

Die spätglaziale Vegetationsgeschichte im oberen Illergebiet (Allgäu/Bayern)

Philipp Stojakowits, Arne Friedmann, A. Bull

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Stojakowits, Philipp, Arne Friedmann, and A. Bull. 2014. "Die spätglaziale Vegetationsgeschichte im oberen Illergebiet (Allgäu/Bayern)." *E&G Quaternary Science Journal* 63 (2): 130–42. <https://doi.org/10.3285/eg.63.2.02>.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

CC BY 4.0

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:
CC-BY 4.0: Creative Commons: Namensnennung
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



Die spätglaziale Vegetationsgeschichte im oberen Illergebiet (Allgäu/Bayern)

Philipp Stojakowits, Arne Friedmann, Andrea Bull

How to cite:

STOJAKOWITS, PH., FRIEDMANN, A., BULL, A. (2014): Die spätglaziale Vegetationsgeschichte im oberen Illergebiet (Allgäu/Bayern). – E&G Quaternary Science Journal, 63 (2): 130–142. DOI: 10.3285/eg.63.2.02

Kurzfassung:

Anhand dreier ¹⁴C-datierter Pollendiagramme kann erstmals die spätglaziale Vegetationsentwicklung im ehemals vergletscherten südlichen Allgäu rekonstruiert werden. Die vorliegenden Pollendiagramme wurden mit anderen Untersuchungen aus dem Alpenvorland und den nördlichen Alpen verglichen und entsprechenden Biozonen zugeordnet. Im Bølling breitet sich in den tieferen Lagen *Pinus* aus und wird zur dominanten Baumart. In höheren Lagen findet die Ausbreitung verzögert statt. Die Warmphase des Allerøds führt im Vergleich zum Bølling zur Entwicklung dichter Wälder. Die klimatische Abkühlung der Jüngeren Dryas zeigt sich in einer Auflichtung der Wälder. Desweiteren konnten möglicherweise erstmals im Allgäu die Gerzensee-Schwankung im Allerød und das Rammelbeek im Präboreal pollenanalytisch nachgewiesen werden.

Lateglacial vegetation development in the upper Iller region (Allgäu/Bavaria)

Abstract:

Three radiocarbon dated pollen diagrams for the first time reveal the full Lateglacial vegetation development in the formerly glaciated area of the Southern Allgäu. The presented pollen diagrams were compared with other investigations of the Alpine foreland and northern Alps and were assigned to corresponding biozones. In the Bølling *Pinus* immigrates in lower altitudes and becomes the dominant tree species. In higher altitudes the expansion is delayed. During the Allerød denser pine forests evolve with an understorey of birches. The climatic cooling of the Younger Dryas leads to sparser forests. Furthermore it is likely, that two climatic oscillations were detected pollenanalytically, the Gerzensee-depression in the Allerød and the Rammelbeek-depression in the Preboreal.

Keywords:

Vegetation history, Lateglacial, ¹⁴C-dating, Climatic oscillations, Alps

Addresses of authors: Philipp Stojakowits, Arne Friedmann, Andrea Bull, Arbeitsgruppe Biogeographie, Institut für Geographie, Universität Augsburg, Alter Postweg 118, D-86135 Augsburg, Germany. E-Mails: stojakowits@geo.uni-augsburg.de, friedmann@geo.uni-augsburg.de

1 Einleitung

Aus vielen Regionen des deutschen Alpenvorlandes existieren detaillierte pollenanalytische Untersuchungen zum Ablauf der spätglazialen Vegetationsgeschichte. Für die Bodenseeregion mit Oberschwaben wurden z.B. Untersuchungen von GÖTTLICH (1955), BERTSCH (1961), LANG (1952, 1962), MÜLLER (1962), MIELKE & MÜLLER (1981), RÖSCH (1985, 1990) und LECHTERBECK (2001) vorgelegt. Die Ammerseegegend wurde von KLEINMANN (1995) bearbeitet. Aus dem südöstlichen Bayern seien die Analysen von SCHMEIDL (1971), RAUSCH (1975), BEUG (1976) und VOIGT (1996) genannt. Obwohl schon seit über 80 Jahren pollenanalytische Forschung im südwestbayerischen Alpenvorland betrieben wird – PAUL & RUOFF (1932) als Pioniere – ist das Allgäu jedoch bisweilen ein weißer Fleck hinsichtlich der spätglazialen Vegetationsentwicklung. Lediglich von KÜSTER (1988) wurde ein Pollendiagramm publiziert, welches das jüngere Spätglazial abdeckt.

Mit der vorliegenden Arbeit wird angestrebt, einen Teil dieser Lücke zu schließen. Es werden zwei Profile aus dem

oberen Illertal und eines aus dem angrenzenden Kleinwalsertal vorgestellt. Dabei finden zwei Diagramme aus einer nicht publizierten Dissertation von DIEFFENBACH-FRIES (1981) ergänzend Berücksichtigung.

2 Untersuchungsgebiet

Die vorgestellten Archive liegen in Bayerisch-Schwaben im Landkreis Oberallgäu (Abb. 1). Die Niedersonthofener Seen, zu denen auch der Untere Inselfsee (703 m ü. NN) gehört, sind in ein Mosaik aus Jungmoränen und Schichten der Faltenmolasse unweit des morphologischen Alpenrandes eingebettet. Das Profil Moorbad Oberstdorf ist im Illertalboden auf 830 m ü. NN lokalisiert und von den Gebirgszügen des Helvetikums, der Flyschzone und des Kalkalpins umgeben. Die Vermoorung am Gasthof Bergblick ist auf 1050 m ü. NN im angrenzenden Kleinwalsertal im Verzahnungsbereich von Flysch und Helvetikum auf einer Hangvernebnung gelegen. Weiter südlich schließen ebenfalls kalkalpine Ablagerungen an.

Während der Würmeiszeit wurde das zuvor schon angelegte Illertal vom Illergletscher weiter glazial übertieft. Für

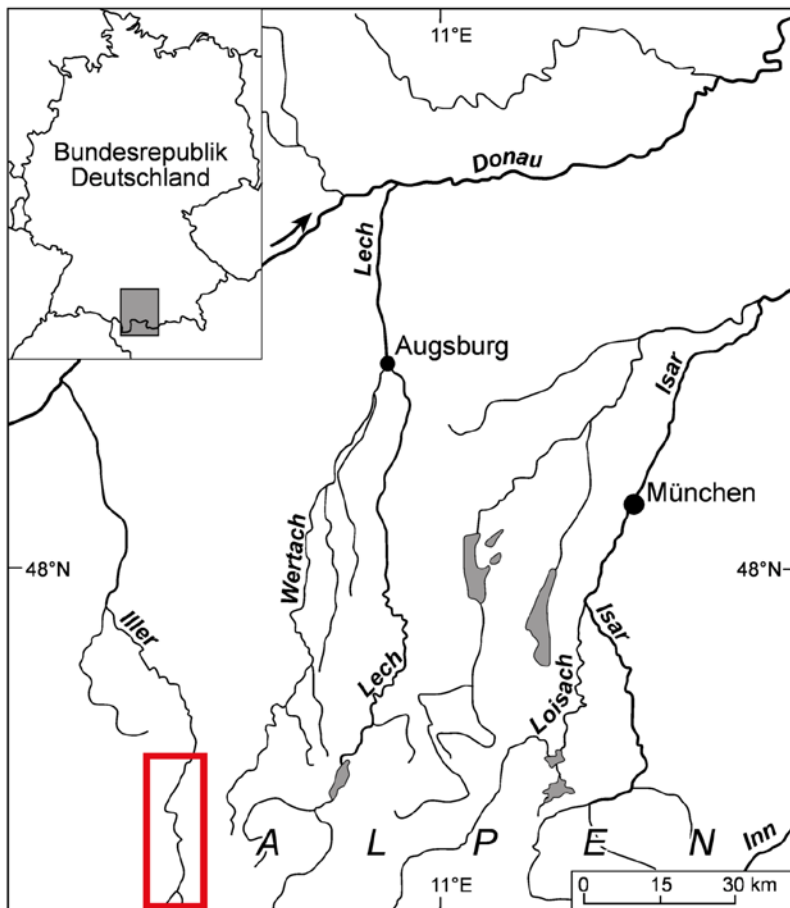


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

Fig. 1: Location of the study area.

den Höhepunkt der letzten Eiszeit werden für das Untersuchungsgebiet Eismächtigkeiten von 700 bis 800 m über dem heutigen Talboden angegeben (BADER & JERZ 1978: 29). Beim Niedertauen des Illergletschers wurden durch Glazialerosion vertiefte Becken freigegeben. In einem solchen Becken, welches im ausgehenden Würm-Hochglazial durch Toteis vor der Zusedimentierung bewahrt wurde, liegen auch die Niedersonthofener Seen (JERZ 1974: 72). Die Ausschürfung des Beckens wurde wohl durch eine Störungszone mit leichter erodierbaren Molasseschichten begünstigt (JERZ 1974: 81). Im Spätglazial sind der Illergletscher und seine Seitengletscher in die Hochlagen der Allgäuer Alpen zurückgeschmolzen (SCHOLZ 1995: 250). Zur Zeit des Bühl-Stadiums war das Moor am Gasthof Bergblick noch von Gletschereis bedeckt. In diesem und dem darauf folgenden Steinach-Stadium, welche beide jüngst als Phase des frühspätglazialen Eiszerfalls in die Literatur eingingen (REITNER 2007: 82 und IVY-OCHS et al.: Tab. 1), wurden am Gletschertalrand glazilakustrine Eisaustauseeschüttungen in Form von vier Deltaterrassenstufen abgelagert. Die unterste Terrassenstufe ist auf 1050 m ü. NN ausgebildet (VÖLK 2001: 67).

3 Methoden

Am Südwestufer des Unteren Inlensees wurde mit einem Russischen Kammerbohrer ein 7,20 m langer Bohrkern gewonnen. Für die Anreicherung der Pollenkörner im Probenmaterial kamen die gängigen Standardverfahren zur Anwendung (FÆGRI & IVERSEN 1989, MOORE, WEBB & COLLINSON 1991). Dem Bohrkern wurden alle zwei bis vier

cm Proben von einem cm³ aus dem Kerninneren entnommen und mittels Salzsäure-, Natronlauge-, Flusssäure- und Acetolyse-Behandlung aufbereitet. Abschließend wurde mit Hilfe eines Ultraschallbades das Feinmaterial (< 10 µ) ausgesiebt. Um die absolute Pollenkonzentration berechnen zu können, wurden den Proben jeweils zwei Tabletten mit einer definierten Menge *Lycopodium*-Sporen hinzugefügt (STOCKMARR 1971). Die aufbereiteten Proben wurden unter einem Durchlichtmikroskop mit Kreuztisch bei 400- bis 1000-facher Vergrößerung ausgezählt.

Zur sicheren Identifikation der Pollenkörner diente die einschlägige Bestimmungsliteratur (BEUG 1961, FÆGRI & IVERSEN 1989, MOORE, WEBB & COLLINSON 1991, REILLE 1998). Zusätzlich stand eine umfangreiche Vergleichssammlung rezenter Pollenkörner und Sporen aus Süddeutschland zur Verfügung. Die Nomenklatur der Pollentypen richtet sich nach BEUG (2004).

Die Ergebnisse der Pollenanalysen sind in drei Diagrammen dargestellt (Abb. 2 bis 4). Als Bezugssumme (=100 %) wurde der gesamte Gehölzpollen und Nichtbaumpollen unter Ausschluss der Sporen sowie der lokalen Moor- und Wasserpflanzen gewählt. Ausgeschlossen wurden neben Cyperaceen, *Botrychium*, *Caltha*, *Lemna*, *Menyanthes*, *Myriophyllum*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Parnassia*, *Polypodiaceae*, *Potamogeton*, *Selaginella selaginoides*, *Sparganium*, *Sphagnum* und *Typha*. Einige der in den Diagrammen enthaltenen Pollentypen wurden zusammengefasst (z.B. *Rosaceae* spp.). Die beiden von DIEFFENBACH-FRIES (1981) bearbeiteten Diagramme Moorbad Oberstdorf und Gasthof Bergblick enthielten ursprünglich Cyperaceen in der Bezugssumme, weswegen die-

Unterer Inselfsee (703 m ü. NN) - Prozentpollendiagramm ausgewählter Taxa

Analyse: A. Bull

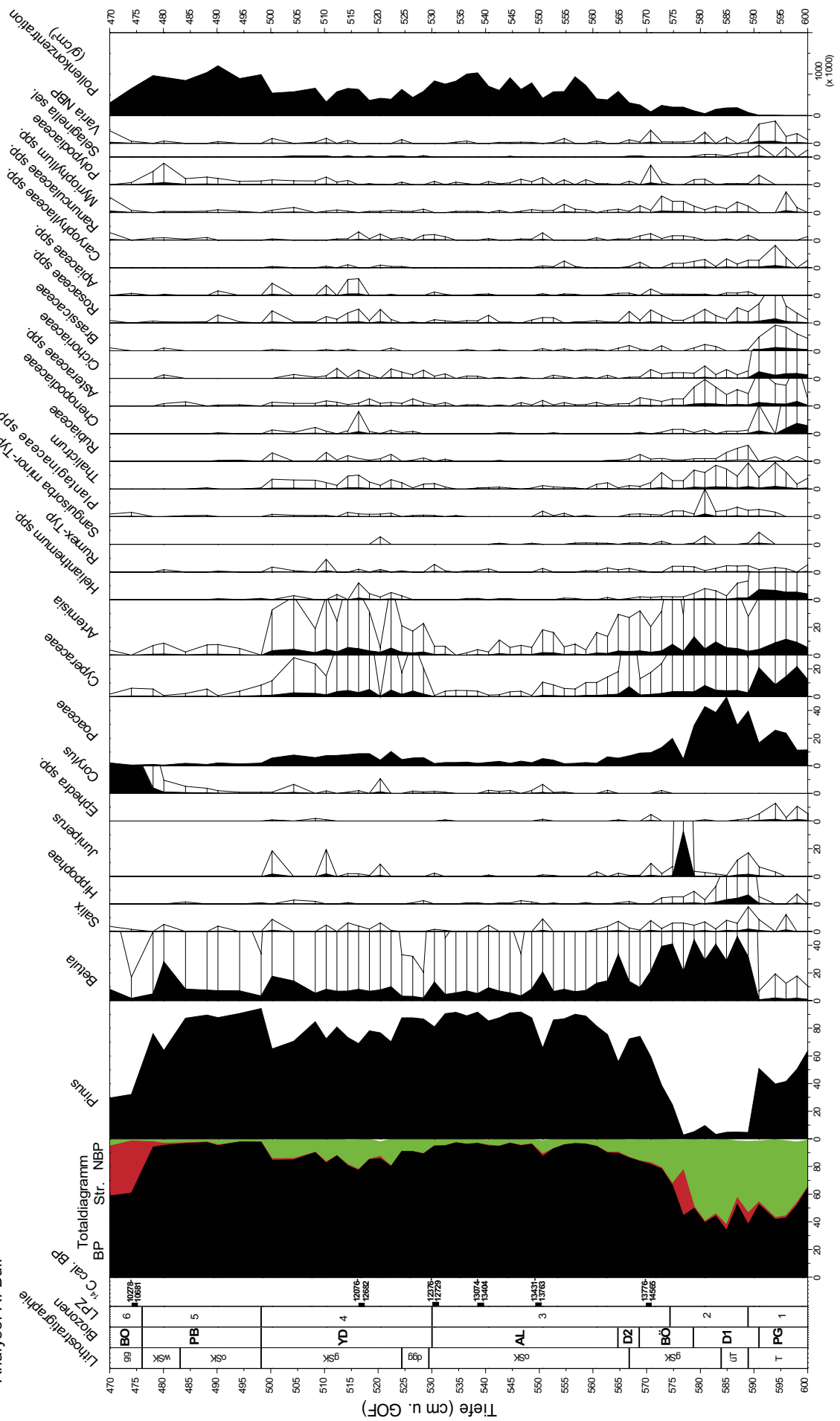


Abb. 2: Pollendiagramm Unterer Inselfsee.

Fig. 2: Pollen diagram Unterer Inselfsee.

Moorbad Oberstdorf (830 m ü. NN) - Prozentpollendiagramm ausgewählter Taxa

Analyse: H. Dieffenbach-Fries

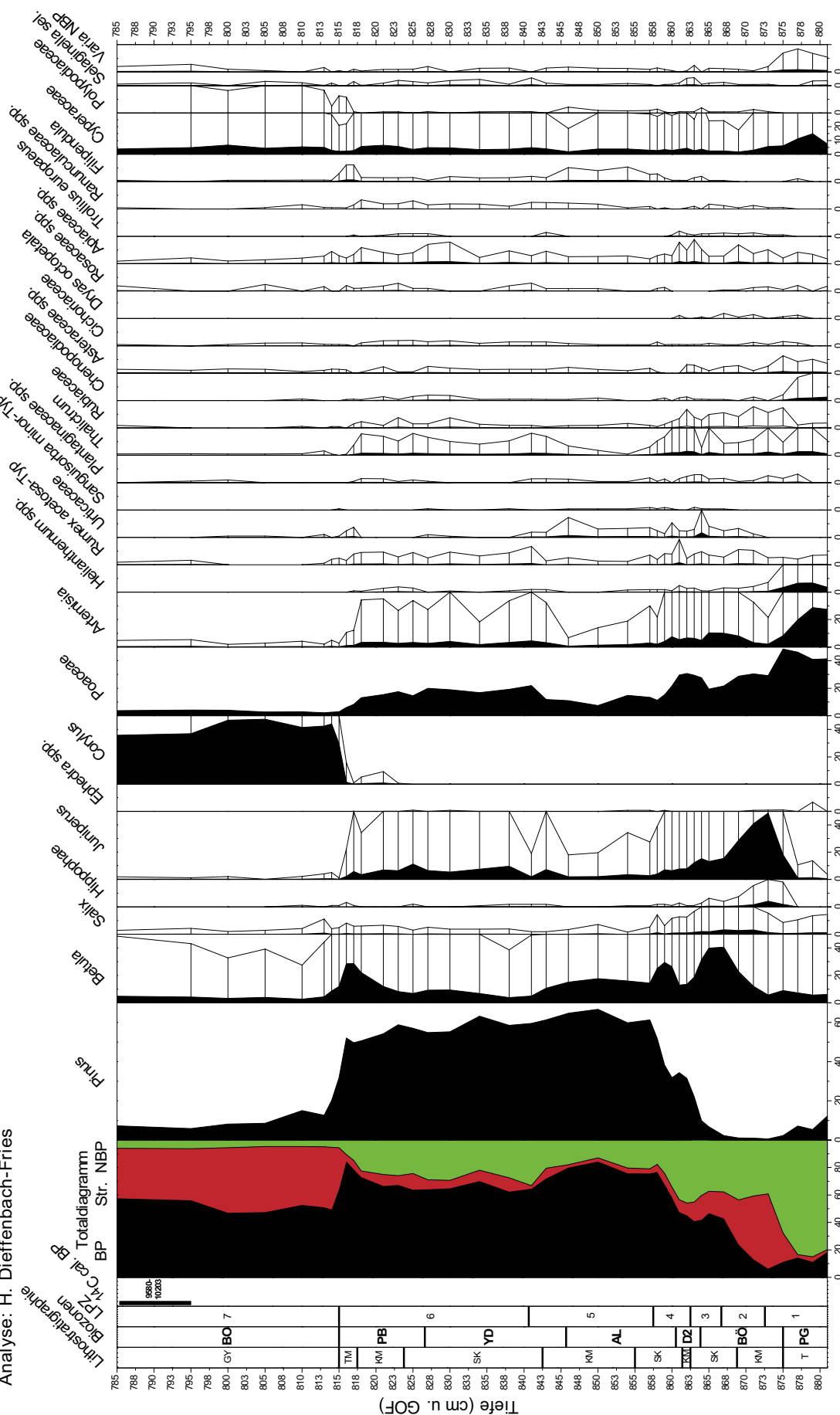


Abb. 3: Pollendiagramm Moorbad Oberstdorf.
Fig. 3: Pollen diagram Moorbad Oberstdorf.

Moor am Gasthof Bergblick (1050 m ü. NN) - Prozentpollendiagramm ausgewählter Taxa

Analyse: H. Dieffenbach-Fries

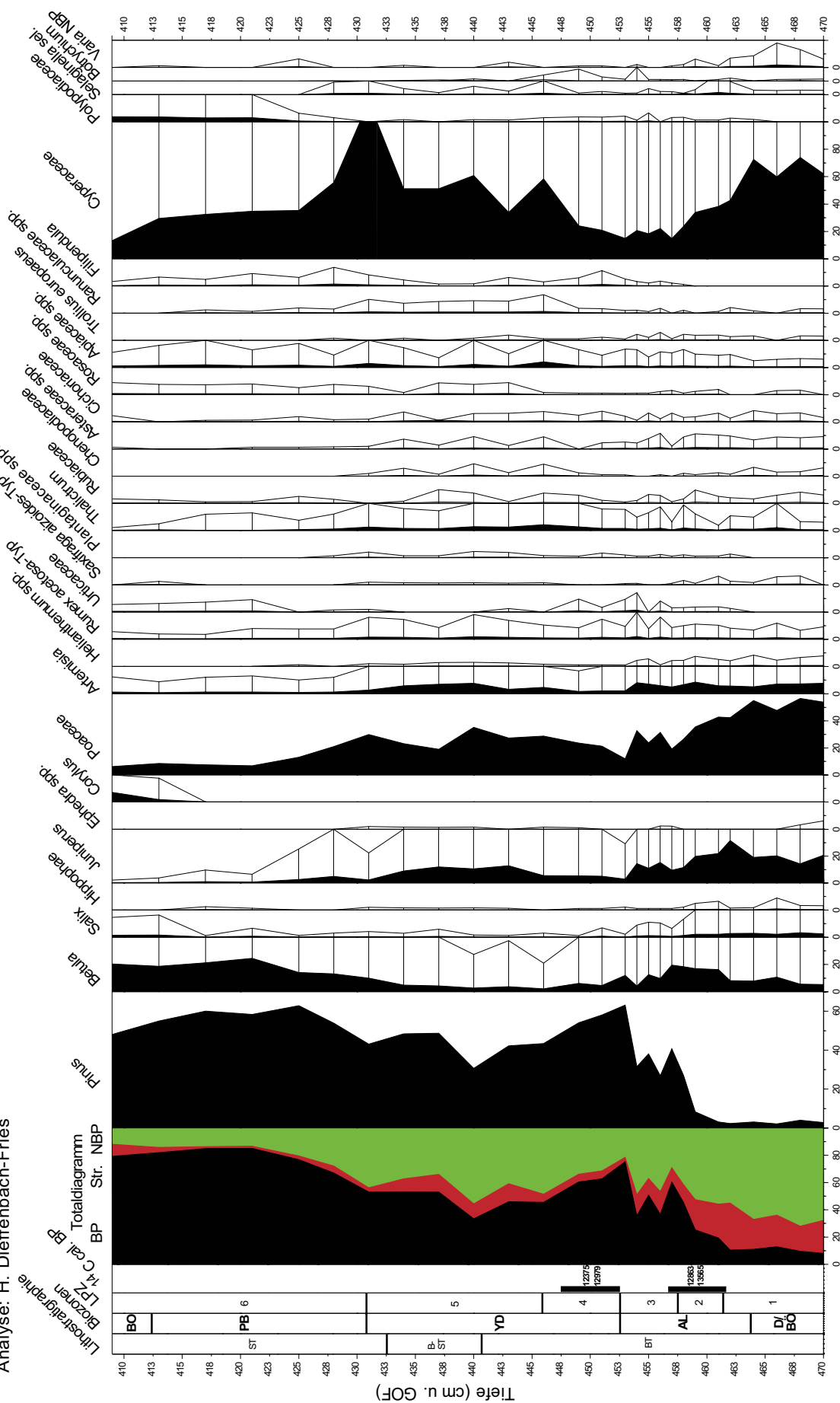


Abb. 4: Pollendiagramm Gasthof Bergblick.

Fig. 4: Pollen diagram Gasthof Bergblick.

se Profile neu berechnet wurden. Abzüglich der ausgeschlossenen Palynomorphen wurden nahezu durchweg hohe Pollensummen ausgezählt. Im Profil Inselsee wurden abgesehen vom Pleniglazial und der frühen Ältesten Dryas (260–400 Pollenkörner) mindestens 600 Baumpollen- bzw. 1000 terrestrische Pollenkörner pro Probe erfasst. Die Bezugssumme des Profils Oberstdorf beinhaltet 600–900 Pollenkörner, nur nicht im Pleniglazial (300–500). Auf das Profil Bergblick entfallen bis auf eine Probe (= 492) jeweils 600–900 Palynomorphen. Die stratigraphischen Einheiten wurden im Gelände bohrbegleitend abgegrenzt. Eine genaue Farb- und Substratsprache erfolgte im Labor, welche durch Makrorestbefunde ergänzt wurde. An vegetationsgeschichtlich markanten Stellen wurde dem Bohrkern Material (bulkproben bei DIEFFENBACH-FRIES 1981) für Datierungszwecke entnommen und mittels AMS ^{14}C -Messung datiert. Die kalibrierten ^{14}C -Daten wurden mit dem Programm Calib 7.01 (STUIVER & REIMER 1993) berechnet und die wahrscheinlichste Alterszeitspanne mit 2 Sigma-Intervall angegeben. Dem Programm lag dabei der Datensatz IntCal13 (REIMER et al. 2013) zugrunde.

4 Ergebnisse

4.1 Stratigraphie

Die Stratigraphie ist in den Tabellen 1 bis 3 dargelegt.

4.2 Datierung

Die kalibrierten ^{14}C -Daten sind in den Tabellen 4 und 5 dargestellt.

4.3. Lokale Pollenzonen der Profile

4.3.1 Lokale Pollenzonen Diagramm Inselsee

LPZ 1 (600–588 cm): NBP-*Pinus*

Die Nichtbaumpollenanteile und die von *Pinus* schwanken jeweils zwischen ungefähr 40 und 60 %. Die wichtigsten Nichtbaumpollentypen sind nach absteigender Häufigkeit *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Helianthemum* und *Chenopodiaceae*. Bei den Gehölzpollentypen sind Funde von *Ephe-dra* erwähnenswert. Insgesamt zeichnet sich der Abschnitt durch eine hohe Anzahl nachgewiesener Taxa aus.

LPZ 2 (588–574 cm): *Betula-Poaceae*

Betula und *Poaceae* sind über mehrere Proben hinweg mit wechselnden Dominanzverhältnissen repräsentiert. Die *Pinus*-Kurve ist auf ein Minimum abgesunken und nimmt erst gegen Ende des Abschnitts wieder zu. Kurz zuvor erreicht *Juniperus* einen Gipfel mit 30 % bei zugleich rückläufiger *Poaceen*-Kurve.

LPZ 3 (574–530 cm): *Pinus-Betula*

Die Nachweise der Nichtbaumpollentypen pendeln sich auf sehr niedrigerem Niveau ein und *Pinus* dominiert fortan das Pollenspektrum. Kurvenschwankungen dieses Taxons fallen mit erhöhten *Betula*-Werten und einer einmaligen Zunahme der Nichtbaumpollenfunde zusammen.

LPZ 4 (530–498 cm): *Pinus-NBP*

Die *Pinus*-Kurve sinkt ab und schwankt zwischen 60–80 %. *Betula* ist meist mit unter 10 % Anteil am Pollenspektrum

vertreten, nimmt jedoch am Abschnittsende kurzzeitig zu. Bei *Juniperus* und *Salix* treten kleinere Gipfel auf. Die Nichtbaumpollenwerte liegen bei bis zu 20 %, wobei besonders *Poaceae* und *Artemisia* hervortreten. Auch viele andere Nichtbaumpollentypen treten wieder deutlicher im Pollenspektrum hervor, wie z.B. *Thalictrum*, *Rubiaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* und *Cichoriaceae*.

LPZ 5 (498–476 cm): *Pinus*

Der Nichtbaumpollenanteil geht zurück, der von *Pinus* nimmt entsprechend zu. Gegen Ende der Pollenzone ist ein Anstieg der *Betula*-Kurve zu verzeichnen.

LPZ 6 (476–470 cm): *Corylus*-EMW

Diese Pollenzone ist durch ansteigende Werte der thermophilen Gehölze gekennzeichnet. Neben dominanter *Corylus* sind die sogenannten Eichenmischwaldgehölze *Ulmus*, *Tilia* und *Quercus* gehäuft nachgewiesen. *Pinus* ist nur noch mit Werten um die 20 % vertreten.

4.3.2 Lokale Pollenzonen Diagramm Oberstdorf

LPZ 1 (881–873 cm): *Poaceae-Artemisia*

In dieser Zone überwiegt der Nichtbaumpollenanteil. Hier-von machen *Poaceae* 40 bis 50 % aus. *Artemisia* ist anfangs mit knapp 30 % vertreten, sinkt aber im Verlauf der Pollenzone auf 8 % ab. In etwa gegenläufig dazu verhält sich die *Juniperus*-Kurve am Ende des Abschnitts.

LPZ 2 (873–867 cm): *Juniperus-Poaceae-Betula*

Juniperus dominiert zwar durchweg den Polleninhalte, dessen Werte fallen jedoch von 49 auf 28 % ab bei zugleich steigenden *Betula*-Gehalten. Die *Poaceen*-Anteile sind bei um die 30 % stabil.

LPZ 3 (867–863 cm): *Betula-Poaceae-Juniperus*

In dieser Zone sind die Dominanzverhältnisse umgekehrt. *Betula* ist mit 31 bis 40 % am häufigsten nachgewiesen. *Juniperus* ist mit etwa 15 % deutlich seltener geworden. *Poaceae* erreichen 19 bis 28 %.

LPZ 4 (863–858 cm): *Pinus-Poaceae-Betula*

Die *Pinus*-Werte liegen anfangs bei rund 20 % und nehmen im Verlauf des Abschnitts bei kurzzeitiger Kodominanz mit *Poaceen* zu. Deren Nachweise gehen zum Zonenende hin zurück und neben *Pinus* ist *Betula* stärker im Pollenspektrum repräsentiert.

LPZ 5 (858–841 cm): *Pinus-Betula-Poaceae*

Pinus ist zum dominanten Taxon geworden bei Anteilen von 52 bis 67 %. *Poaceae* sind mit Werten um die 10 % vertreten und die *Betula*-Nachweise fallen von anfänglich 25 % auf etwa 15 % ab.

LPZ 6 (841–815 cm): *Pinus-Poaceae*

Das Pollenspektrum wird weiterhin von *Pinus* dominiert. Jedoch ist *Betula* – vom Abschnittsende einmal abgesehen – deutlich seltener und die *Poaceen*-Anteile sind deutlich erhöht. Ebenso sind andere Nichtbaumpollentypen (z.B. *Artemisia*, *Thalictrum*) wie auch *Juniperus* häufiger.

Tab. 1: Stratigraphie der Kernbohrung Unterer Inselfee.

Tab. 1: Stratigraphy of the Unterer Inselfee core.

Tiefe (in cm u. GOF)	Sediment/ Sedentat
470-476	Seekreide (gräulich gelb, Conchylien)
476-483	Seekreide (grau bis ockerfarben, Conchylien)
483-498	Seekreide (ockerfarben, Conchylien)
498-524	Seekreide (gräulich gelb)
524-529	Seekreide (dunkelgräulich gelb)
529-567	Seekreide (ockerfarben)
567-583	Seekreide (grau)
583-588	Carbonatreicher Beckenton bis tonige Seekreide
588-720	Carbonatreicher Beckenton

Tab. 2: Stratigraphie der Kernbohrung Moorbad Oberstdorf.

Tab. 2: Stratigraphy of the Moorbad Oberstdorf core.

Tiefe (in cm u. GOF)	Sediment/ Sedentat
785-815	Gyttja
815-818	Carbonatreiche Torfmudde (Gyttja)
818-824	Tonreiche Kalkmudde
824-843	Tonreiche Seekreide (sehr wenig Conchylien); <i>Pinus</i> -Spaltöffnungen
843-855	Kalkmudde (Conchylien); <i>Pinus</i> -Spaltöffnungen; 1 <i>Hippophaë</i> -Samen
855-862	Seekreide (Conchylien); <i>Pinus</i> -Spaltöffnungen
862-863	Kalkmudde
863-869	Seekreide (Conchylien)
869-875	Kalkmudde (wenig Conchylien); <i>Juniperus</i> -Spaltöffnungen
875-882	Carbonatreicher Seeton bis tonreiche Seekreide

Tab. 3: Stratigraphie der Kernbohrung Gasthof Bergblick.

Tab. 3: Stratigraphy of the Gasthof Bergblick core.

Tiefe (in cm u. GOF)	Sediment/ Sedentat
409-433	Seggentorf mit <i>Carex limosa</i> , <i>Carex flava</i> agg., <i>Carex pallescens</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Betula alba</i> s.l.-Nüsse
433-441	Braunmoos-Seggentorf mit <i>Calliergon trifarium</i> , <i>Carex limosa</i>
441-468	Braunmoostorf mit <i>Calliergon trifarium</i>
468-470	Tonhaltiger Braunmoostorf mit <i>Drepanocladus revolvens</i> , <i>Calliergon trifarium</i> , <i>Eleocharis</i> cf. <i>Palustris</i>

LPZ 7 (815–785 cm): *Corylus*-EMW

Der Pollenininhalt wird von *Corlyus* mit Werten zwischen 30 und 47 % dominiert, gefolgt von *Ulmus* mit 12 bis 20 %. Andere nicht im Pollendiagramm dargestellte Laubgehölze (*Fraxinus*, *Quercus*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*) überschreiten im Zonenverlauf 5 % und die *Pinus*-Nachweise gehen von 30 auf 7 % zurück. Nichtbaumpollentypen sind nur noch sehr spärlich vorhanden.

4.3.3 Lokale Pollenzonen Diagramm Bergblick

LPZ 1 (470–462 cm): *Cyperaceae-Poaceae-Juniperus*

Der Pollengehalt wird von Cyperaceen, Poaceen und *Juniperus* bestimmt, wobei die Cyperaceen-Nachweise zwischen 60 und knapp 75 % liegen. Poaceen sind mit Werten um die 50 % vertreten und *Juniperus* erreicht zwischen 15 und 20 %. Am nächst häufigen treten *Artemisia* und *Betula* hervor.

LPZ 2 (462–458 cm): *Poaceae-Cyperaceae-Juniperus*

Mit dem Beginn der Zone fällt ein *Juniperus*-Gipfel zusammen. In deren Verlauf gehen die Anteile von Poaceen, Cyperaceen und *Juniperus* zurück, während die Werte von *Betula* und verzögert auch von *Pinus* zunehmen.

LPZ 3 (458–453 cm): *Pinus-Poaceae-Cyperaceae-Betula*

Im Pollenspektrum dominieren *Pinus* und *Poaceae* bei schwankenden Verhältnissen. Mit absteigender Häufigkeit folgen *Cyperaceae*, *Betula* und *Juniperus*. Die *Artemisia*-Funde sind gegenüber den vorangegangenen Abschnitten nicht signifikant verändert.

LPZ 4 (453–446 cm): *Pinus-Poaceae-Cyperaceae*

Diese Pollenzone ist durch die Vorherrschaft von *Pinus* gekennzeichnet. *Poaceae* und *Cyperaceae* sind mit steigenden Kurvenverläufen auf je 24 % repräsentiert. Die *Juniperus*- und auch *Betula*-Nachweise sind seltener geworden.

LPZ 5 (446–431 cm): *Pinus-Cyperaceae-Poaceae*

Der Pollengehalt wird durch *Pinus* und *Cyperaceae* bestimmt, wobei *Pinus* an Bedeutung eingebüßt hat. Entsprechend treten *Poaceae*, *Juniperus* und *Artemisia* stärker hervor. Zudem häufen sich die Nachweise verschiedener Nichtbaumpollentypen (z.B. *Thalictrum* und *Apiaceae*).

LPZ 6 (431–409 cm): *Pinus-Cyperaceae-Betula*

Am Beginn des Abschnitts ist ein Cyperaceen-Maximum mit 115 % Anteil bezogen auf die zugrunde gelegte Pollensumme zu verzeichnen. Die *Pinus*-Kurve pendelt sich auf deutlich höherem Niveau mit Werten zwischen 48 und 62 % ein. *Betula* gewinnt ebenfalls an Bedeutung im Pollenininhalt. In der ersten Hälfte der Zone sinken die Cyperaceen- und Poaceen-Anteile deutlich ab und stabilisieren sich nachfolgend.

5 Diskussion

5.1 Vegetationsgeschichtlicher Ablauf und die Zuordnung zu biostratigraphischen Phasen

5.1.1 Vegetationsgeschichte Diagramm Unterer Inselsee

Im tiefsten Diagrammabschnitt (600–591 cm), der in das ausgehende Würm-Hochglazial gestellt wird, dominiert der

Gräser- und Kräuterpollenanteil. Dieser enthält relativ hohe Anteile an Pionierpflanzen und Heliophyten. Als häufigste Nichtbaumpollen finden sich *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae*, *Cichoriaceae*, *Thalictrum*, *Brassicaceae* und *Asteraceae*. Desweiteren sind *Ephedra*, *Hippophaë* und *Salix* nachweisbar.

Die hohen *Pinus*-Werte (40–60 %) sind unter Offenlandbedingungen als Fernflug zu interpretieren (LANG 1994). Es ist von einer baumlosen Tundren-Vegetation auszugehen, die eine nicht geschlossene, lückenhafte Vegetationsdecke (sehr geringe Pollenkonzentration!) aus Pionierpflanzen und Steppenelementen aufweist. Je nach Definition wird in der Schweiz diese Phase ebenfalls in das ausgehende Pleniglazial oder davon abweichend in den frühesten Teil der Ältesten Dryas gestellt (AMMANN et al. 1994: 121).

Der nächste Diagrammabschnitt (591–578 cm) wird der Ältesten Dryas zugeordnet. Mit deren Einsetzen kommt es zu einer Erhöhung der *Betula*-, *Hippophaë*-, *Juniperus*- und *Salix*-Prozentwerte sowie der Pollenkonzentration. Gleichzeitig gehen die Fernflugeinträge von *Pinus* (< 8 %) und die Cyperaceen- und Kräuterpollenanteile (z.B. *Artemisia*) deutlich zurück. Dies deutet auf die Etablierung einer Strauchvegetation hin, obwohl der Nichtbaumpollenanteil jedoch weiterhin hoch bleibt, da *Poaceen* an Bedeutung gewinnen. Die *Betula*-Kurve schwankt zwischen 30 und 40 %, was auf das Näherücken der Arealgrenze hinweist, aber auch schon die Möglichkeit des vereinzelt Auftretens anderer *Betula*-Arten (außer *Betula nana*) einschließt. Verglichen mit den palynologischen Befunden aus der Schweiz (AMMANN et al. 1994: 121) könnte es sich hierbei um die sogenannte *Betula nana*-Subzone innerhalb der Ältesten Dryas handeln.

Mit Beginn des Bølling-Interstadials (578–568 cm) tritt der für das Alpenvorland charakteristische *Juniperus*-Gipfel auf. Dieser liegt bei 33 % der Bezugssumme. Bei entsprechend dichter Auszählung könnten wohl Proben mit noch höheren *Juniperus*-Anteilen erfasst werden. So liegt das *Juniperus*-Maximum am Schleinsee bei über 70 % (MIELKE & MÜLLER 1981: Fig. 6.9). Nachfolgend kommt es zu einer deutlichen Zunahme der *Pinus*-Werte, was das Heranrücken der Arealgrenze anzeigt. Im Laufe dieses vegetationsgeschichtlichen Abschnitts wandert *Pinus* schließlich ein und die Offenlandanteile gehen leicht zurück. Dabei verlieren insbesondere Poaceen und *Artemisia* an Bedeutung. Der Rückgang der *Betula*-Kurve von 30 auf 10 % ist relativ zu sehen, da er auf die Zunahme der *Pinus*-Kurve zurückzuführen ist. Gegen Ende des Bøllings bestimmt ein sehr lichter Kiefernwald mit mosaikartigen Offenlandbereichen das Landschaftsbild. Den Kiefernwäldern ist untergeordnet *Betula* beigemischt. Die Abgrenzung dieses vegetationsgeschichtlichen Abschnitts zum Liegenden hin ist allerdings nicht gesichert. Typischerweise ist für das frühe Bølling im südlichen Mitteleuropa ein ausgeprägtes *Juniperus*-Maximum zu verzeichnen, so im süddeutschen Alpenvorland (vgl. z.B. BERTSCH 1961, LECHTERBECK 2001, MIELKE & MÜLLER 1981 SCHMEIDL 1971) und in der Schweiz (vgl. z.B. AMMANN & LOTTER 1989, AMMANN et al. 2013, LOTTER et al. 1992). Mit den erhöhten *Juniperus*-Nachweisen im Verein ist auch *Hippophaë* verstärkt im Pollenspektrum repräsentiert, weswegen das frühe Bølling von BERTSCH (1961: 257) sowie von AMMANN et al. (1994: 121) und AMMANN et al. (2013: Fig. 7) als *Juniperus-Hippophaë*-Strauchphase bezeichnet wird. Folglich könnte im vorlie-

Tab. 4: AMS-¹⁴C-Daten aus dem Bohrkern Unterer Insee. Datierung durch Dr. W. A. Keller am Geogr. Institut der Univ. Zürich und dem Institut für Teilchenphysik der ETH-Hönggerberg (2003) sowie durch Dr. A. Scharf am AMS-Labor Erlangen des Physikalischen Instituts der Univ. Erlangen-N. (2011). Kalibriert (für cal. BP-Alter) mit Calib 7.01.

Tab. 4: AMS-¹⁴C-dates from the Unterer Insee core. Dated by Dr. W. A. Keller Geogr. Department Univ. Zürich and Department of Physics ETH-Hönggerberg (2003) and Dr. A. Scharf AMS-laboratory Erlangen of the Physics Department Univ. Erlangen-Nürnberg (2011). Calibrated (for cal. BP-ages) with Calib 7.01.

Labor-Nr.	Tiefe (cm u. GOF)	Probenmaterial	konv. ¹⁴ C- Alter BP	Kalib.-Alter cal. BP (2 σ)
UZ-4831	571	Holz	12210±95	13776-14565
UZ-4830	550	Holz	11760±90	13431-13763
UZ-4887	539	Holz	11380±90	13074-13404
UZ-4886	531	Kiefernadel	10610±95	12376-12729
UZ-4885	517	Holz	10470±85	12076-12682
Erl-16266	474	Blattreste	9306±71	10278-10681

Tab. 5: ¹⁴C-Daten aus den Bohrkernen Moorbad Oberstdorf und Gasthof Bergblick. Datierung durch Dr. M. Geyh. Kalibriert (für cal. BP-Alter) mit Calib 7.01.

Tab. 5: ¹⁴C-dates from the Moorbad Oberstdorf and Gasthof Bergblick. Dated by Dr. M. Geyh. Calibrated (for cal. BP-ages) with Calib 7.01.

Labor-Nr.	Tiefe (cm u. GOF)	Probenmaterial	konv. ¹⁴ C- Alter BP	Kalib.-Alter cal. BP (2 σ)
Hv 10257 (Oberstdorf)	785-795	Torfbulk	8845±125	9580-10203
Hv 9986 (Bergblick)	457-462	Torfbulk	11390±175	12863-13565
Hv 10474 (Bergblick)	448-453	Torfbulk	10725±145	12375-12979

genden Diagramm der Beginn des Bøllings auch schon bei 591 cm gezogen werden. Somit würde der *Juniperus*-Gipfel etwa ins mittlere Bølling datieren, was mit den palynologischen Befunden aus dem österreichischen Vorarlberg von VAN MOURIK et al. (2013: Fig. 6) übereinstimmen würde. Im Gegensatz dazu werden in anderen Profilen aus Österreich *Juniperus*-Maxima mitunter in die ausgehende Älteste Dryas gestellt (vgl. BORTENSCHLAGER 1984), bei WAHLMÜLLER (1985) an die Wende Älteste Dryas – Bølling.

Der kurze Abschnitt der Älteren Dryas (568–564 cm) zeichnet sich im Pollendiagramm nur schwach ab. Eine geringe Zunahme der *Betula*- und Nichtbaumpollen-Werte steht einem Einschnitt in der *Pinus*-Kurve gegenüber. Wie BLUDAU (1985: 156) anführt, könnte die Klimaverschlechterung der Älteren Dryas eine verringerte Blühfähigkeit von *Pinus* bewirkt haben. Für die Vegetationszusammensetzung lassen sich daraus jedoch keine Veränderungen gegenüber dem Bolling ableiten. Eine Verminderung der Pollenkonzentration ist ebenfalls nicht feststellbar. Lediglich gegen Ende des Bolling ist ein Einschnitt in der Pollendichte zu verzeichnen.

Mit dem Übergang zum Allerød (564–530 cm) nehmen die *Pinus*-Werte auf bis zu 90 % zu und die NBP-Anteile gehen deutlich zurück. Es ist von einem lichten Kiefernwald mit standortsbedingt stärkeren Birkenvorkommen auszugehen. Im mittleren Allerød ist vermutlich die von EICHER & SIEGENTHALER (1976) beschriebene Gerzensee-Schwankung erfasst. Deren Einsetzen konnte auf 13431–13763 cal. BP datiert werden. Im Pollendiagramm zeigt sich ein Rückgang der *Pinus*-Werte bei gleichzeitigem Anstieg der *Betula*-, *Salix*- und NBP-Kurven. Diese Veränderungen deuten auf eine kurzzeitige Auflichtung der Kiefernwälder und erhöhte Offenlandanteile hin. Im weiteren Allerød gehen die NBP-Werte wieder zurück. Die Auswirkungen der Klimaschwankung finden aber laut LOTTER et al. (1992: 187) palynologisch keinen Niederschlag. Bei der von WICK (2000: Fig. 1) durchgeführten Untersuchung am *locus typicus* des Gerzensees sind während dieser Klimaoszillation die *Pinus*-Werte erhöht bei zugleich niedrigeren *Betula*-Anteilen. Die jüngst dort besorgte Pollenanalyse weist keine deutlichen Signale in den Kurvenverläufen von *Betula* und *Pinus* wie auch den Nichtbaumpollennachweisen auf (AMMANN et al. 2013: Fig. 2).

Mit dem Beginn der Jüngeren Dryas (530–498 cm) nehmen die NBP-Anteile (bis zu 20 %) sowie die *Salix*-, *Betula*- und *Juniperus*-Werte zu. Die *Pinus*-Kurve geht zurück und schwankt zwischen 60 und 80 %. Bei den Nichtbaumpollen sind wieder verstärkt *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae* und *Thalictrum* nachweisbar. Die Pollendichte pendelt sich gegenüber dem Allerød auf einem deutlich niedrigeren Niveau ein. Für den Abschnitt der Jüngeren Dryas ist somit von einer markanten Verschiebung der Wald-Offenlandanteile auszugehen. Ebenfalls ändert sich auch die Farbe der ausgefüllten Seekreiden. Die ockerfarbenen Seekreiden des Allerøds gehen in dunkelgraue bis graue über.

Die Grenze zwischen Spätglazial und Holozän ist bei 498 cm zu ziehen. Mit Einsetzen des Präboreals (498–476 cm u. GOF) kommt es zu einem starken Rückgang der NBP-Werte und einem Anstieg der *Pinus*-Kurve auf 90 %. Die geschlossene *Corylus*-Kurve setzt ein und zeigt das Näherrücken der Arealgrenze an. Die Pollenkonzentration steigt auf die höchsten im Diagramm erfassten Werte. Mit der Erwärmung kommt es zur Ausbildung relativ geschlossener Kiefernwälder. Pionier- und Steppenelemente werden entsprechend zurückgedrängt. Bei 480 cm ist eine kurze Klimaverschlechterung erfasst. Hierbei handelt es sich vermutlich um die sog. Rammelbeek- bzw. Schlatten-Schwankung, welche von BEHRE (1978: Tab. 1 und Tab. 2) ins mittlere Präboreal gestellt wurde. Diese zeichnet sich im Pollendiagramm durch einen deutlichen Einbruch in der *Pinus*-Kurve und einen starken Anstieg der *Betula*-Werte ab. Untergeordnet sind auch die Nachweise von *Salix*, *Artemisia*, *Cichoriaceae* und *Brassicaceae* gehäuft. Das von RÖSCH (1990: 49) bearbeitete Durchenbergried enthält ebenfalls schwache palynologische Hinweise, welche auf diese Klimaschwankung hindeuten. Zudem ist dort der Glühverlust erniedrigt. Jedoch legen jüngere Untersuchungen (vgl. z.B. Bos et al. 2007) nahe, dass die Rammelbeek-Phase in Mitteleuropa keineswegs synchron verlaufen ist und entsprechende regionale Unterschiede zu konstatieren sind. Oft zeigt sich von palynologischer Seite kein deutlicher Niederschlag im Gegensatz zu den $\delta^{18}\text{O}$ -Schwankungen (vgl. WICK 2000). Die im Diagramm Inselfsee erhöhten *Betula*-Werte könnten nämlich auch durch eine Seespiegelschwankung mit eventuell einhergehendem Hiatus verursacht worden sein, wie es KLEINMANN (1995: z.B. 320 und 329) in Profilen des Ammersees aufzeigen konnte.

5.1.2 Vegetationsgeschichte Diagramm Oberstdorf

Das Profil setzt im Pleniglazial (881–875 cm) ein. Das Pollenspektrum unterscheidet sich von demjenigen des Unteren Inselfsees durch geringere *Pinus*-Fernflugeinträge bei zugleich höheren Poaceen- und *Artemisia*-Anteilen. *Helianthemum* ist in etwa gleich stark repräsentiert. Im Liegenden des Beckentons untersuchte tonig-schluffige Sedimente waren absolut pollenleer, im Hangenden liegt ein Hiatus vor.

Das Bølling (875–864 cm) beginnt mit einer *Juniperus-Hippophaë*-Strauchphase, in der vor allem *Artemisia* und *Helianthemum* entscheidend an Verbreitung verlieren. Darauf folgt die zögerliche und lückenhafte Wiederbewaldung mit *Betula*-Exemplaren.

Die nachfolgende Ältere Dryas (864–861 cm) ist durch höhere NBP-Werte repräsentiert. Infolge der Klimadepression kommt es zu einer Stillstandsphase der Waldausbreitung.

Eine stärkere Entwaldung ist aber nicht anzunehmen.

Im Allerød (861–846 cm) vollzieht sich die flächendeckende Wiederbewaldung der Tallagen. Die erfolgte Einwanderung von *Pinus* wird durch bei 857 cm identifizierten Stomata belegt. Die hohen NBP-Werte im Vergleich zum Profil Inselfsee sind auf eingewehte Pollenkörner aus den umgebenden Gebirgszügen zurückzuführen.

Die Jüngere Dryas (846–827 cm) führt zu einer Auflichtung der Wälder. Zum Höhepunkt dieser Kaltphase beträgt der Baumpollenanteil nur noch 67 %. Damit ist der Grad der Auflichtung deutlich größer wie im Profil Inselfsee. Vergleichsweise treten insbesondere rasenanzeigende Taxa wie *Poaceae* und *Thalictrum* stärker auf, was nicht nur mit den lichter werdenden Wäldern in Zusammenhang steht, sondern auch eine Absenkung der Waldgrenze im Gebiet widerspiegelt.

5.1.3 Vegetationsgeschichte Diagramm Bergblick

Der basale Diagrammabschnitt (470–464 cm) dürfte wohl dem Bølling und der Älteren Dryas zuzurechnen sein. Die *Juniperus*-Werte um 20 % bei gleichzeitig geringen BP-Werten deuten lockere Strauchgesellschaften an. Daneben ist von gehölzfreien Pioniergesellschaften auszugehen, die sich u.a. aus Offenlandzeigern wie *Helianthemum*, *Saxifraga aizoides*-Typ und *Selaginella selaginoides* zusammensetzen. Gemäß den Untersuchungen von WAHLMÜLLER (1985: Beilagendiagramme Mieminger See und Seefelder See) könnte dieser Abschnitt auch in die Älteste Dryas gestellt werden. In Konsequenz müsste dann der hier ins Allerød (464–453 cm) fallende kleinere *Juniperus*-Gipfel den Übergang zum Bølling markieren. Folglich wäre die ein allerødzeitliches Alter indizierende ^{14}C -Datierung als falsch anzusehen. Die Verfasser wie auch DIEFFENBACH-FRIES (1981: 68) gehen aber von einer erst allerødzeitlichen Wiederbewaldung aus, welche durch eine birkenreiche Phase initiiert wird. Nachdem *Pinus* eingewandert war, treten im weiteren Allerød zwei markante Schwankungen in den Kurven von *Pinus* und *Betula* bei gleichzeitigem Anstieg von *Juniperus*, *Poaceen* und anderen Pollentypen auf. Hierbei könnte es sich zum einen um die Gerzensee-Schwankung und zum anderen um die Auswirkungen des Laacher-See-Ausbruchs handeln, obwohl Tuffablagerungen nicht vorhanden sind.

Die Jüngere Dryas (453–431 cm) bedingt ein deutliches Lichterwerden der *Pinus*-Bestände (bis zu 56 % NBP) in dieser Höhenlage, darüber werden Wald- und Baumgrenze um etwa 200 m herabgedrückt, wenn man die von BURGA & PERRET (1998: 629) ausgewerteten Makrorestbefunde aus vergleichbaren Gebirgsräumen der Schweizer Voralpen zugrunde legt. Gemäß IRMLER & SCHOLZ (2005: 97 und Fig. 5) könnte die errechnete Schneegrenzdepression während dieses Kälterückschlags in der Allgäuer Nagelfluhkette auf 1400 m ü. NN herabgereicht haben. Für diese rund 20 Kilometer weiter südlich gelegene Lokalität ergibt sich infolge des Massenerhebungseffekts eine ungefähre Schneegrenzlage von 1700 m ü. NN. Die infolge dessen deutlich erniedrigte Waldgrenze dürfte sich auch in der Zunahme der Cyperaceen-Anteile zeigen. Ein nicht quantifizierbarer Teil der gezählten Cyperaceen-Pollenkörner entstammt sicherlich einem damaligen Pendant heutiger Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae* Lüdi 1921).

Tab. 6: Gegenüberstellung der Warvenchronologien und zugehörigen Biozonen vom Meerfelder Maar (LITT & STEBICH 1999, LITT et al. 2001) und vom Steißlinger See (EUSTERHUES et al. 2002) sowie der jüngst veröffentlichten Altersangaben aus der Schweiz (AMMANN et al. 2013).

Tab. 6: Comparison of the varve chronologies and related biozones from Meerfelder Maar (LITT & STEBICH 1999, LITT et al. 2001) and from Steißlinger See (EUSTERHUES et al. 2002) and most recent published dates from Switzerland (AMMANN et al. 2013).

Meerfelder Maar		Steißlinger See		Schweiz	
Warvenjahre vor heute	Biozonen	Warvenjahre vor heute	Biozonen	Alter kalibriert vor heute	Biozonen
11590 – 12680	Jüngere Dryas	11580 – 12690	Jüngere Dryas	ca. 11570 – 12710	Jüngere Dryas
12680 – 13350	Allerød	12690 – 13787	Allerød	ca. 12710 – 13835	Allerød
13350 – 13540	Ältere Dryas				
13540 – 13780*	Bølling				
13780 – 13910	Älteste Dryas	13787 – 14700**	Bølling	ca. 13835 – 14665	Bølling
13910 – ca. 14560 (interpoliert)	Meiendorf				
nicht gewarvt	Pleniglazial	14700 – 15500	Älteste Dryas	ca. 14665 – 15676***	Älteste Dryas

*= Hiatus von 110 Jahren (vgl. STEBICH et al. 2009: Fig. 5), wodurch sich die älteren Biozonen analog nach hinten verschieben

**= im ausgehenden Bølling wäre eine Ausgliederung durch einen von kleinen Kurvengipfeln von Poaceen, Helianthemum und Thalictrum gekennzeichneten Abschnitt möglich

***= letztes Drittel der Ältesten Dryas (AMMANN et al. 2013: Fig. 7)

5.2 Gestaffelte *Pinus*-Ausbreitung und sich entwickelnde Höhenstufung im oberen Illertal

Sofern die besprochenen Diagramme korrekt abgegrenzt wurden und keine falschen Altersdatierungen vorliegen, ist von einer zeitlich verzögerten *Pinus*-Ausbreitung im oberen Illertal auszugehen, welche vom Alpenvorland her erfolgte. Makrorestbefunden zufolge fällt die Wiedereinwanderung von *Pinus sylvestris* im süddeutschen Alpenvorland in das späte Bølling (MIELKE & MÜLLER 1981: Fig. 6.9), wobei LANG (1952: Fig. 3) den ersten Nadelfund schon im frühen bis mittleren Bølling erbracht hat. Für die Lokalität Inselsee ist gemäß der Pollenstratigraphie eine im späten Bølling erfolgte *Pinus*-Immigration zu konstatieren, welche durch die ^{14}C -Datierung bei 571 cm mit einer Alterszeitspanne von 13776–14565 cal. BP nachgezeichnet wird. Im 25 Kilometer weiter südlich und 130 Meter höher gelegenen Raum Oberstdorf ereignet sich die *Pinus*-Einwanderung erst in der Älteren Dryas oder gar beginnenden Allerød, je nachdem welcher Prozentschwellenwert herangezogen wird. Die in einem südwestlich anschließenden Seitental befindliche Vermoorung am Gasthof Bergblick auf 1050 m ü. NN zeigt eine mittelallerødzeitliche Ansiedlung von *Pinus* an. Die an einer 5 cm mächtigen Torfbulkprobe niedergebrachte Radiokarbondatierung mit einem Alter von 12863–13565 cal. BP umgrenzt grob das Einwanderungsgeschehen. Ob im Allerød schon eine Höhenstufung mit *Pinus sylvestris* und darüber befindlicher *Pinus mugo* existiert hat, ist wie in der Schweiz (BURGA & PERRET 1998: 402) mangels aussagekräftiger Makrorestbelege nicht gesichert. So sind bei den von DIEFFENBACH-FRIES (1981: Tab. 21 und 22) an der Lokalität Bergblick durchgeführten Makrorestanalysen erst ab dem

Frühholozän nicht näher bestimmte *Pinus*-Großrestfunde belegt. Auch muss die Frage nach einer Beteiligung von *Pinus cembra* am Aufbau der Wald- und Baumgrenze offen bleiben, da eine Trennung in einen *Pinus sylvestris*-Typ und einen *Pinus cembra*-Typ in den vorliegenden Analysen nicht vorgenommen wurde. Im östlich angrenzenden Ammergebirge sind jedoch gemäß des Pollenbefundes frühholozäne Arvenbestände im Waldgrenzbereich zu vermuten (OBIDOWICZ & SCHÖBER 1985: 157). Analog zu den Ausführungen von BURGA & PERRET (1998: 628) die Schweizer Voralpen betreffend könnte in den Allgäuer Alpen ab dem Allerød bis ins Frühholozän folgende Höhenstufung bestanden haben:

Höhenlagen bis ca. 1200 m ü. NN sind von Kiefernwäldern mit untergeordneter *Betula*-Partizipation eingenommen.

Lagen bis zur bei ca. 1600 m ü. NN lokalisierten Waldgrenze sind zusehends arvenreicher.

Darüber sind Krummholzbestände mit *Pinus mugo* zu vermuten, welche mit zunehmender Höhenlage von Rasengesellschaften und schließlich von Gesteinsschutt- und Felspaltengesellschaften abgelöst werden.

Für den Kälterückschlag der Jüngeren Dryas ist die schon erwähnte Wald- und Baumgrenzdepression von jeweils etwa 200 m zu konstatieren.

5.3 Datierungen

Für ^{14}C -Datierungen am Bohrkern des Unteren Inselsees wurden ausschließlich terrestrische Makrofossilien verwendet. Die konventionellen Radiokarbondaten lassen sich gut mit einigen ^{14}C -Datierungen des Schleinesees (MIELKE & MÜLLER 1981: Fig. 6.9) parallelisieren. Vergleicht man die

kalibrierten Radiokarbonaten (Tab. 4) mit den aktuell existierenden Warvenchronologien vom Meerfelder Maar (LITT & STEBICH 1999, LITT et al. 2001) und vom Steißlinger See (EUSTERHUES et al. 2002) in Tabelle 6, passen die jüngeren ^{14}C -Alter gut in die Zeitschemen. So ergibt sich z.B. für die Grenze Allerød – Jüngere Dryas eine Alterszeitspanne von 12376–12729 cal. BP. Allerdings fällt der ermittelte Zeitraum für die einsetzende Gerzenseeschwankung mit 13431–13763 cal. BP schon deutlich zu alt aus, selbst wenn man allein die Gliederung von EUSTERHUES et al. (2002) betrachtet. Die bøl-lingzeitliche Datierung ist bei eben genanntem Zeitschema wiederum schlüssig. Der Grund für fehlerhafte ^{14}C -Datierungen in der Jungmoränenlandschaft und den nördlichen Kalkalpen ist meist in Hartwassereffekten zu suchen. RÖSCH (1990) kommt aufgrund von Vergleichen mit Datierungsergebnissen aus der Schweiz und der Tiefenlage des Laacher See-Tuffs zu dem Schluss, dass die spätglazialen ^{14}C -Daten im Bodenseeraum infolge von Hartwassereffekten um 400 bis 600 Jahre zu alt ausfallen. Datierungsfehler aufgrund von umgelagertem Material sind jedoch nicht gänzlich auszuschließen.

5.4 Bemerkungen zum Meiendorf-Interstadial

Das Meiendorf wurde erstmals von MENKE (1968) in Schleswig-Holstein beschrieben und ist dort durch einen Anstieg von *Betula nana*, *Hippophaë* und *Artemisia* charakterisiert. Jüngere Arbeiten aus Nord- und Westdeutschland wie z.B. MERKT & MÜLLER (1999), SCHIRMER (1999) sowie STEBICH (1999) bestätigen diese sinnvolle Abgrenzung, da die letzte Eiszeit ja nicht mit einem erneuten Kälterückschlag (= Ältere Dryas) enden kann. Der Vergleich der Warvenchronologien vom Meerfelder Maar (LITT & STEBICH 1999, LITT et al. 2001) und vom Steißlinger See (EUSTERHUES et al. 2002) in Tabelle 6 lehrt jedoch, dass das Meiendorf in Nord- und Westdeutschland dem frühen Bølling bzw. der von BERTSCH (1961: 257) ausgeschiedenen *Juniperus-Hippophaë*-Strauchphase in Süddeutschland entspricht. Die süddeutsche Gliederung stimmt mit derjenigen der Schweiz (z.B. AMMANN et al. 1994: 121 und AMMANN et al. 2013: Fig. 7) überein. Im österreichischen Alpenvorland wurde jüngst das Meiendorf das südliche Mitteleuropa betreffend erstmalig abgegrenzt (LAUTERBACH et al. 2011: Fig. 6). Den eben genannten Publikationen aus Süddeutschland (BERTSCH 1961) und der Schweiz (AMMANN et al. 1994, AMMANN et al. 2013) zufolge, welche die gültige Chronologie darstellen sollten, ist das Meiendorf größtenteils als Synonym zum ersten Teil des Bøllings zu sehen. Wie bei DE KLERK (2004) treffend dargestellt, existieren insbesondere aufgrund von Korrelationsfehlern schon einige verwirrende Unterteilungen der spätglazialen Vegetationsabschnitte im nördlichen Mitteleuropa, welche nicht auch noch auf das südliche Mitteleuropa ausgedehnt werden sollten.

Danksagung

Wir möchten Herrn Prof. Dr. Hermann Jerz herzlich für dessen tatkräftige Hilfe bei der Wahl des optimalen Bohrpunktes im Gebiet des Unteren Inelsees danken. Zudem gebührt unser Dank den wertvollen Hinweisen der beiden Reviewer.

Literatur

- AMMANN, B. & LOTTER, A. (1989): Late-Glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. – *Boreas*, 18: 109–126.
- AMMANN, B., LOTTER, A., EICHER, U., GAILLARD, M.-J., WOHLFAHRT, B., HABERLI, W., LISTER, G., MAISCH, M., NIESSEN, F. & SCHLÜCHTER, CH. (1994): The Würmian Late-glacial in lowland Switzerland. – *Journal of Quaternary Science*, 9 (2): 119–125.
- AMMANN, B., VAN LEEUWEN, J., VAN DER KNAAP, W., LISCHKE, H., HEIRI, O. & TINNER, W. (2013): Vegetation responses to rapid warming and to minor climatic fluctuations during the Late-Glacial Interstadial (GI-1) at Gerzensee (Switzerland). – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 391 (Part B): 40–59.
- BADER, K. & JERZ, H. (1978): Die glaziale Übertiefung im Iller- und Alpseeal (Oberes Allgäu). – *Geologisches Jahrbuch*, A46: 25–45.
- BEHRE, K.-E. (1978): Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. – *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 122 (2): 97–102.
- BERTSCH, A. (1961): Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. – *Flora*, 151: 243–280.
- BEUG, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. – 63 S.; Stuttgart (Fischer).
- BEUG, H.-J. (1976): Die spät- und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Rosenheimer Sees (Oberbayern). – *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 95: 373–400.
- BEUG, H.-J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. – 542 S.; München (Pfeil).
- BLUDAU, W. (1985): Zur Paläoökologie des Ammergebirges im Spät- und Postglazial. – 363 S.; Rheinfelden (Schäuble).
- BORTENSCHLAGER, S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. – *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck*, 71: 19–56.
- BOS, J., VAN GEEL, B., VAN DER PFILICHT, J. & BOHNCKE, S. (2007): Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records. – *Quaternary Science Reviews*, 26: 1927–1950.
- BURGA, C. & PERRET, R. (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. – 805 S.; Thun (Ott).
- DE KLERK, P. (2004): Confusing concepts in Lateglacial stratigraphy and geochronology: origin, consequences, conclusions (with special emphasis on the type locality Bøllingsø). – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 129: 265–298.
- DIEFFENBACH-FRIES, H. (1981): Zur spät- und postglazialen Vegetationsentwicklung bei Oberstdorf (Oberallgäu) und im Kleinwalsertal (Vorarlberg). Pollen- und makrofossilanalytische Untersuchungen an drei Mooren der montanen Stufe. – 154 S.; Dissertation am Fachbereich Biologie der Technischen Hochschule Darmstadt.
- EICHER, U. & SIEGENTHALER, U. (1976): Palynological and oxygen isotope investigations on Late-Glacial sediment cores from Swiss lakes. – *Boreas*, 5: 109–117.
- EUSTERHUES, K., LECHTERBECK, J., SCHNEIDER, J. & WOLF-BROZIO, U. (2002): Late- and Post-Glacial evolution of Lake Steisslingen (I). Sedimentary history, palynological record and inorganic geochemical indicators. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 187: 341–371.
- FÆGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of Pollen Analysis. – 328 S.; Chichester (Wiley).
- GÖTTLICH, K. (1955): Ein Pollendiagramm ungestörter späteiszeitlicher Verlandungsschichten im Federseebecken. – *Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland*, 14: 88–92.
- JERZ, H. (1974): Geologische Karte von Bayern 1:25000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8327, Buchenberg. – 181 S.; München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- IRMLER, R. & SCHOLZ, H. (2005): Bestätigt der Fund einer „Schieferkohle“ die spätglaziale Vergletscherung der Immenstädter Nagelfluhberge? – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 55: 88–101.
- IVY-OCHS, S., KERSCHNER, H., REUTHER, A., PREUSSER, F., HEINE, K., MAISCH, M., KUBIK, P. & SCHLÜCHTER, C. (2008): Chronology of the last glacial cycle in the European Alps. – *Journal of Quaternary Science*, 23: 559–573.
- KLEINMANN, A. (1995): Seespiegelschwankungen am Ammersee. Ein Beitrag zur spät- und postglazialen Klimageschichte Bayerns. – *Geologica Bavarica*, 99: 253–367.
- KÜSTER, H. (1988): Vom Werden einer Kulturlandschaft. Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). – 214 S.; Weinheim (Acta humaniora).
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. – *Flora*, 139: 243–294.

- LANG, G. (1962): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalenienstation an der Schussenquelle. – Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der Eidg. Tech. Hochschule Zürich, 37: 129–154.
- LAUTERBACH, J. und mind. 9 weitere (2011): Environmental responses to Lateglacial climatic fluctuations recorded in the sediments of pre-Alpine Lake Mondsee (northeastern Alps). – *Journal of Quaternary Science*, 26 (3): 253–267.
- LECHTERBECK, J. (2001): „Human Impact“ oder Climatic Change? Zur Vegetationsgeschichte des Spätglazials und Holozäns in hochauflösenden Pollenanalysen laminierter Sedimente des Steißlinger Sees (Südwestdeutschland). – *Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen*, 25: 1–101.
- LITT, T. & STEBICH, M. (1999): Bio- and chronostratigraphy in the Eifel region, Germany. – *Quaternary International*, 61: 5–16.
- LITT, T., BRAUER, A., GOSLAR, T., MERKT, J., BALAGA, K., MÜLLER, H., RALSKA-JASIEWICZOWA, M., STEBICH, M. & NEGENDANK, J. (2001): Correlation and synchronisation of Lateglacial continental sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediment. – *Quaternary Science Reviews*, 20: 1233–1249.
- LOTTER, A., EICHER, U., SIEGENTHALER, U., & BIRKS, H.J.B. (1992): Late Glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. – *Journal of Quaternary Science*, 7 (3): 187–204.
- MERKT, J. & MÜLLER, H. (1999): Varve chronology and palynology of the Lateglacial in Northwest Germany from lacustrine sediments of Hämeelsee in Lower Saxony. – *Quaternary International*, 61: 41–59.
- MIELKE, K. & MÜLLER, H. (1981): Palynologie. – In: Bender, F. (ed.): *Angewandte Geowissenschaften* 1: 393–407; Stuttgart (Enke).
- MOORE, P., WEBB, J. & COLLINSON, M. (1991²): *Pollen Analysis*. – 216 S.; London (Blackwell)
- MÜLLER, H. (1962): Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). – *Geologisches Jahrbuch*, 79: 493–526.
- OBIDOWICZ, A. & SCHOBER, H. (1985): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen des Sennalpenmoores im Trauchgauer Flysch (Ammergebirge). – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 56: 147–165.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil. Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 20: 1–264.
- RAUSCH, K. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers. – *Flora*, 164: 235–282.
- REILLE, M. (1998): *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplément 2*. – 521 S.; Marseille (Laboratoire de Botanique historique et Palynologie).
- REIMER, P.J. und 29 weitere (2013): IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. – *Radiocarbon*, 55 (4): 1869–1187.
- REITNER, J. (2007): Glacial dynamics at the beginning of Termination I in the Eastern Alps and their stratigraphic implications. – *Quaternary International*, 164–165: 64–84.
- RÖSCH, M. (1985): Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried: Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. – *Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*, 7 (Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2): 43–79.
- RÖSCH, M. (1990): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. – *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II. – Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*, 37: 9–64.
- SCHMEIDL, H. (1971): Ein Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und Waldentwicklung im westlichen Salzachgletschergebiet. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 22: 110–126.
- SCHIRMER, U. (1999): Pollenstratigraphische Gliederung des Spätglazials im Rheinland. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 49: 132–143.
- SCHOLZ, H. (1995²): *Bau und Werden der Allgäuer Landschaft*. – 305 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- STEBICH, M. (1999): Palynologische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Weichsel-Spätglazial und Frühholozän an jährlich geschichteten Sedimenten des Meerfelder Maars (Eifel). – *Dissertationes Botanicae*, 320: 1–127.
- STEBICH, M., MINGRAM, J., HAN, J. & LIU, J. (2009): Late Pleistocene spread of (cool-)temperate forests in Northeast China and climate changes synchronous with the North Atlantic region. – *Global and Planetary Change*, 65: 56–70.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis. – *Pollen et Spores*, 13: 615–621.
- STUIVER, M. & REIMER, P.J. (1993): Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. – *Radiocarbon*, 35: 215–230.
- VAN MOURIK, J., SLOTBOOM, R., VAN DER PFLICHT, J., STREURMAN, H., KUIJPER, W., HOEK, W. & DE GRAAF, L. (2013): Geochronology of Betula extensions in pollen diagrams of Alpine Late-glacial lake deposits: a case study of the Late-glacial deposits of the Gasserplatz soil archives (Vorarlberg, Austria). – *Quaternary International*, 306: 3–13.
- VÖLK, H. (2001): Geomorphologie des Kleinwalsertales und seiner Gebirgsumrahmung. Landschaftsformen zur Eiszeit und Nacheiszeit unter Einbeziehung der geologischen Verhältnisse. – *Vorarlberger Naturschau*, 10: 7–95.
- VOIGT, R. (1996): Paläolimnologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Sedimenten aus Fuschlsee und Chiemsee (Salzburg und Bayern). – *Dissertationes Botanicae*, 270: 1–303.
- WAHLMÜLLER, N. (1985): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. – *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck*, 72: 101–144.
- WICK, L. (2000): Vegetational response to climatic changes recorded in Swiss Late Glacial lake sediments. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 159: 231–250.