

TELMA	Band 43	Seite 55 - 82	5 Abb.	Hannover, November 2013
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

# Pollenanalytische Rekonstruktion der Vegetations- und Landnutzungsgeschichte des südlichen Ostallgäus (Bayern)

Vegetation and land use history reconstructed by pollen analysis of the Spitalmoos (Allgäu, Bavaria)

PHILIPP STOJAKOWITS und ARNE FRIEDMANN

## Zusammenfassung

Anhand eines  $^{14}\text{C}$ -datierten Pollendiagramms des Spitalmooses kann die Vegetations- und Landschaftsentwicklung im südlichen Ostallgäuer Jungmoränengebiet nahe dem morphologischen Alpenrand rekonstruiert werden. Das untersuchte Profil reicht vom Präboreal bis in die Gegenwart.

Im Präboreal herrschen lichte *Pinus*-Wälder mit geringen *Betula*-Anteilen vor. *Ulmus* wandert ein und kommt im frühen Boreal zusammen mit *Corylus* zur Massenausbreitung. Nachfolgend breiten sich zuerst *Quercus* und *Tilia* sowie später *Fraxinus*, *Acer* und auch *Picea* aus. Je nach Standort dominieren entweder ulmen-, eichen- und lindenreiche Laubmischwälder oder von *Picea* beherrschte Wälder bis in das Atlantikum. Im frühen Atlantikum erreicht *Picea* ihre postglaziale Maximalverbreitung. Etwa zeitgleich wandern *Abies* und *Fagus* ein. *Fagus* kann sich jedoch nur langsam gegen die starke Konkurrenz bereits etablierter Baumarten durchsetzen, wird aber im Subboreal zur dominanten Baumart.

Der anthropogene Einfluss ist im Gebiet ab der Bronzezeit erfasst. Im Subatlantikum konnten drei größere Rodungsphasen (Römerzeit, Mittelalter, Neuzeit) nachgewiesen werden. Diese führen zu einem Rückgang der *Fagus*- und *Abies*-Bestände. Gleichzeitig nehmen die Nichtbaumpollen-Anteile und besonders die Werte der *Poaceen* und Kulturzeigerarten zu. Auch Getreidepollen konnte nachgewiesen werden. Der heutige Wald- und Offenlandanteil besteht seit ca. 250 Jahren.

## Abstract

A radiocarbon dated pollen diagram of the Spitalmoos reveals the holocene vegetation and landscape development in the formerly glaciated area of the Eastern Allgäu near the alpine border. The investigated profile dates from the Preboreal up to now. During the Preboreal pine woods with some *Betula* cover the area. *Ulmus* immigrates and spreads together with *Corylus* in the early Boreal followed by the spreading of *Quercus* and *Tilia*. Later *Fraxinus*, *Acer* and also *Picea* reach the Northern Alpine Foreland. Depending

on the site conditions, mixed oak forests rich in *Ulmus* and *Tilia* or forests dominated by *Picea* reign up to the Atlantic period. At about the same time *Abies* and *Fagus* immigrate. But *Fagus* prevails very slowly against the strong competition of already established tree species. Nevertheless *Fagus* becomes the dominant tree species in the Subboreal.

The human influence in the area is registered as from the Bronze Age. In the Subatlantic period three larger clearing phases (Roman Age, Middle Ages, Modern Era) were detected leading to the decline of *Fagus* and *Abies* stocks. Synchronous the non tree pollen values and especially the frequencies of *Poaceae* and anthropogenic indicators increase. Cerealia pollen were also identified.

## 1. Einleitung

Das Allgäu gilt als eines der moorreichsten Gebiete des Alpenvorlandes (KAULE 1974). Für große Teile des Allgäus liegen nur wenige moderne datierte Pollenanalysen vor. Die ersten pollenanalytischen Untersuchungen im Allgäu wurden von PAUL & RUOFF (1932) durchgeführt. Deren Ergebnisse nahm FIRBAS (1949, 1952) in seine Waldgeschichte Mitteleuropas auf. Diese frühen Untersuchungen sind jedoch mit methodischen Schwächen behaftet. Es wurden nur geringe Mengen an Pollenkörnern in sehr großen Probenabständen und ausschließlich Baumpollen ausgezählt. In den 1950er Jahren folgten Untersuchungen von PFAFFENBERG (1954) und LANGER (1958a, 1958b, 1959). Nichtbaumpollen wurden erstmals, wenn auch nur sehr wenig differenziert, aufgenommen. Allerdings wurden weiterhin geringe Pollensummen gezählt. Anfang der 1960er Jahre folgten weitere Pollenanalysen. Die Arbeiten von LANGER (1962) und GERMAN & FILZER (1964) sind jedoch wiederum mit den oben genannten methodischen Schwächen behaftet. MÜLLER (1962) und SCHMEIDL (1962) entwarfen für die damalige Zeit ein äußerst detailliertes Bild der Vegetationsgeschichte mit einer Reihe von unterschiedenen Nichtbaumpollentypen. Anfang der 1970er veröffentlichten GEYH et al. (1971) ein hochauflösend <sup>14</sup>C-datiertes Pollendiagramm, in dem allerdings nur wenige Baumarten wiedergegeben sind. In den 1980er Jahren entstand eine Reihe von <sup>14</sup>C-datierten Pollendiagrammen (DIEFFENBACH-FRIES 1981, KÜSTER 1986, 1988, CLARK et al. 1989), welche teilweise auch spätglaziale Abschnitte umfassen. CLARK et al. (1989) rekonstruieren dabei auch die Feuergeschichte. In den letzten Jahren publizierte GROSSE-BRAUCKMANN (1998, 2002) noch mehrere kurze Pollendiagramme aus dem Allgäuer Alpenanteil, MÜLLER (2001) stellte ein <sup>14</sup>C-datiertes Pollendiagramm aus dem württembergischem Allgäu vor, welches die letzten 140.000 Jahre umfasst. SUDHAUS et al. (2008) legten Pollenanalysen einer mesolithischen Freilandstation vor. Das an das Ostallgäu angrenzende Ammergebirge wurde von BLUDAU (1985) und OBIDOWICZ & SCHOBER (1985) untersucht.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Erforschung der Vegetationsgeschichte des südlichen Ostallgäus leisten. Dabei soll besonders die siedlungs- und landnutzungsgeschichtliche Entwicklung des Untersuchungsgebietes berücksichtigt werden, da diese nur lückenhaft bekannt ist.

## 2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet des Attlesees mit angrenzendem Spitalmoos – 1977 als Naturschutzgebiet ausgewiesen – gehört zu Bayerisch-Schwaben im Landkreis Ostallgäu etwa 3 km ostnordöstlich der Gemeinde Nesselwang unweit des morphologischen Alpenrandes (Abb. 1). Das bearbeitete Moor (875 m ü. NN) liegt im Bereich der Jungmoränen des Lech-Wertach-Vorlandgletschers, der sich mit der Kemptener-Wald-Zunge über das Nesselwanger Gebiet hinweg nach Norden schob. Mit dem Abschmelzen des Lech-Wertach-Vorlandgletschers im ausgehenden Würm-Hochglazial blieben in der heute vom Attlesee und Spitalmoos eingenommenen Senke, welche von Moränen umrahmt wird, Eismassen zurück. Ein südwestlich des Spitalmooses gelegener, aus geschichteten Kiesen und Sanden bestehender Kame mit auf engem Raum wechselnden Schüttungsrichtungen wurde durch Schmelzwässer neben dem Toteisblock als glazifluviale Eiskontaktbildung sedimentiert (ENGESSER 1979). Das nur langsam austauende Toteis bewahrte die Hohlform zunächst vor der Verfüllung. Solche Toteisformen und andere Hohlformen wie Schmelzwässerrinnen prägen im Wechsel mit letzteiszeitlichen Moränenwällen verschiedener Vorstoß- und Rückzugsstadien sowie drumlin- bzw. kamesartigen Rücken und Hügeln das unruhige, kleingekammerte Relief der Jungmoränenlandschaft (SCHOLZ 1995).

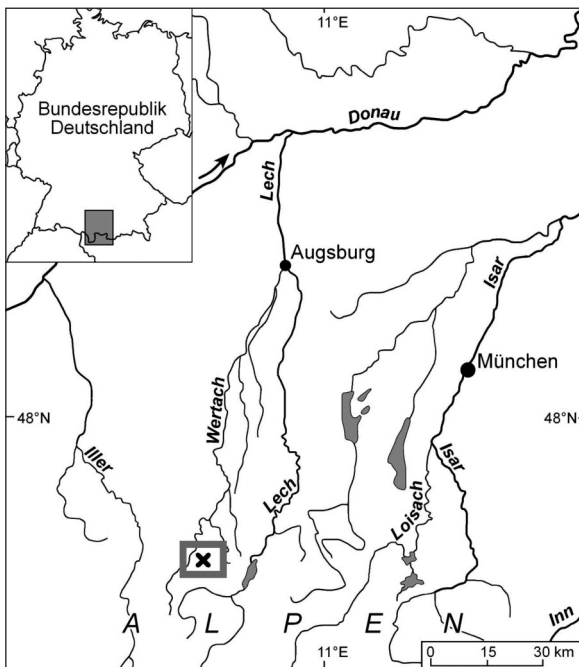


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes (das Kreuz markiert die Lage des untersuchten Archivs)  
Location of the study area (the cross indicates the location of the investigated archive)

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagshöhe im Gebiet Nesselwang liegt bei 1560 mm mit Niederschlagsmaxima im Juni bzw. Juli von 184 mm und die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 6,7 °C (DWD 2011). Die Windverhältnisse zeigen ein Vorherrschen aus westlichen Richtungen an. Es überwiegt der maritime Einfluss gegenüber dem kontinentalen. Der Föhn, eine Besonderheit des Klimas am Alpenrand, weht im Landkreis an 60 bis 70 Tagen im Jahr (BAUER, J. 1990, ENGELSCHALK 1984). Des Weiteren prägt die Bildung eines Kaltluftsees mit Nebel in der Senke des Attleesee das lokale Klima, was für die dortige Vegetation von besonderer Bedeutung ist. Nach BRAUN (1968) begünstigt diese Situation das Überdauern einiger Glazialrelikte borealer und subarktischer Herkunft im Spitalmoos.

Der 10,4 ha große Attlesee besitzt eine Maximaltiefe von 9 m, eine Uferlänge von 1,25 km und ein oberirdisches Einzugsgebiet von 3 km<sup>2</sup>. Das an den Toteissee angrenzende Spitalmoos setzt sich aus Nieder-, Übergangs- und Hochmoorzonen zusammen.

Das Übergangsmoor ist durch ein mosaikartiges Nebeneinander von Hochmoor-Torfmoos-, Schlenken- und Wasserschlauch-Moortümpelgesellschaften sowie Mineralbodenwasserzeigern gekennzeichnet (HEEL & FRIEDMANN 2008). Zudem beherbergt das Übergangsmoor seltene Pflanzengesellschaften wie die des Fadenseggenmoors (*Caricetum lasiocarpae*) oder des Strickwurzelseggenmoors (*Caricetum chordorrhizae*). Das leicht drainierte Hochmoor, das sich etwa zwei bis drei Meter über die Umgebung erhebt, wird von Bergkiefern-Moorwald (*Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae*) beherrscht. Neben *Pinus mugo ssp. rotundata* ist im Unterwuchs vor allem *Picea abies* verbreitet. Zwergstrauchreiche Hochmoor-Torfmoosgesellschaften der Klasse *Oxycocco-Sphagnetea* bilden den Unterwuchs. In diesen Beständen dominieren *Andromeda polifolia*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* sowie die rot gefärbten Torfmoosarten *Sphagnum magellanicum* und *Sphagnum rubellum* und das Laubmoos *Polytrichum strictum*. Dazu gesellen sich *Vaccinium oxycoccus*, *Calluna vulgaris* und *Molinia caerulea*.

Die unmittelbare Umgebung des Moores ist nur zum Teil bewaldet. An den Rändern des Spitalmooses und in der näheren Umgebung ist vielerorts der Peitschenmoos-Fichtenwald (*Bazzanio-Piceetum*) ausgeprägt. Das Offenland besteht aus gedüngten, drei- bis vier-schürigen Fettwiesen, die aufgrund des Arteninventars der Ordnung der Fettwiesen und Weiden frischer Standorte (*Arrhenatheretalia*) zugeordnet werden.

Die potentiell natürliche Vegetation der Landschaft der Moränen und der Faltenmolasse sind je nach Höhenlage und Bodentyp Waldmeister-Tannen-Buchenwälder (*Asperulo-Fagetum*) und Labkraut-Buchen-Tannenwälder (*Galio rotundifolii-Abietetum*) montaner Ausprägung (SEIBERT 1968).

Die ältesten archäologischen Funde aus dem Nesselwanger Raum datieren in die Römerzeit (DÜRRWANGER 1954). Jedoch klaffen im Allgäu insbesondere bei den Stein- und Me-

tallzeiten noch erhebliche Forschungslücken. So weisen große Teile der Allgäuer Jungmoränenlandschaft nur vereinzelte steinzeitliche Funde auf (GEHLEN 1995). Während der Metallzeiten war das südliche Allgäu gemäß dem Fundmaterial nur punktwise besiedelt (DIETRICH 1995). Es finden sich aber erste Hinweise auf vorgeschichtlichen Bergbau im Bereich des Allgäuer Alpenrands (MERBELER 1995). In historischer Zeit wurde der Bergbau zusehends bedeutsamer (KÖHLER 1977).

### 3. Methoden

An der tiefsten Stelle des Hochmoores wurde ein 4,64 m langer Kern mit einem russischen Kammerbohrer gewonnen. Für die Anreicherung der Pollenkörner im Probenmaterial kamen die gängigen Standardverfahren zur Anwendung (FAEGRI & IVERSEN 1989, MOORE, WEBB & COLLINSON 1991). Dem Bohrkern wurden alle zwei bis vier cm Proben von einem cm<sup>3</sup> 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. Pro Probe wurden mindestens 600 Gehölzpollenkörner (i.d.R. 800) ausgezählt, um statistisch abgesicherte Ergebnisse zu erzielen. Ergänzend zu den Pollen- und Sporenzählungen wurden Holzkohlepartikel und Extrafossilien erfasst sowie die bei der Pollenaufbereitung anfallenden Siebrückstände makrorestanalytisch untersucht.

Zur sicheren Identifikation der Pollenkörner diente die einschlägige Bestimmungsliteratur (BEUG 2004, FAEGRI & 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 Pollenanalyse sind in einem Baumpollen- und einem Nichtbaumpollendiagramm dargestellt (Abb. 3 und 4). Als Bezugssumme (=100 %) wurde der gesamte Gehölzpollen und Nichtbaumpollen unter Ausschluss der Sporen sowie der lokalen Moor- und Wasserpflanzen inkl. *Alnus* gewählt. Einige der in den Diagrammen enthaltenen Pollentypen wurden zusammengefasst (z.B. *Rosaceae* agg.). Das Pollendiagramm wurde in sechs lokale Pollenzonen (LPZ) und fünf Landnutzungsperioden (LNP) eingeteilt. Zudem wurde ein Influx-Diagramm (Abb. 5) erstellt. Die Berechnung des Influx-Diagramms basiert auf vier kalibrierten <sup>14</sup>C-Daten sowie der absolutchronologisch ermittelten Grenze zwischen Jüngerer Dryaszeit und Präboreal von 11590 cal. b.p. (FRIEDRICH et al. 2004). Alle im Text angegebenen <sup>14</sup>C-Daten beziehen sich auf das Bezugsjahr 1950 (b.p. = before present).

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Stratigraphie

Die stratigraphischen Einheiten wurden im Gelände bohrbegleitend abgegrenzt. Eine genaue Farb- und Substratansprache erfolgte im Labor, welche durch Makrorestbefunde ergänzt wurden. Die Sedimentansprache folgte dabei GROSSE-BRAUCKMANN (1990). Die Stratigraphie ist in Tabelle 1 dargelegt.

Tab. 1: Stratigraphie der Kernbohrung Spitalmoos  
Stratigraphy of the Spitalmoos core

Tiefe in cm (unter GOF)	Sediment/ Sedentat	Weitere Anteile	Farbe	Bemerkung	Zersetzungsgrad (nach von Post)
0-25	Sphagnumtorf	-	hellbraun	jung durchwurzelt	H1
25-103	Seggentorf	Pflanzenreste	dunkelbraun bis schwarz		H2
103-114	Seggen-(Erlen-) Bruchtorf	Holzreste	dunkelbraun		H3
114-332	Seggentorf	Pflanzenreste	dunkelbraun bis schwarz		H3
332-366	Seggen-Schilftorf	Pflanzenreste	ockerbraun		H3-4
366-378	Schilftorf	Pflanzenreste	braun		H4
378-400	Seggen-Schilftorf	Pflanzenreste	dunkelbraun		H3-4
400-432	Seggentorf	(Torf-)Moosreste	schwarz		H4-5
432-440	Seggentorf	(Torf-)Moosreste, Feinsand	schwarz		H5
440-446	Torfmulde	wenig Pflan- zenreste, Sand	grau bis schwarz	organo- bis minerogen	H8
446-450	Tonmulde	Sand	grau bis braun	minero- bis organogen	-
>450	Beckenton	-	grau	teils gewarvt	-

### 4.2 Datierung

An vegetationsgeschichtlich markanten Stellen wurde dem Bohrkern Material (bulkproben) für Datierungszwecke entnommen und im Physikalischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg mittels AMS  $^{14}\text{C}$ -Messung datiert. Die kalibrierten  $^{14}\text{C}$ -Daten wurden mit dem Programm Calib 6.1.0 (STUIVER & REIMER 1993) berechnet und der wahrscheinlichste Mittelwert mit 2 Sigma-Intervall angegeben. Dem Programm lag dabei der Datensatz IntCal09 (REIMER et al. 2009) zugrunde. Dieser Datensatz enthält auch den aktuellen Stand der Hohenheimer *Quercus*- und *Pinus*-Chronologie (FRIEDRICH et al. 2004) und

dürfte somit für Süddeutschland valide Ergebnisse liefern. Die kalibrierten  $^{14}\text{C}$ -Daten sind in Tabelle 2 sowie in einem Zeit-Tiefen-Diagramm (Abb. 2) dargestellt. Die in Kap. 4.5 dargelegten Zeitangaben stellen nur orientierende Zeitangaben dar, welche extrapoliert wurden.

Tab. 2: AMS- $^{14}\text{C}$ -Daten aus dem Bohrkern Spitalmoos (Datierung durch Dr. A. Scharf AMS-Labor Erlangen des Physikalischen Instituts der Univ. Erlangen-Nürnberg (2008))  
AMS- $^{14}\text{C}$ -dates from the Spitalmoos core (Dated by Dr. A. Scharf AMS-laboratory Erlangen of the Physics Department University Erlangen-Nürnberg (2008))

Labor-Nr. (cm u. GOF)	Tiefe material	Proben- b.p.	konv. $^{14}\text{C}$ -Alter cal. b.c. ( $2\sigma$ )	Kalib.-Alter cal. b.p. ( $2\sigma$ )	Kalib.-Alter
Erl-11793	430	Torf	7038 $\pm$ 50	6015-5806	7965-7756
Erl-11794	186	Torf	3214 $\pm$ 42	1540-1412	3490-3362
Erl-11795	90	Torf	1673 $\pm$ 39	252-435 AD	1698-1515
Erl-11796	30	Torf	201 $\pm$ 38	1726-1814 AD	224-136

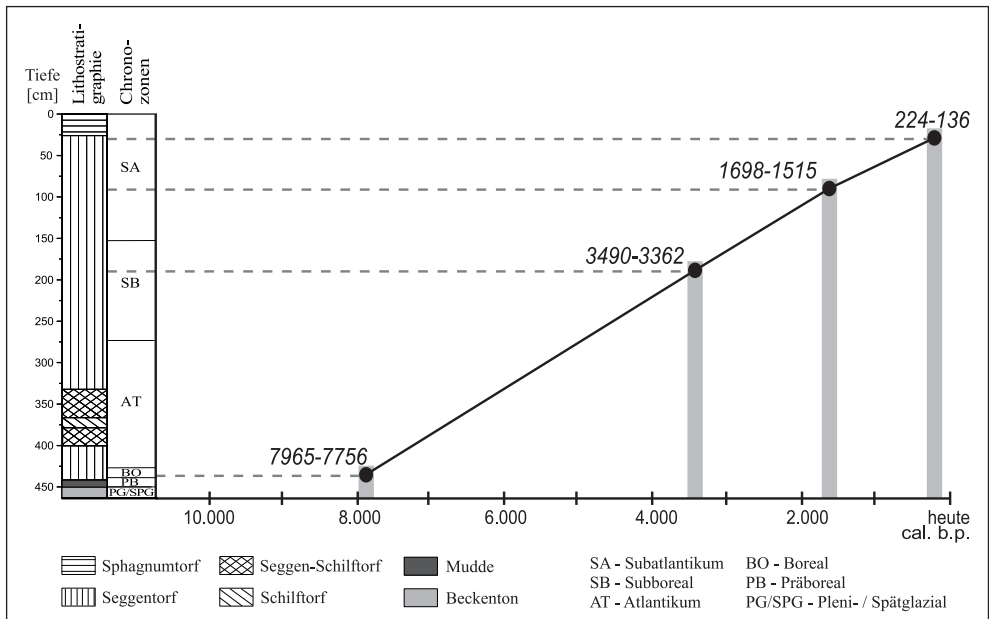


Abb. 2: Zeit-Tiefen Diagramm Spitalmoos (die Legende gilt auch für die Abbildungen 3, 4 und 5)  
Time-depth-model Spitalmoos (the legend also applies to Fig. 3, 4 and 5)

### 4.3 Lokale Pollenzonen (LPZ)

#### **LPZ 1: NBP-*Pinus* (464 - 450 cm u. GOF)**

Diese Zone wird von NBP und *Pinus*-Pollen dominiert. Der NBP hat einen Anteil bis zu 65 %, wobei vor allem *Artemisia*, Poaceen und Chenopodiaceen von Bedeutung sind. Des weiteren sind *Betula* und *Salix* relativ häufig nachweisbar. *Corylus* und andere thermophile Gehölze treten in ersten Spuren auf. Die Holzkohleanteile sind hoch und variieren zwischen 27 und 2 %.

Zugehörige Chronozonen: Pleniglazial-Spätglazial (>464 - 450 cm u. GOF)

Grenze der LPZ: Anstieg der *Pinus*-Werte, Rückgang der NBP-Anteile

#### **LPZ 2: *Pinus* (450 - 432 cm u. GOF)**

In diesem der Profillänge nach kurzen Abschnitt dominiert *Pinus* mit über 60 bis 80 % Anteil am Pollenspektrum. *Ulmus*, *Betula* und *Corylus* sind mit Werten unter 8 % vertreten, wobei die *Betula*-Anteile in der Mitte des Abschnitts kurzzeitig zunehmen. Pollen von *Picea* und *Quercus* treten in ersten Spuren auf. *Abies*, *Fagus*, *Fraxinus* und *Tilia* sind nur sporadisch bzw. in geringen Anteilen von weniger als 1 % nachweisbar. Zum Ende des Abschnitts nehmen die *Corylus*-Werte auf über 17 % zu. Zu Anfang des Abschnitts sind die Holzkohleanteile noch hoch, gehen dann aber auf unter 1 % zurück.

Zugehörige Chronozonen: Präboreal (450 - 436 cm u. GOF) und Boreal (ab 436 cm u. GOF)

Grenze der LPZ: Rückgang der *Pinus*-Werte, Anstieg der *Picea*-, *Ulmus*-, *Quercus*-, *Tilia*-, *Corylus*- und NBP-Werte.

#### **LPZ 3: *Picea*-EMW-*Corylus* (432 - 354 cm u. GOF)**

Am Anfang dieses Abschnitts geht *Pinus* auf Prozentwerte von unter 5 zurück. Gleichzeitig kommt es zur Massenausbreitung von *Picea*, *Ulmus*, *Tilia* sowie *Quercus*. *Acer* und *Fraxinus* wandern ein. Zudem steigen die Poaceen-Werte auf maximal 25 % an. Im Verlauf der Pollenzone flachen die Werte von *Ulmus* und *Tilia* mehr oder minder stark ab und *Corylus*, *Quercus* und vor allem *Picea* dominieren. *Picea* erreicht dabei Maximalwerte von 49 % und fällt während des gesamten Abschnitts nicht unter 20 %. Jedoch wandern kurz nach dem absoluten *Picea*-Maximum *Abies* und *Fagus* in etwa zeitgleich ein. Während die *Abies*-Kurve rasch auf Werte über 10 % steigt, bleibt die *Fagus*-Kurve bis zum Ende der Zone darunter. Der NBP-Anteil pendelt sich im Atlantikum auf niedrigem Niveau ein und nur Poaceen erreichen Prozentwerte.



Zugehörige Chronozonen: Boreal (bis 428 cm u. GOF) und Atlantikum (ab 428 cm u. GOF).

Grenze der LPZ: Rückgang der *Corylus*-Werte, Anstieg der *Fagus*-Kurve.

#### **LPZ 4: *Picea-Fagus*-EMW (354 - 270 cm u. GOF)**

In dieser Pollenzone steigen die Werte von *Fagus* an und der Laubbaum wird nachfolgend neben *Picea* die häufigste Baumart. Unter den Eichenmischwaldarten (EMW) ist *Quercus* am bedeutendsten, dessen Kurve Maximalwerte von 15 % zeigt. *Ulmus* und *Tilia* verlieren nach kurzer Erholung weiter an Bedeutung. Auch *Acer* und *Fraxinus* sind insgesamt seltener. In der Mitte der Pollenzone tritt erstmals *Plantago lanceolata* auf. Außer Poaceen erreichen auch teilweise Ranunculaceen Werte im Prozentbereich, ferner sind Apiaceen und Rosaceen häufig und *Artemisia* kontinuierlich nachweisbar.

Zugehörige Chronozone: Atlantikum (bis 270 cm u. GOF).

Grenze der LPZ: Abnahme der *Quercus*-Kurve, Anstieg der *Fagus*-Kurve.

#### **LPZ 5: *Fagus-Picea* (270 - 38 cm u. GOF)**

Zu Beginn dieser Zone wird *Picea* von *Fagus* als dominante Baumart abgelöst. Im Verlauf der Pollenzone zeigt die *Fagus*-Kurve mehrere Gipfel mit Maximalwerten von 40 %. *Picea* bleibt allerdings weiterhin häufig mit Werten zwischen 15 bis knapp über 30 %. Kurzzeitig kommt es immer wieder zu Einbrüchen der *Fagus*- und *Picea*-Anteile, wodurch *Alnus*, *Betula* und *Corylus* vermehrt auftreten. Die Eichenmischwaldarten sind ziemlich selten geworden. Nur *Quercus* hat noch nennenswerten Anteil am Pollenspektrum, der allerdings meist unter 5 % liegt. Im ausgehenden Subboreal kommt *Carpinus* nur sporadisch mit Werten unter 0,5 % vor, etabliert sich jedoch im Subatlantikum zusehends. Ferner gibt es Einzelfunde von *Juglans regia*. Im beginnenden Subatlantikum nimmt der NBP teilweise stark zu, geht darauf aber wieder zurück. Erstmals sind Pollen von Cerealia nachweisbar. *Plantago lanceolata* und Ranunculaceen sind nahezu kontinuierlich, *Cannabis/Humulus* diskontinuierlich vertreten. Außerdem kommt *Artemisia* häufig vor. Zum Ende der Pollenzone hin kommt es insgesamt zu einem Anstieg der Kulturzeigerarten und zur Zunahme der Holzkohlegehalte.

Zugehörige Chronozonen: Subboreal (ab 270 - 154 cm u. GOF) und Subatlantikum (ab 154 cm u. GOF).

Grenze der LPZ: Rückgang der BP-Anteile, Anstieg der NBP- und *Pinus*-Werte.

## LPZ 6: *Pinus-Picea*-NBP (38 - 2 cm u. GOF)

In diesem Abschnitt nehmen anfangs die NBP-Werte stark zu, insbesondere die von Cerealia, *Plantago lanceolata* und der Poaceen. Auch ist eine Zunahme der Cyperaceen zu verzeichnen. Gleichzeitig gehen die BP-Anteile insgesamt stark zurück, nur die *Pinus*-Kurve steigt an. *Fagus* geht auf Werte unter 2 % zurück, die von *Abies* und *Quercus* sinken unter 1 %. Die *Pinus*-Kurve erreicht Maximalwerte von 55 % und geht zum Ende der Pollenzone auf etwa 40 % zurück. Im Laufe des Abschnitts wird auch *Picea* wieder häufiger und die Kurve von *Sphagnum* weist ihr absolutes Maximum mit 356 % auf. Außerdem treten erstmals Fabaceen-Pollen auf. Unter den NBP dominieren Wiesen- und Weidezeigerarten, insbesondere Poaceen. Daneben zeigen *Plantago lanceolata* und Ranunculaceen Werte bis zu 4 %. Pollen von Apiaceen, Brassicaceen, Cichoriaceen und *Urtica* treten kontinuierlich auf. Zudem sind die Holzkohlewerte erhöht. Zum Ende hin gehen die NBP-Anteile leicht zurück und auch die Kulturzeigerarten verlieren an Bedeutung.

### 4.4 Vegetationsgeschichte

#### 4.4.1 Pleniglazial-Spätglazial (>464 - 450 cm)

Im tiefsten Diagrammabschnitt, der in das Pleniglazial-Spätglazial gestellt wird, dominiert der Gräser- und Kräuterpollenanteil. Dieser setzt sich vor allem aus Heliophyten wie *Artemisia*, Poaceen, Cyperaceen, Chenopodiaceen, Caryophyllaceen, *Helianthemum* und *Thalictrum* zusammen. Des Weiteren sind Pollenkörner der Sträucher *Salix*, *Hippophae*, *Juniperus* und *Ephedra* relativ häufig nachweisbar. Die *Pinus*-Werte liegen anfangs bei 30 %, die *Betula*-Werte bei 2 %.

#### 4.4.2 Präboreal (450 - 436 cm)

Mit dem Beginn der Nacheiszeit vor etwa 11600 cal. BP kommt es zu einem raschen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um 3 bis 5 °C, wodurch sich die Vegetationsperiode um 4 bis 5 Wochen verlängerte (BURGA & PERRET 1998). Während des Präboreals herrschen lichte Kiefern-Wälder mit geringen *Betula*- und *Corylus*-Anteilen vor, in die kurz darauf auch *Ulmus* einwandert. Lichtliebende Gräser und Kräuter wie Poaceen, *Artemisia* und *Thalictrum* treten auf. Hohe Holzkohleanteile deuten auf lokale Waldbrände hin. Im weiteren Verlauf der Vorwärmezeit wurden Gräser und Kräuter immer seltener und die Kiefernwälder zunehmend dichter. Die geschlossenen Wälder schaffen ein ausgeglicheneres Lokalklima und tragen zur Bodenbildung bei, wodurch die nachfolgende Ansiedlung und Ausbreitung weiterer Baumarten begünstigt bzw. erst ermöglicht wird (GLIEMEROTH 1995). Im Pollenspektrum sind *Quercus* und *Tilia*, *Acer* und *Fraxinus* in Spuren nachweisbar. Die Funde von *Abies*, *Fagus* und *Picea* sind auf Fernflug zurückzuführen.

**Spitalmoos (875 m ü. NN)**

**Baumpollendiagramm (BP) - ausgewählte Taxa**

Prozentpollendiagramm, Analyse: Ph. Stojakowits

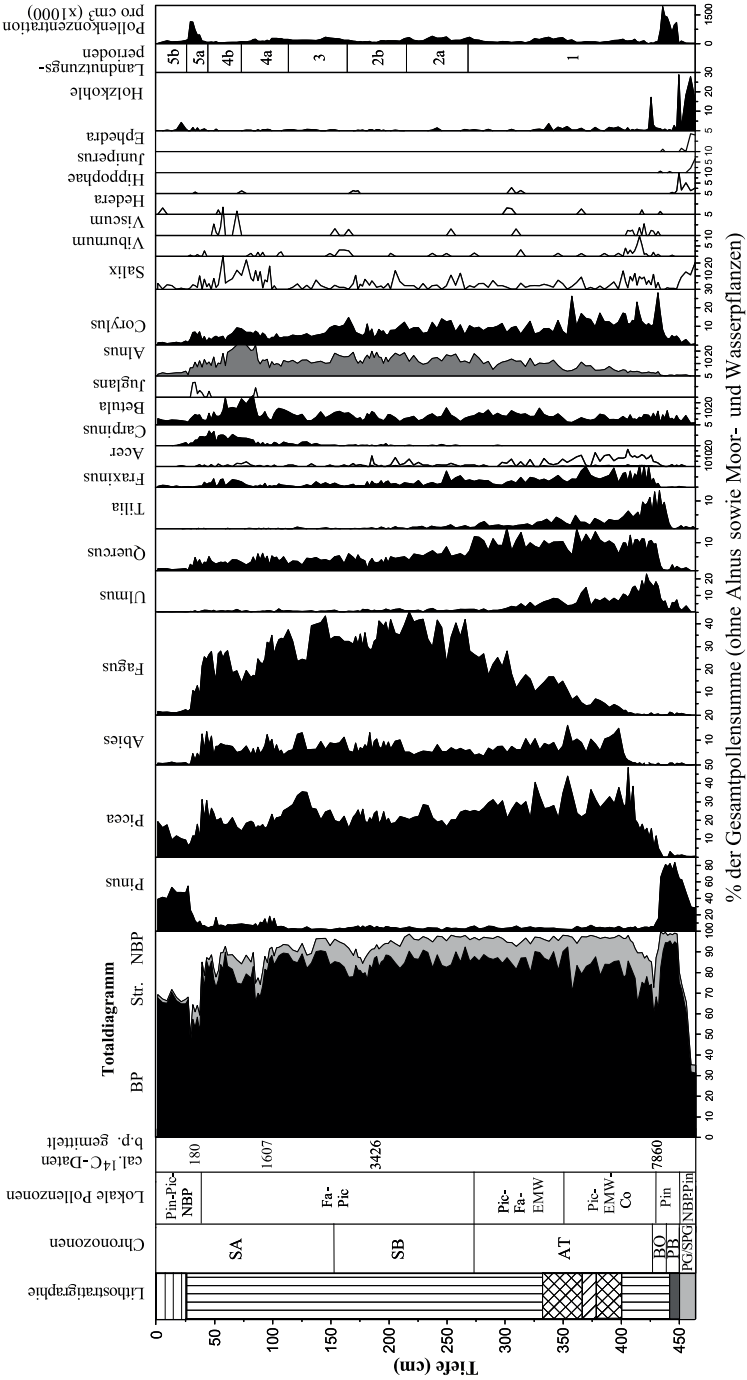


Abb. 3: Baumpollendiagramm Spitalmoos (die aufgeführten lokalen Pollenzonen haben folgende Bedeutung: Pin-Pic-NBP = *Pinus-Picea-Nichtbaumpollen*; Fa-Pic = *Fagus-Picea*; Pic-Fa-EMW = *Picea-Fagus-Eichenmischwald*; Pic-EMW-Co = *Picea-Eichenmischwald-Corylus*; Pin = *Pinus*; NBP-Pin = *Nichtbaumpollen-Pinus*)  
 Arboreal pollen diagram Spitalmoos (the quoted pollen assemblage zones have the following meaning: Pin-Pic-NBP = *Pinus-Picea-Nichtbaumpollen*; Fa-Pic = *Fagus-Picea*; Pic-Fa-EMW = *Picea-Fagus-Eichenmischwald*; Pic-EMW-Co = *Picea-Eichenmischwald-Corylus*; Pin = *Pinus*; NBP-Pin = *Nichtbaumpollen-Pinus*)

Prozentpollendiagramm, Analyse: Ph. Stojakowits

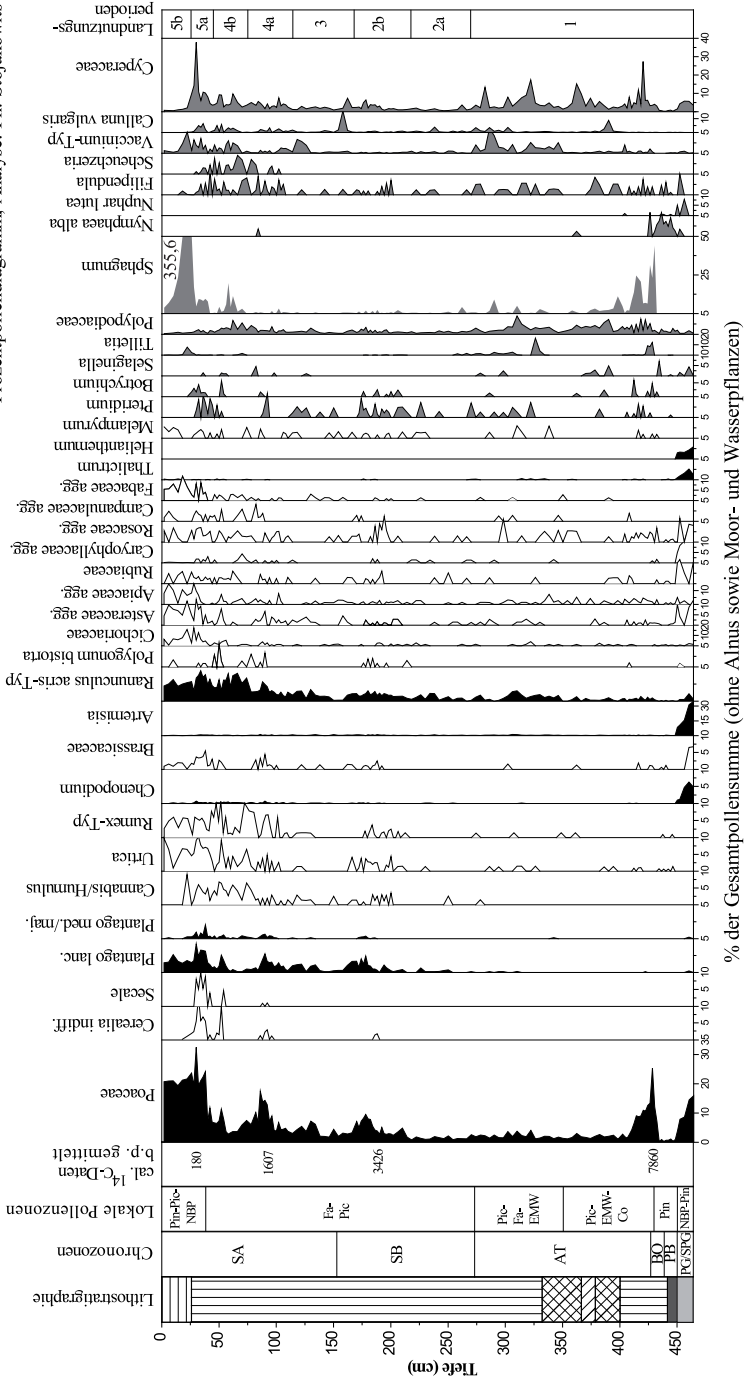


Abb. 4: Nichtbaumpollendiagramm Spitalmoos  
Non-arboreal pollen diagram Spitalmoos

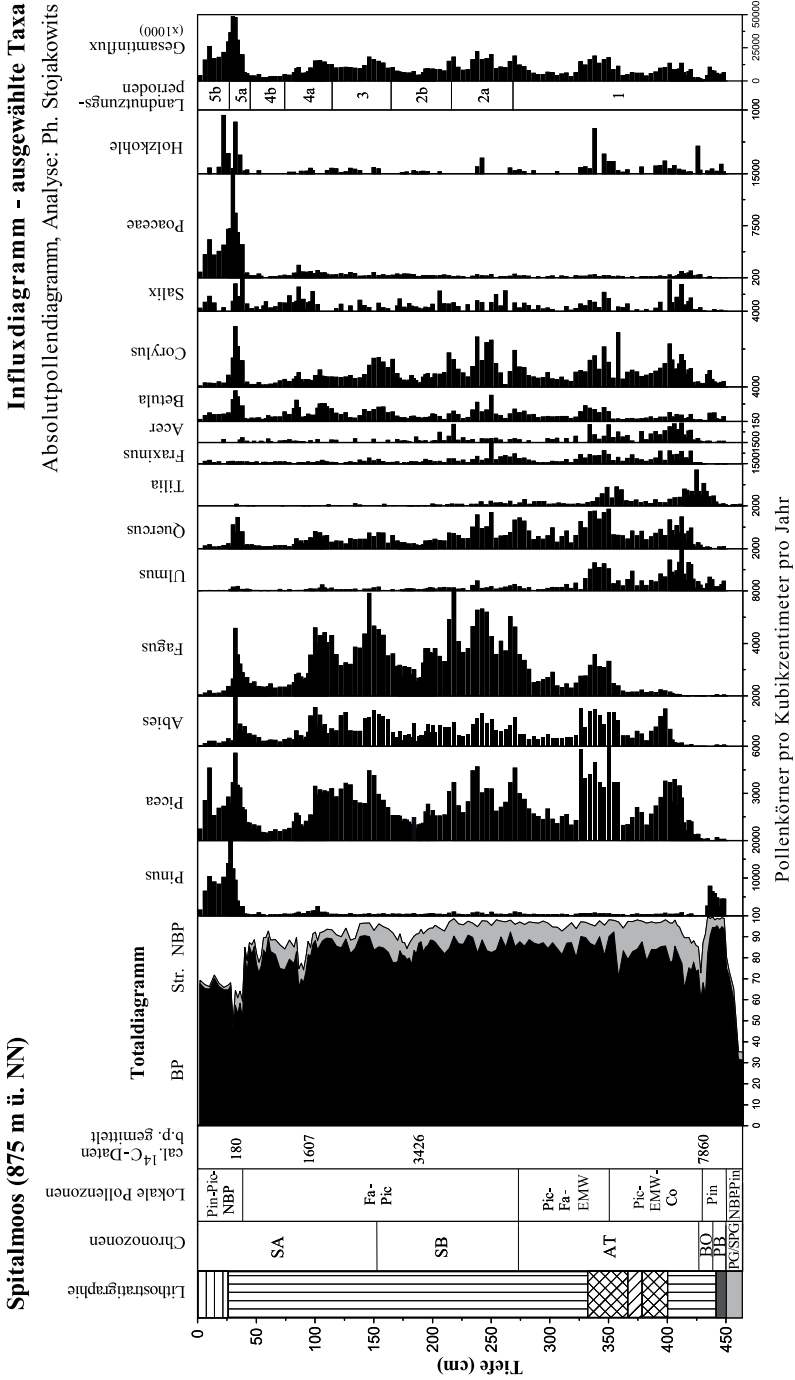


Abb. 5: Influx-Diagramm Spitalmoos  
 Influx-Diagramm Spitalmoos

#### 4.4.3 Boreal (436 - 428 cm)

Mit dem Beginn der frühen Wärmezeit (Boreal), einer relativ kurzen Phase der postglazialen Waldgeschichte, kommt es zu einem Rückgang der *Pinus*-Werte auf 65 % und zur gleichzeitigen Massenausbreitung von *Ulmus* und *Corylus*. Auch wandern weitere thermophile Baumarten in den Nesselwanger Raum ein. Zuerst siedeln sich *Quercus* und *Tilia* an, kurz darauf *Fraxinus* und *Acer* sowie *Alnus*. Die Arealgrenzen von *Abies* und *Fagus* rücken langsam näher. Etwas verzögert gelangt *Picea* zur Massenausbreitung, deren Ansiedlung durch das im Attlesee-Gebiet ausgebildete Lokalklima (Kaltluftsenke) sicherlich begünstigt wird. Die Eichenmischwaldarten nehmen ebenfalls weiter zu und *Pinus* wird auf 10 % Anteil am Pollenspektrum zurückgedrängt. Ab der Mitte des Boreals ist die bisher zonale Vegetation der weitflächigen Kiefernwälder im Jungmoränenland verschwunden und nur noch wenige *Pinus*-Exemplare wachsen am Moorrand. An deren Stelle treten konkurrenzstärkere Baumarten. Die ökologischen Ansprüche und die Konkurrenzkraft der einzelnen Baumarten führen zu einer standörtlich differenzierten Ausbildung neuer Waldgesellschaften nach Standort entweder Eichenmischwälder oder von *Picea* beherrschte Wälder. Die Eichenmischwälder werden von *Ulmus* beherrscht. Bei fortgeschrittener Bodenbildung sind aber auch *Quercus* und sogar *Tilia* bestandsbildend. Außerdem kommt *Corylus* in den Wäldern reichlich vor. *Viburnum* tritt vereinzelt auf und lässt auf Waldränder zwischen Wald und waldfreien (Brand-)Flächen schließen.

Im Laufe des Boreals können die ersten *Hedera*- und *Viscum*-Pollen nachgewiesen werden, was möglicherweise auf ein warm-trockenes Klima mit milden Wintern hindeutet. Waldbrände mit darauffolgender Expansion lichtbedürftiger Pioniervegetation führen je nach Intensität zu verschieden starken Veränderungen der Vegetationszusammensetzung.

Der Übergang Boreal-Atlantikum ist im Diagramm aufgrund eines Hiatus wohl nicht erfasst. Die im Hangenden durchgeführte <sup>14</sup>C-Datierung mit einem gemittelten Alter von 7865 cal. b.p. legt möglicherweise einen Zusammenhang des Hiatus mit dem „8200 cal. b.p. Ereignis“ nahe. Dieses führte zu einem Rückgang der Jahresdurchschnittstemperaturen von 1,7 °C in Südbayern (VON GRAFENSTEIN et al. 1998). Im Pollendiagramm ist ein allgemeiner Rückgang des Polleninflux (BP + NBP) zu verzeichnen. Außerdem treten im Seggentorf Feinsandeinschwemmungen auf. Bislang sind die Auswirkungen des 8200er-Ereignisses auf die damalige Vegetationszusammensetzung nur wenig erforscht. Die Daten der bisherigen Untersuchungen zeigen jedoch ein regional völlig unterschiedliches Bild (TINNER & LOTTER 2001, KOFLER et al. 2005, SEPPÄ et al. 2007, RASMUSSEN et al. 2008).

#### 4.4.4 Atlantikum (428 - 270 cm)

Im Atlantikum kommt es wie im Boreal vermehrt zu Waldbränden, die einen Umbau der Waldgesellschaften begünstigen. Ein besonders starker Waldbrand führt zu einem weiteren Rückgang der *Pinus*-Bestände verbunden mit einer Poaceen-Ausbreitung. Zudem scheint *Corylus* von den Bränden besonders betroffen gewesen zu sein. Die Anteile der Eichenmischwaldarten bleiben weithin unverändert. *Picea* jedoch dürfte von dem Brand entscheidend profitiert haben, da die Baumart ein Lichtkeimer und in der Jugend ein Lichtholz ist und sich auf den entstandenen Freiflächen stellenweise etablieren konnte. Höchstwahrscheinlich besiedeln auch *Betula* (Pioniergehölz) und in geringem Maße *Salix* die Brandflächen. *Viburnum* tritt relativ häufig auf. Im Laufe des frühen Atlantikums erreicht *Picea* ihre postglaziale Maximalverbreitung. Gleichzeitig werden Poaceen deutlich seltener, was auf eine hohe Walddichte schließen lässt. *Ulmus* und *Tilia* werden an vielen Standorten durch *Picea* ersetzt. Etwa zeitgleich wandern *Abies* und *Fagus* ein, wobei *Abies* früher zur Massenausbreitung ansetzt als *Fagus*, jedoch nachfolgend nur als Begleitbaumart in den Waldgesellschaften auftritt.

Ab dem mittleren Atlantikum kann sich *Fagus* immer weiter ausbreiten. *Abies* gelangt zur postglazialen Maximalverbreitung und die *Picea*-Kurve erreicht einen zweiten Gipfel. Neben den thermophilen Laubgehölzen wird auch *Picea* im Zuge der *Fagus-Expansion* zunehmend auf ungünstigere Standorte verdrängt. Aufgrund der im Attlesee-Toteiskessel ausgebildeten Kaltluftsenke ist *Picea* jedoch lokal begünstigt. Während dieser Phase des Waldumbaus kann *Corylus* ihre maximale postglaziale Verbreitung erreichen. Nachfolgend verlor *Corylus* zusehends an Bedeutung, was auf geringe Lichtintensitäten in den dichten Wäldern schließen lässt.

#### 4.4.5 Subboreal (270 - 154 cm)

Mit Beginn des Subboreals kann sich *Fagus* endgültig gegen die starke Konkurrenz bereits etablierter Baumarten durchsetzen. Vereinzelt treten *Viscum album*, *Hedera helix*, *Viburnum* und *Cannabis/Humulus* auf. Nach BURGA & PERRET (1998) sind *Cannabis/Humulus*-Funde subborealen Alters überwiegend *Humulus* zuzuordnen. Dieser kommt an Waldrändern und gewässerbegleitend in Auenwäldern vor. In diesem Abschnitt lassen sich auch *Carpinus* und *Taxus* erstmals nachweisen.

Im mittleren Subboreal gelingt es *Fagus* schließlich, *Picea* und *Quercus* zu verdrängen. Anscheinend wird *Fagus* im Attleseegebiet vor den ersten menschlichen Eingriffen zur dominanten Baumart. Vor der *Fagus-Expansion* tritt als sicherer Kulturzeiger lediglich *Plantago lanceolata* im Pollenspektrum sporadisch auf. Dabei handelt es sich jedoch wahrscheinlich um Fernflug. *Abies* scheint von der weiteren *Fagus-Expansion* weitgehend unbeeinträchtigt gewesen zu sein. Nach einem ersten Gipfel ist jedoch ein Einbruch in der *Fagus*-Kurve zu verzeichnen, was wohl auf größere, natürliche Kalamitäten (z. B. Spät-

fröste, Käferbefall) zurückzuführen ist. Bei den *Picea*-Werten sind ebenfalls Einbußen zu konstatieren. Damit verbunden kommt es zur kurzzeitigen Ausbreitung von *Betula* und *Fraxinus*. Infolge des höheren Lichtgenusses gewinnt auch *Corylus* an Bedeutung.

Nach der Wiederausbreitung von *Fagus* führt offensichtlich ein lokaler Brand zur erneuten Dezimierung der Bestände. Ob es sich um einen natürlichen Waldbrand aufgrund von Blitzschlag oder ein vom Menschen gelegtes Feuer handelt, lässt sich nicht sicher klären. Nachfolgend erreicht *Fagus* seine postglaziale Maximalverbreitung.

Erste Kulturzeiger (wie Getreidepollenkörner, geschlossene *Plantago lanceolata*-Kurve sowie vermehrte Poaceen- und NBP-Nachweise) im späten Subboreal deuten auf menschlichen Einfluss in den bisher weithin geschlossenen Wäldern des Nesselwanger Raums in Form kleinerer Rodungen (besonders *Fagus*) und Waldweide hin. Auf den gerodeten Flächen können sich nachfolgend insbesondere die Pioniergehölze *Betula* und *Corylus* ansiedeln.

#### 4.4.6 Subatlantikum

Zu Beginn des Subatlantikums kann sich *Fagus* wieder regenerieren und die Dominanz in den Waldgesellschaften übernehmen. *Carpinus* ist von nun an kontinuierlich nachweisbar. Doch noch im frühen Subatlantikum kam es zu einer Dezimierung der *Fagus*-Bestände. Gleichzeitig breiteten sich *Picea* und *Abies* aus, was eine klimatisch bedingte Zurückdrängung der spätfrostempfindlichen *Fagus*-Bestände nahelegt, da Poaceen und Kulturzeigerarten weder entscheidend an Bedeutung gewinnen noch verlieren. *Fagus* kann sich jedoch die von den Nadelhölzern besetzten Standorte wieder zurückerobern.

Eine Rodungsphase, die in die Zeit der römischen Okkupation fällt, führt zu einem Rückgang von *Fagus*, *Abies* und *Picea*. Gleichzeitig nehmen die NBP-Anteile deutlich zu und besonders die Werte der Poaceen und Kulturzeigerarten steigen an. Auch konnten erstmals *Secale*-Pollen nachgewiesen werden. Im frühen Mittelalter geht der Offenlandanteil zurück. Die anthropogene Beeinflussung hält jedoch in geringerem Maße weiter an, da die NBP-Anteile nur knapp unter 10 % sinken und Kulturzeigerarten weiterhin kontinuierlich nachweisbar sind. Zu Beginn der Sekundärsukzession wird *Betula* deutlich häufiger. Auch *Corylus* profitiert vom erhöhten Lichtangebot. *Alnus* erreicht zeitweise mehr als 20 % Anteil am Pollenspektrum und kam sicherlich weiterhin lokal im Spitalmoos und anderen Mooren der Umgebung sowie gewässerbegleitend vor. Die Zunahme der *Alnus*-Werte dürfte relativ und auf die gestiegenen Offenlandanteile zurückführen zu sein. Mit dem sukzessionsbedingten Rückgang von *Betula* und *Corylus* haben sich wieder stabile, von *Fagus* beherrschte Waldgesellschaften entwickelt. Jedoch sind infolge der anthropogenen Beeinflussung die Wälder anders zusammengesetzt. Von nun an kommt *Carpinus* in der Baumschicht der Sekundärwälder häufiger vor, gelangt aber nicht zur Massenausbreitung.



In einer weiteren Rodungsphase, welche mit der hochmittelalterlichen Gründung von Nesselwang im Jahre 1302 zusammenfallen dürfte, wird wiederum hauptsächlich *Fagus* gefällt. Der Ort Nesselwang bildete zusammen mit Pfronten eine Rodungsgenossenschaft. Die bei der Gründung des Ortes herrschenden Vegetationsverhältnisse beeinflussten seine Namensgebung. Ursprünglich dürfte Nesselwang mit Brennesseln bewachsenes Weideland bedeutet haben (DÜRRWANGER 1954).

In der Neuzeit führen mehrere Rodungswellen zu einer Verarmung sowie zu einem flächenhaften Rückgang der Waldgesellschaften. *Abies*, *Fagus*, *Quercus* und viele weitere Gehölze verschwinden nahezu völlig aus dem Waldbild. Infolge der Ausweitung von Acker- und Grünlandflächen treten Ackerunkräuter und Kulturzeigerarten gehäuft auf. Zudem erreichen der *Poaceen*-Anteil sowie der Getreideanbau maximale Verbreitung.

Anschließend gehen die Offenlandanteile wieder etwas zurück und der *Cannabis*- und Getreideanbau werden eingestellt. Fortan wird nur noch Grünlandwirtschaft betrieben. Viele Brachflächen werden mit *Picea* aufgeforstet. Der starke Anstieg der *Pinus*-Werte ist auf die lokale Ausbreitung in den zahlreichen Mooren der Umgebung zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich im Subatlantikum die Umgestaltung der bis ins mittlere Subboreal nahezu unberührten Naturlandschaft zur Kulturlandschaft vollzogen hatte. An Stelle der natürlichen bis naturnahen Waldgesellschaften sind anthropogen geprägte Ersatzgesellschaften getreten.

#### 4.5 Landnutzungsperioden

##### **Landnutzungsperiode 1 (464 - 268 cm u. GOF): bis ca. 6.000 cal b.p.**

Während dieser Periode schwankt der NBP-Anteil zwischen 2 und 5 %. Lediglich im Boreal und beginnendem Atlantikum erreicht der NBP-Anteil infolge von Waldbränden 10 % und mehr. Veränderungen im Wald- und Landschaftsbild werden allein durch natürliche Prozesse gesteuert. Neben Waldbränden sind beispielsweise Klimaschwankungen, Windwürfe sowie die Einwanderung neuer Baumarten und die daraus resultierenden Konkurrenzbedingungen zu nennen. Gegen Ende der Periode treten zum ersten Mal *Plantago lanceolata* und *Cannabis/Humulus* auf.

##### **Landnutzungsperiode 2a (268 - 216 cm u. GOF): ca. 6.000 bis 4.000 cal. b.p.**

In dieser Periode schwankt der NBP-Anteil weiterhin zwischen 2 und 5 %. *Plantago lanceolata* kommt in geringen Mengen vor und auch Chenopodiaceen treten auf. Das Attlesee-Gebiet wurde wohl zur Jagd begangen. Ferner dürfte im weiteren Umfeld Waldweide betrieben worden sein. Ein Waldbrand ist eventuell auf den Menschen zurückzuführen. Zeitlich dürfte diese Phase Teile des Jung- und Endneolithikums umfassen.

### **Landnutzungsperiode 2b (216 - 164 cm u. GOF): ca. 4.000 bis 3.000 cal. b.p.**

Während dieses Abschnitts kommt es zu ersten Rodungen. Der NBP-Anteil erreicht maximal 15 %. *Plantago lanceolata* ist kontinuierlich und zeitweise mit Prozentwerten vertreten. Zudem lässt sich erstmals Cerealia-Pollen nachweisen und Ackerunkräuter sowie Weidezeiger treten relativ häufig auf. Untergeordnet ist auch *Cannabis/Humulus* nachweisbar. Diese Periode datiert in die Bronzezeit.

### **Landnutzungsperiode 3 (164 - 112 cm u. GOF): ca. 3.000 bis 2.000 cal. b.p.**

Zu Beginn dieser Periode geht der Anteil des Offenlandes zurück und die Wälder können sich wieder regenerieren. Zugleich nehmen die Kulturzeigerarten stark ab. Zeitlich umfasst diese Phase die Eisenzeit. Nachfolgend ist ein Einbruch in der *Fagus*-Kurve zu verzeichnen. Damit verbunden steigen die NBP-Anteile auf bis zu 10 % an und Kulturzeigerarten sind häufig vertreten. Eventuell wurde *Fagus* selektiv geschlagen. Wahrscheinlicher ist jedoch eine eisenzeitliche Klimadepression, die den spätfrostempfindlichen *Fagus*-Exemplaren zusetzte.

### **Landnutzungsperiode 4a (112 - 72 cm u. GOF): ca. 2.000 bis 1.300 cal. b.p.**

Im Zuge erneuter Rodungen wird bevorzugt *Fagus* geschlagen. Daneben werden untergeordnet auch *Abies* und *Picea* zurückgedrängt. Gleichzeitig erreichen die NBP-Anteile von maximal 25 %. *Plantago lanceolata* ist kontinuierlich und zeitweise mit Prozentwerten vertreten. Zudem ist Cerealia-Pollen wieder nachweisbar und Ackerunkräuter sowie Weidezeiger kommen häufig vor. Diese Periode wird in die Römerzeit, die nachfolgende Alamannenzeit und das frühe Mittelalter gestellt.

### **Landnutzungsperiode 4b (72-42 cm u. GOF): ca. 1.300 bis 500 cal. b.p.**

In dieser Periode gehen die NBP-Anteile zurück. Es erfolgt teilweise eine Wiederbewaldung. Kulturzeigerarten sind jedoch weiterhin nachweisbar und *Cannabis sativa* wird wohl häufig angebaut. In der ablaufenden Sekundärsukzession kann sich *Carpinus* etwas ausbreiten. Dies könnte mit bäuerlicher Niederwaldnutzung in Verbindung stehen, wodurch stockausschlagkräftige Arten gefördert werden (POTT 1981). Gegen Ende des Abschnitts nehmen die Offenlandanteile etwas zu und Cerealia-Pollen tritt wieder auf. Dabei kann erstmals der Anbau von *Secale cereale* nachgewiesen werden. Diese Periode dürfte in die Zeit des Hoch- und Spätmittelalters datieren. Im Hochmittelalter ist der Ort Nesselwang als Teil einer Rodungsgenossenschaft gegründet worden. Urkundlich belegt ist der Ortsname erstmals im Jahre 1302 (BAUER, R. 1990). Die Burgruine Nesselburg, welche am Hang der Alp Spitze etwa 1 km südlich von Nesselwang liegt, wurde ebenfalls im Jahre 1302 das erste Mal erwähnt. Nach DÜRRWANGER (1954) und LIEBHART (1990)

könnten die Rodungssiedlung und die Nesselburg aber auch schon im 12. Jahrhundert oder früher entstanden sein. Der Name Attlesee ist seit 1324 schriftlich belegt (HERRMANN 1990).

Die Klimaverschlechterung der sogenannten „Kleinen Eiszeit“, Kriege und Seuchen führten im weiteren Spätmittelalter zu einem Rückgang der Bevölkerung und der Rodung.

#### **Landnutzungsperiode 5a (42 - 28 cm u. GOF): ca. 500 bis 150 cal. b.p.**

In der Neuzeit steigt der NBP-Anteil stark an, wobei sich Cerealia-Pollen in den bisher höchsten Konzentrationen nachweisen lässt. Zudem wurde weiterhin *Cannabis sativa* angebaut. *Plantago lanceolata* ist kontinuierlich mit Prozentwerten vertreten und auch *Plantago media/major* kommt zeitweise vermehrt vor. Zahlreiche Kulturzeiger wie Ackerunkräuter, Gräser und Weidezeiger (Poaceen, *Bidens*-Typ, Brassicaceen, Campanulaceen, *Centaurea cyanus*, *Centaurea jacea*, Chenopodiaceen, Cichoriaceen, *Ranunculus*, *Rumex*, *Trifolium*, *Urtica*, u.a.) treten gehäuft auf, was auf eine Ausweitung der Acker- und Grünlandflächen hindeutet. Die Wälder werden stark zurückgedrängt und haben nur noch 50 % Anteil am Pollenspektrum.

#### **Landnutzungsperiode 5b (28 - 0 cm u. GOF): 150 cal. b.p. bis heute**

Zu Beginn dieser Periode geht der NBP-Anteil auf 30 % zurück und die *Pinus*-Werte steigen gleichzeitig stark an. Kulturzeigerarten kommen seltener vor. Nachfolgend ist Cerealia-Pollen nicht mehr nachweisbar. Gleiches gilt für *Cannabis/Humulus*-Pollen. Zuletzt wurde *Zea mays* angebaut. DÜRRWANGER (1954) zufolge hatte bis 1830 der Getreideanbau vorgeherrscht. Wegen des langen Winters konnte aber nur Sommergetreide angebaut werden. In den folgenden Jahrzehnten geht der Getreideanbau weiter zurück und kommt schließlich völlig zum Erliegen. Die Grünlandwirtschaft hingegen gewinnt an Bedeutung. Das gehäufte Vorkommen von Fabaceen (*Astralagus*-Typ, *Lotus*-Typ, *Trifolium* und *Vicia*-Typ) ist sicherlich auf die verstärkte Düngung der mehrschürigen Futterwiesen zurückzuführen. Teilweise erfolgt auch eine Aufforstung, bei der bevorzugt *Picea abies* angepflanzt wird.

Heute ist neben der Grünlandwirtschaft der Sommertourismus die Haupteinnahmequelle im Nesselwanger Raum. Außerdem wurde der Wintertourismus als weitere Einnahmequelle erschlossen.

## 5. Diskussion

### 5.1 Bemerkungen zur zeitlichen Auflösung des Pollendiagramms

Der basale Diagrammabschnitt enthält eine Mischung aus pleni- und spätglazialen Straten. Ursächlich hierfür dürfte ein Toteisblock sein, dessen langsames Abschmelzen durch die im Attleeseengebiet ausgebildete Kaltluftsenke sicherlich begünstigt wurde. BLUDAU & FELDMANN (1994) kommen für das Gebiet der Osterseen südlich des Starnberger Sees zu dem Schluss, dass dort Toteisreste bis in den Bölling-Alleröd-Komplex bestanden haben könnten.

Das Frühholozän ist stark gedrängt und enthält einen Hiatus, der mit dem 8200er-Ereignis in Zusammenhang stehen dürfte. Erst ab dem Atlantikum ist das Diagramm gut aufgelöst und verlässlich interpretierbar.

### 5.2 Vegetations- und Landnutzungsgeschichte des Allgäus

Während des Präboreals zeigt sich im Allgäu insgesamt ein einheitliches Waldbild. Die Landschaft ist durch geschlossene, aber lichte Kiefernwälder geprägt, in die *Corylus* und Arten des Eichenmischwaldes einwandern. Waldbrände spielten eine entscheidende Rolle in den vorwärmezeitlichen Kiefernwäldern, wie die Untersuchungen im Spitalmoos und am Schleinsee (CLARK et al. 1989) zeigen.

Ab dem mittleren Boreal bildeten sich im Allgäu regionale Unterschiede in der Waldzusammensetzung aus. So kam es vor allem im südöstlichen Allgäu zur Massenausbreitung von *Picea*. Daraus ergab sich eine Grenzsituation zwischen dem frühen Areal von *Picea abies* und dem Gebiet, in dem *Corylus* massenhaft vorkam. Die Vegetationsgrenze verlief vom Gebiet östlich des Bodensees über die Iller-Lech-Platte zur Donau (KÜSTER 1993). Somit durchdrangen sich im Allgäu die Einwanderungsrichtungen von *Corylus* und *Picea*. Des Weiteren entwickelten sich im nördlichen Allgäu von *Quercus* dominierte Bestände, zum Alpenrand hin gelangte *Ulmus* zur Vorherrschaft. Die Vegetationsgrenze zwischen den *Quercus*-reichen Wäldern im Norden und den von *Ulmus* beherrschten Wäldern im Süden verlief ungefähr entlang der Linie Kempten – Marktoberdorf – Schongau (KÜSTER 1995). Diese Nord-Süd-Zonierung und West-Ost-Zonierung der Vegetation ist bereits den Diagrammen von PAUL & RUOFF (1932) in groben Zügen zu entnehmen.

Im Älteren Atlantikum wanderten *Abies* und *Fagus* in das Allgäu ein. Doch verbesserten sich die Wuchsbedingungen für *Corylus* und die Eichenmischwaldarten weiter (KÜSTER 1995), so dass es den beiden Neubürgern *Abies* und *Fagus* anfangs schwer fiel, in die vorherrschenden Waldgesellschaften einzudringen. Weite Teile des Allgäus waren je nach Standort und Höhenlage von *Ulmus*, *Quercus* und teilweise sogar *Tilia* beherrscht. Stellenweise hatten auch die Edellaubhölzer *Acer* und *Fraxinus* Bedeutung in den Laubmisch-

wäldern erlangt. *Alnus* war gewässerbegleitend in Auenwäldern verbreitet und bildete in einigen Mooren Bruchwälder. *Pinus* war endgültig auf sehr trockene und sehr feuchte Extremstandorte zurückgedrängt worden und *Picea* erreichte – von der neuzeitlichen Förderung durch die Forstwirtschaft einmal abgesehen – in der Regel innerhalb des im Boreal ausgefüllten Areal postglaziale Maximalverbreitung. Im Laufe des Älteren Atlantikums konnte sich *Abies* nahezu überall ausbreiten, nur nicht im westlichen Allgäu. Dies geschah vor allem auf Kosten von *Ulmus*, wodurch *Ulmus* fortan auf feuchteren Lagen und Waldrändern Verbreitung fand (KÜSTER 1988). Vielerorts ging auch schon *Corylus* stark zurück, jedoch nicht im westlichen Allgäu (PAUL & RUOFF 1932, PFAFFENBERG 1954, MÜLLER 1962).

Im Jüngeren Atlantikum breitete sich *Abies* weiter aus und die Elemente des Eichenmischwaldes (insbesondere *Ulmus*) verloren an Bedeutung. Zudem erfolgte eine weitere Zurückdrängung von *Corylus*. Im weiteren Verlauf des Atlantikums und vor allem mit dessen Ausklang begann *Fagus* sich auszubreiten, wodurch *Abies* an vielen Stellen *Fagus* weichen musste.

Im Atlantikum siedelten seit dem Neolithikum erste bäuerliche Kulturen in einigen Gebieten des Allgäus. Am Auerberg (KÜSTER 1988) wurden die frühesten Ackerbaunachweise auf ca. 7300 cal. BP, im Raum Oberstdorf (DIEFFENBACH-FRIES 1981) auf 6400 cal. BP datiert. Am Schleinsee (MÜLLER 1962, CLARK et al. 1989) sind ebenfalls neolithische Siedlungsspuren zu verzeichnen. Da *Fagus* sich meist synchron mit dem Auftreten früher Siedlungszeiger ausbreitete, wird eine anthropogene Förderung der Baumart vermutet (z. B. KÜSTER 1997). Durch Rodungen entstanden immer wieder neue Freiflächen. Mit der Aufgabe des Ackerlandes oder Verlagerung der Siedlung konnten sich auf den brachgefallenen Flächen zuerst Pioniergehölze wie *Betula* ansiedeln. Im Laufe der Sukzession konnten sich zum Teil Baumarten wieder etablieren, die schon vor den Rodungen am jeweiligen Standort wuchsen. Es breitete sich aber auch *Fagus* aus, was in den ursprünglich nahezu vollkommen geschlossenen Wäldern nur schwer möglich gewesen wäre.

Im Subboreal wurde *Fagus* der dominante Waldbaum. Im äußeren Jungmoränengebiet und nördlich davon wurde vor allem *Quercus* aus seinem ökologischen Optimum verdrängt. Im südlichen Allgäu stockten *Ulmus* und *Tilia* auf ungünstigeren Standorten. Aber auch *Abies* und untergeordnet *Picea* waren an vielen Stellen in der Konkurrenz mit *Fagus* unterlegen. Jedoch kam es immer wieder zu Änderungen der Dominanzverhältnisse zwischen *Abies*, *Picea* und *Fagus*, woraus nach KÜSTER (1995) auf ein langsames Zusammenwachsen der gemischten Bergwälder geschlossen werden könnte. Menschliche Eingriffe als Teilursache der sich verschiebenden Dominanzverhältnisse sind nicht auszuschließen. In der zweiten Hälfte des Subboreals wanderte schließlich noch *Carpinus* in das Allgäu ein. Siedlungsnachweise des ausgehenden Neolithikums und der Bronzezeit wurden pollenanalytisch zahlreich erbracht, wie am Schleinsee (MÜLLER 1962, CLARK et al. 1989), am Auerberg (KÜSTER 1988) und im oberen Illertal (SCHMEIDL 1962, DIEFFEN-

BACH-FRIES 1981). Die Siedlungen wurden kleinräumig immer wieder verlegt, was sich an den von KÜSTER (1988) untersuchten Profilen des Auerbergs deutlich erkennen lässt. Insgesamt nahmen Ackerbau und Viehzucht während der Bronzezeit zu.

Im Subatlantikum kam es zu mehreren Rodungsphasen. Die erste ausgeprägte Rodungsphase steht dabei im Zusammenhang mit der römischen Okkupation. Nach KÜSTER (1988) wurde während der Römerzeit vor allem *Fagus* zur Holzkohlegewinnung und als Brennholz genutzt. *Abies* wurde zur Gewinnung von Bauholz der römischen Siedlungen und Militärposten geschlagen. Mit dem Ende der römischen Herrschaft konnten sich die Wälder infolge des Bevölkerungsrückgangs wieder etwas regenerieren, wobei sich besonders *Fagus* erneut ausbreitete. Aber auch die dezimierten *Abies*-Bestände konnten sich erholen.

Im Frühmittelalter kam es wiederum zur Ausweitung der Kulturlächen, denen viele Wälder weichen mussten. Neben selektivem Holzeinschlag, wovon insbesondere *Fagus* betroffen war, wurden die Wälder in Form von Waldweide (Schweinemast) genutzt. Im Hochmittelalter und frühen Spätmittelalter schlossen sich weitere Rodungswellen an. Überaus starker Holzeinschlag, Waldweide und Streugewinnung führten zu einer ausgesprochenen Verwüstung der flächenhaft zurückgedrängten Wälder. Vielerorts konnte sich in den durch Übernutzung aufgelichteten Wäldern *Carpinus* etwas ausbreiten. Nach POTT (1981) dürfte die Bedeutungszunahme von *Carpinus* auf bäuerliche Niederwaldnutzung zurückzuführen sein, die eine Förderung ausschlagkräftiger Baumarten und gleichzeitigen Rückgang von *Fagus* zur Folge hatte. *Fraxinus* (ausschlagfreudig) nahm ebenfalls leicht an Bedeutung zu. Nachfolgend kam es durch Kriege, Seuchen und die Klimaverschlechterung der Kleinen Eiszeit zu einem Siedlungsrückgang, wodurch der Druck auf die Wälder etwas nachließ.

In der Neuzeit ging *Fagus* abermals stark zurück und *Picea* wurde in den stark übernutzten Wäldern und auf ehemaligen Ackerflächen angepflanzt. Der Ackerbau war infolge der Umstellung auf Viehzucht deutlich zurückgegangen. Die neuzeitliche Ausbreitung von *Pinus* dürfte KÜSTER (1995) zufolge anthropogen sein, da viele Moore des Torfabbaus wegen drainiert wurden und sich *Pinus* in der Folgezeit auf den trockeneren Moorflächen etablieren konnte.

### 5.3 Grünlandausbreitung seit der Römerzeit

Mit der römischen Okkupation kam es bekanntlich zu vielen Neuerungen (z.B. Einführung neuer Kulturpflanzen, Bau von Getreidespeichern). Infolge der Intensivierung der Viehzucht musste auch eine bessere Nahrungsgrundlage für die Tiere geschaffen werden. Deswegen wurden Wiesen zur Heugewinnung angelegt (KÜSTER 1999). Im vorliegenden Diagramm deutet sich eine erste Etablierung von Dauergrünland in der Römerzeit an, obwohl das Nesselwanger Gebiet etwa 15 km vom damaligen Cambodunum (= Kempten) entfernt liegt.

In der Neuzeit kommt es zur weiteren Ausweitung des Grünlandes, was insbesondere durch die hohen Poaceen-Anteilen (ca. 20 %) angezeigt wird. Es sind aber auch viele andere Grünlandzeiger im Pollenspektrum gehäuft vertreten, wie z. B. Cichoriaceae, Asteraceae und Fabaceae.

## 6. Danksagung

Wir möchten den Herren Dipl. Geogr. Michael Heel, Dipl. Geogr. Oliver Korch und Dipl. Geogr. Wolfgang Merkel herzlich für deren Hilfe bei der Moortiefensondierung und der Kernbohrung danken. Außerdem gebührt der Oberen Naturschutzbehörde mit Sitz in Augsburg unser außerordentlicher Dank für die Erteilung der Bohrgenehmigung.

## 7. Literaturverzeichnis

- BAUER, J. (1990): Natur und Landschaft. – In: LIEBHART, W.: Nesselwang – Ein historischer Markt im Allgäu: 11 - 30; Sigmaringen (Thorbecke).
- BAUER, R. (1990): Frühe Siedlungsgeschichte und Ortsnamen. – In: LIEBHART, W.: Nesselwang – Ein historischer Markt im Allgäu: 33 - 50; Sigmaringen (Thorbecke).
- 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).
- BLUDAU, W. & FELDMANN, L. (1994): Geologische, geomorphologische und pollenanalytische Untersuchungen zum Toteisproblem im Bereich der Osterseen südlich von Seeshaupt (Starnberger See). – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **44**: 114-128; 3 Abb., 1 Tab., 1 Beil.; Hannover.
- BRAUN, W. (1968): Vegetationskundliche Beobachtungen am Attlesee und im Spitalmoos bei Nesselwang. – *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Arbeitskreises Kempten (Allgäu)* **12** (1): 1 - 16; 2 Abb.; Kempten.
- BURGA, C. & PERRET, R. (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. – 805 S.; Thun (Ott).
- CLARK, J., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1989): Post-glacial fire, vegetation, and human history on the northern alpine forelands, South-West Germany. – *Journal of Ecology* **77**: 897 - 925; 10 Abb., 3 Tab.; London.
- 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.



- DIETRICH, H. (1995): Bronze- und Eisenzeit. – In: CZYSZ, W., DIETRICH, H. & WEBER, G.: Kempten und das Allgäu. – Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland **30**: 38 - 48; Stuttgart (Theiss).
- DÜRRWANGER, L. (1954): Nesselwang in Kultur und Geschichte. – 363 S.; Marktoberdorf (Buch- und Kunstdruckerei Oskar Schnitzer).
- DWD (2011): Klimadaten Nesselwang. – abgerufen unter <http://www.dwd.de>.
- ENGELSCHALK, W. (1984): Das Klima. – In: KOLB, A. & KOHLER, E. (Hrsg.): Ostallgäu - Einst und Jetzt. Band 1: 57 - 62; Kempten (Allgäuer Zeitungsverlag).
- ENGESSER, E. (1979): Zur Geologie der subalpinen Molasse und des Quartärs im Raume von Nesselwang (Ostallgäu). – 75 S.; Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Geologie und Mineralogie der Technischen Universität München.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of Pollen Analysis. – 328 S.; Chichester (John Wiley & Sons Ltd.).
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band 1. Allgemeine Waldgeschichte. – 480 S.; Jena (Fischer).
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band 2. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – 256 S.; Jena (Fischer).
- FRIEDRICH, M., REMMELE, S., KROMER, B., HOFMANN, J., SPURK, M., KAISER, K.F., ORCEL, C. & KÜPPERS, M. (2004): The 12460-year Hohenheim oak and pine tree-ring chronology from central Europe – a unique annual record for radiocarbon calibration and paleoenvironment reconstructions. – Radiocarbon **46** (3): 1111 - 1122; 11 Abb.
- GEHLEN, B. (1995): Die Steinzeiten. – In: CZYSZ, W., DIETRICH, H. & WEBER, G.: Kempten und das Allgäu. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland **30**: 26 - 37; Stuttgart (Theiss).
- GERMAN, R. & FILZER, P. (1964): Beiträge zur Kenntnis spät- und postglazialer Akkumulation im nördlichen Alpenvorland. – Eiszeitalter u. Gegenwart **15**: 108 - 122; 2 Abb., 1 Tab.; Öhringen.
- GEYH, M., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1971): Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinsees. – Arch. Hydrobiol. **69** (3): 366 - 399; 10 Abb., 7 Tab.; Stuttgart.
- GLIEMEROTH, A. (1995): Paläoökologische Untersuchungen über die letzten 22000 Jahre in Europa. Paläoklimaforschung **18**. - 252 S.; Stuttgart (Fischer).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Die Ablagerungen der Moore. – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde: 175 - 236; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1998): Das Fünfblänkenmoor am Engenkopf, ein bemerkenswertes ombrogenes Moor in einem Karstgebiet des südlichen Allgäus. – Carlinea **56**: 29 - 62; 7 Abb., 11 Tab.; Karlsruhe.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (2002): Paläobotanische Befunde von zwei Mooren im Gebiet des Hohen Ifen, Vorarlberg (Österreich). – Telma **32**: 17 - 36; 7 Abb., 5 Tab.; Hannover.



- HEEL, M. & FRIEDMANN, A. (2008): Moorökologische Untersuchungen im Attleseegebiet. – *Telma* **38**: 101 - 120; 5 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- HERRMANN, N. (1990): Ortschaften der Gemeinde. – In: LIEBHART, W.: Nesselwang – Ein historischer Markt im Allgäu: 411 - 442; Sigmaringen (Thorbecke).
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. – *Dissertationes Botanicae* **27** - 345 S.; Cramer (Leutershausen).
- KOFLER, W., KRAPF, V., OBERHUBER, W. & BORTENSCHLAGER, S. (2005): Vegetation response to the 8200 cal. BP cold event and to long-term climatic changes in the Eastern Alps: possible influence of solar activity and North Atlantic freshwater pulses. – *The Holocene* **15** (6): 779 - 788; 5 Abb., 1 Tab.; London.
- KOHLER, E. (1977): Der historische Erzbergbau im Iller- und Ostrachtal. – *Allgäuer Geschichtsfreund* **77**: 82 - 95; 1 Abb.; Kempten.
- KÜSTER, H. (1986): Werden und Wandel der Kulturlandschaft im Alpenvorland. – *Germania* **64** (2): 533 - 559; 10 Abb., 1 Tab., 3 Beil.; Mainz.
- KÜSTER, H. (1988): Vom Werden einer Kulturlandschaft. Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). – 214 S.; Weinheim (Acta humaniora).
- KÜSTER, H. (1993): Die Entstehung von Vegetationsgrenzen zwischen dem östlichen und dem westlichen Mitteleuropa während des Postglazials. – In: LANG, A., PARZINGER, H. & KÜSTER, H. (Hrsg.): Kulturen zwischen Ost und West. Das Ost-West-Verhältnis in vor- und frühgeschichtlicher Zeit und sein Einfluß auf Werden und Wandel des Kulturraums Mitteleuropa: 473-492; Berlin (Akademie Verlag).
- KÜSTER, H. (1995): Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns. – 372 S.; Berlin (Akademie Verlag).
- KÜSTER, H. (1997): The role of farming in the postglacial expansion of beech and hornbeam in the oak woodlands of central Europe. *The Holocene* **7** (2): 239 - 242; 2 Abb.; London.
- KÜSTER, H. (1999): Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. – 424 S.; München (Beck).
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – 462 S.; Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- LANGER, H. (1958a): Die Vegetationsverhältnisse des Benninger Riedes und die Verknüpfung mit der Vegetationsgeschichte des Memminger Tales. – *Botanische Jahrbücher* **77** (4): 355 - 422; 29 Abb., 5 Tab., 16 Beil.; Stuttgart.
- LANGER, H. (1958b): Zur Waldgeschichte von Bayerisch-Schwaben. – Bericht Naturforschende Gesellschaft Augsburg **9**: 1 - 38; 6 Abb.; Augsburg.
- LANGER, H. (1959): Zur Waldgeschichte des „Großen Waldes“ am Grünten (Allgäu). – *Botanische Jahrbücher* **78** (4): 489 - 497; 1 Beil.; Stuttgart.
- LANGER, H. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Waldgeschichte und Waldgesellschaften Süddeutschlands. – Bericht Naturforschende Gesellschaft Augsburg **14**: 1 - 120; 61 Abb.; Augsburg.

- LIEBHART, W. (1990): Vom Dorf zum Markt: Nesselwang im Mittelalter. – In: LIEBHART, W.: Nesselwang – Ein historischer Markt im Allgäu: 71 - 83; Sigmaringen (Thorbecke).
- MERBELER, J. (1995): Burgberg im Allgäu, „Grünten“, Lkr. Oberallgäu. Erzbergbau und Verhüttung im Starzlachtal. – In: CZYSZ, W., DIETRICH, H. & WEBER, G.: Kempten und das Allgäu. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland **30**: 38 - 48; Stuttgart (Theiss).
- MOORE, P., WEBB, J. & COLLINSON, M. (1991): Pollen Analysis. – 216 S.; London (Blackwell).
- MÜLLER, H. (1962): Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). – Geol. Jahrb. **79**: 493-526; 9 Tab., 3 Beil.; Hannover.
- MÜLLER, U. (2001): Die Vegetations- und Klimaentwicklung im jüngeren Quartär anhand ausgewählter Profile aus dem südwestdeutschen Alpenvorland. – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten **D7**: 1 - 118.
- OBIDOWICZ, A. & SCHÖBER, H. (1985): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen des Sennalpenmoores im Trauchgauer Flysch (Ammergebirge). – Ber. Bayer. Bot. Ges. **56**: 147 - 165; 3 Abb., München.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil. Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **20**: 1 - 264; 121 Abb.; München.
- PFÄFFENBERG, K. (1954): Das Wurzacher Ried. Eine stratigraphische und paläobotanische Untersuchung. – Geol. Jahrb. **68**: 479 - 500; 2 Abb.; Hannover.
- POTT, R. (1981): Der Einfluß der Niederholzwirtschaft auf die Physiognomie und die floristisch-soziologische Struktur von Kalkbuchenwäldern. – Tuexenia **1**: 233 - 242; Göttingen.
- RASMUSSEN, P., HEDE, M.U., NOE-NYGAARD, N., CLARKE, A.L. & VINEBROOKE, R.D. (2008): Environmental response to the cold climate event 8200 years ago as recorded at Højby Sø, Denmark. – Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin **15**: 57-60; 4 Abb.; Kopenhagen.
- REILLE, M. (1998): Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 2. – 521 S.; Marseille (Laboratoire de Botanique historique et Palynologie).
- REIMER, P.J. und 27 weitere (2009): IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. – Radiocarbon **51** (4): 1111 - 1150; 5 Abb., 1 Tab.
- SCHMEIDL, H. (1962): Der bronzezeitliche Prügelweg im Agathazeller Moor. – Bayerische Vorgeschichtsblätter **27** (1): 131 - 142; 6 Abb.; München.
- SCHOLZ, H. (1995): Bau und Werden der Allgäuer Landschaft. – 305 S.; Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
- SEIBERT, P. (1968): Vegetation und Landschaft in Bayern. Erläuterungen zur Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete in Bayern. – Erdkunde **22** (4): 294 - 313; 2 Abb., 1 Beil.; Bonn.

- SEPPÄ, H. und 11 weitere (2007): Spatial structure of the 8200 cal. BP event in Northern Europe. – *Clim. Past* **3**: 225 - 236; 7 Abb., 2 Tab.; Göttingen.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis. – *Pollen et Spores* **13**: 615 - 621; Paris.
- STUIVER, M. & REIMER, P.J. (1993): Extended <sup>14</sup>C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. – *Radiocarbon* **35**: 215 - 230; 10 Abb., 3 Tab.
- SUDHAUS, D., FRIEDMANN, A. & PETERS, M. (2008): Pollenanalytische Untersuchung zur mesolithischen Freilandstation bei Hopferau. – *Berichte der Bayerischen Bodendenkmalpflege* **49**: 49 - 55; 3 Abb.; Bonn.
- TINNER, W. & LOTTER, A. (2001): Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. – *Geology* **29** (6): 551 - 554; Boulder.
- VON GRAFENSTEIN, U., ERLLENKEUSER, H., MÜLLER, J., JOUZEL, J. & JOHNSEN, S. (1998): The cold event 8200 years ago documented in oxygen isotope records of precipitation in Europe and Greenland. – *Climate Dynamics* **14**: 73 - 81; Heidelberg.

Anschrift der Verfasser:

Dipl. Geogr. Ph. Stojakowits  
Univ.-Prof. Dr. A. Friedmann  
Arbeitsgruppe Biogeographie  
Institut für Geographie  
Universität Augsburg  
Alter Postweg 118  
D-86159 Augsburg  
E-Mail: [stojakowits@geo.uni-augsburg.de](mailto:stojakowits@geo.uni-augsburg.de)  
[friedmann@geo.uni-augsburg.de](mailto:friedmann@geo.uni-augsburg.de)

Manuskript eingegangen am 10. Juni 2013

