une phase marquée par la prédominance d'ifs – attestée ailleurs – correspond ici à un hiatus. L'analyse des restes macroscopiques permet de déterminer 110 taxons locaux. Parmi les arbustes, la vigne sauvage et le buis ont pu être mis en évidence. La végétation des tourbières est très diversifiée mais phytosociologiquement difficile à évaluer.

MOTS-CLÉS

Éémien; tourbière; palynologie; macrorestes; sud-ouest de l'Allemagne.