

<i>Eiszeitalter und Gegenwart</i> <i>Quaternary Science Journal</i>	56/3	139-161	Hannover 2007
--	------	---------	---------------

Zur spätholozänen Vegetationsgeschichte des Pfälzerwaldes

Neue pollenanalytische Untersuchungen im Pfälzischen Berg- und Hügelland

STEFFEN WOLTERS^{*)}

Keywords: SW-Germany, Palatinate Forest, Holocene, pollen analysis, lime woodland, primeval vegetation, high medieval landnam, mire acidification

Kurzfassung: Zwei ¹⁴C-datierte Pollendiagramme aus Quellmooren erfassen die etwa 4500-jährige Geschichte der Wald- und Moorentwicklung im Buntsandsteingebiet des mittleren Pfälzerwaldes unter natürlichen und anthropogenen Bedingungen. Edellaubholzreiche Eichen-Lindenmischwälder beherrschten das Waldbild bis zur Ausbreitung der Buche und belegen die große Bedeutung von *Tilia* an den spätwärmezeitlichen Wäldern der Buntsandsteingebirge. Der autochthone Status von *Pinus* wird bestätigt, wohingegen keine Belege für ein natürliches Vorkommen von *Picea* und *Abies* erbracht werden können. Die Herausbildung der natürlichen Vegetation des Pfälzerwaldes in Form von bodensauren Buchenmischwäldern (Luzulo-Fagetum, Melampyro-Fagetum) begann mit der Massenausbreitung von *Fagus* ab etwa 1000 v. Chr. Sie erreichten ihre größte Verbreitung etwa 1000 Jahre später. Der anthropogene Einfluß auf die Wälder blieb bis in das Mittelalter gering und bestätigt den Charakter des Pfälzerwaldes als Jungesiedelland. Starker anthropogener Einfluß setzte erst mit den hochmittelalterlichen Rodungen von *Fagus* und *Pinus* ein, die insbesondere *Quercus* zum Zwecke der Waldweide förderten. Darüber hinaus beeinflussten die Rodungen auch nachhaltig das Hydroregime der Moore im Sinne einer verbesserten Wasserversorgung mit einhergehenden Versauerungstendenzen. Während die pollenanalytische Reflektion der Siedlungsaktivität im Mittelalter und der frühen Neuzeit eine deutliche lokale Differenzierung aufweist, wird die im späten 18. Jh. einsetzende Forstwirtschaft als regionales Ereignis widergespiegelt und beinhaltet auch seltenere Gehölze wie Weymouthskiefer und Douglasie.

[Late Holocene vegetation development in the Palatinate Forest]

Abstract: Two radiocarbon-dated pollen diagrams from spring mires reveal 4500 years history of natural and anthropogenic woodland and mire development in the new red sandstone area of the Palatinate Forest. Oak-lime woodland rich in noble deciduous trees dominated the landscape prior to the spread of beech. This emphasises the important role of *Tilia* in woodlands of the new red sandstone mountains in the Subboreal. *Pinus* is autochthonal to the Middle Palatinate Forest while *Picea* and *Abies* are not. The natural vegetation consisted of acidophilous beech woods (Luzulo-Fagetum, Melampyro-Fagetum) and started to develop with the mass expansion of *Fagus* around 1000 B. C. yielding their highest distribution approx. 1000 years later. The reflection of human impact remained weak until the Medieval times confirming that the Palatinate Forest was not colonised prior to the high medieval landnam. The clearing of *Fagus* and *Pinus* started in the 12th century. *Quercus* was saved from felling for the purpose of wood pasture. The clearings also affected the hydroregime of the spring mires in terms of improved water supply and acidification. While pollen analytical reflection of human impact from the Middle Ages to early Modern Times strongly depends on local conditions, the onset of silviculture in the late 18th century is mirrored as a regional signal and includes even rare species as white pine and douglas fir.

* Anschrift des Verfassers: Dr. S. WOLTERS, Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung, Viktoriastraße 26/28, D-26382 Wilhelmshaven. E-mail: wolters@nihk.de.

1 Einleitung

Der Pfälzerwald gehört im Gegensatz zu seinen benachbarten Landschaften, wie Vogesen, Schwarzwald, Odenwald oder der Oberrheinebene (z. B. FRIEDMANN 2000, LAGIES 2005, LANG 2005, SUDHAUS 2005), zu den vegetationsgeschichtlich nahezu unerforschten Gebieten Deutschlands. So standen FIRBAS (1952) für seine zusammenfassende Darstellung der Vegetationsgeschichte des Pfälzischen Berg- und Hügellandes lediglich Pollenanalysen vom südlichen Rand des Pfälzerwaldes (HATT 1937, DUBOIS *et al.* 1938) und aus der westpfälzischen Moorniederung (FIRBAS 1934, JESCHKE 1938) zur Verfügung. Den ersten und bisher einzigen pollenanalytischen Beitrag aus dem mittleren Pfälzerwald – zwei kurze Diagramme aus der Umgebung von Johanniskreuz – publizierte PRECHT 1953. Thematisch stellt er, wie auch die quellenkundlich-pflanzensoziologische Arbeit von BOISELLE & OBERDORFER (1957), die natürliche Verbreitung der Kiefer im Pfälzerwald in den Vordergrund, ohne aber dabei näher auf die walddgeschichtliche Entwicklung des heute mit ca. 180.000 ha größten zusammenhängenden Waldgebiets Deutschlands einzugehen. Die vegetationsgeschichtliche Erforschung wurde erst im Jahre 2003 wieder aufgenommen, als im Rahmen von kulturlandschafts-genetischen und bestandsgeschichtlichen Untersuchungen im Forstamt Johanniskreuz (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004) aktuelle pollenanalytische Untersuchungen notwendig wurden. Damit ergab sich erstmals die Gelegenheit, die spätholozäne Vegetationsgeschichte des Pfälzerwaldes mit Hilfe von hochauflösenden und ¹⁴C-datierten Pollendiagrammen darzustellen. Die vorliegenden Untersuchungen sind darüber hinaus als Beitrag zur Grundlagenforschung im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen zugunsten seiner Erhaltung und nachhaltigen Entwicklung (UNESCO) zu verstehen.

2 Untersuchungsgebiet

Der Pfälzerwald ist eine Mittelgebirgslandschaft (höchste Erhebung: Kalmit 673 m) im Südwesten Deutschlands (Abb. 1), deren prä-

gendste Elemente die dichte Bewaldung und die bis zu 500 m mächtigen Gesteinsschichten des Buntsandsteins sind. Obwohl relativ klar gegenüber den Nachbarräumen abgegrenzt, wurde er als eigener Naturraum und zusammenhängende Landschaft erst 1843 wahrgenommen, als ein „Comité“ von 14 bayrisch-pfälzischen Forstbeamten im Forstamt Johanniskreuz zusammentrat und die „Waldungen auf dem bunten Sandsteingebirge der Pfalz“ erstmals unter dem Namen Pfälzerwald (nicht: Pfälzer Wald!) zusammenfasste (GEIGER 1987).

Die untersuchten Moore befinden sich im mittleren Pfälzerwald (zur Einteilung siehe HÄBERLE 1913) im Staatsforst Johanniskreuz, dem Quellgebiet eines radiären Gewässernetzes, das den Pfälzerwald zu Rhein und Saar entwässert (Abb. 1). Der Pfälzerwald befindet sich im Übergangsbereich vom atlantischen zum kontinentalen Klima. In der rezenten Vegetation nehmen subatlantische und nordisch-montane Florenelemente etwa 60 % des Gesamtarteninventars der höheren Pflanzen ein (HAILER 1969). Niederschlagsmengen und mittlere Jahrestemperatur variieren beträchtlich mit Höhenlage und Exposition (650–1000 mm/Jahr bzw. 6°C–9°C). Das Untersuchungsgebiet gehört dabei mit 1004 mm/Jahr zu den niederschlagsreichsten Partien des Pfälzerwaldes (Station Johanniskreuz: 1961–1990, DEUTSCHER WETTERDIENST).

Trotz der relativ hohen Niederschläge verhindern die durchlässigen Sandböden und das stark zertalte und steilkuppige Relief die Ausbildung großflächiger Moore. Allerdings treten entlang der stauenden Sperrschichten des Buntsandsteins zahlreiche Quellen aus, die zur Bildung von Kleingewässern (sog. Wooge; vgl. ROWECK *et al.* 1988) und Kleinstmooren mit geringer Torfmächtigkeit führen. Zwei dieser Vermoorungen in den steilen Kerbtälern der Quellbäche und Oberläufe befinden sich etwa 1,5 km nordwestlich von Johanniskreuz (TK 25 Blatt 6612). Nach vorangegangenen Sondierungen wurden im August 2003 Bohrkerne aus den beiden, etwa 1200 m voneinander entfernt liegenden Mooren abgeteuft (Abb. 2).

Das erste Moor liegt im Talschluss des Großen Schwanentals am südlichen Fuß des gleichnamigen Berges auf etwa 400 m NN (49°21'02''

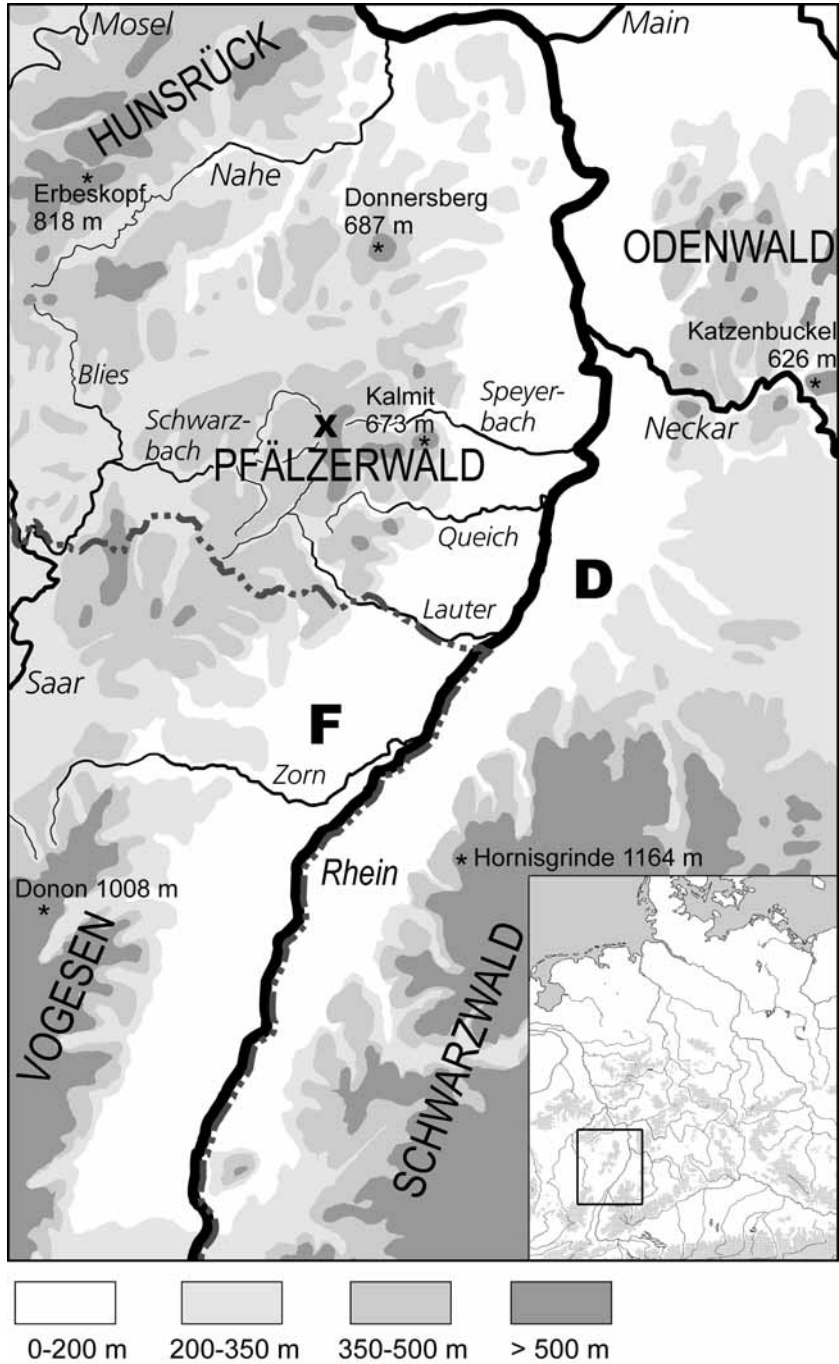


Abb. 1: Übersichtskarte von SW-Deutschland. Das Kreuz markiert das Untersuchungsgebiet im Forstamt Johanniskreuz, Pfälzerwald.

Fig. 1: General survey of southwestern Germany. The x marks the investigation area in the forestry district of Johanniskreuz, Palatine Forest.

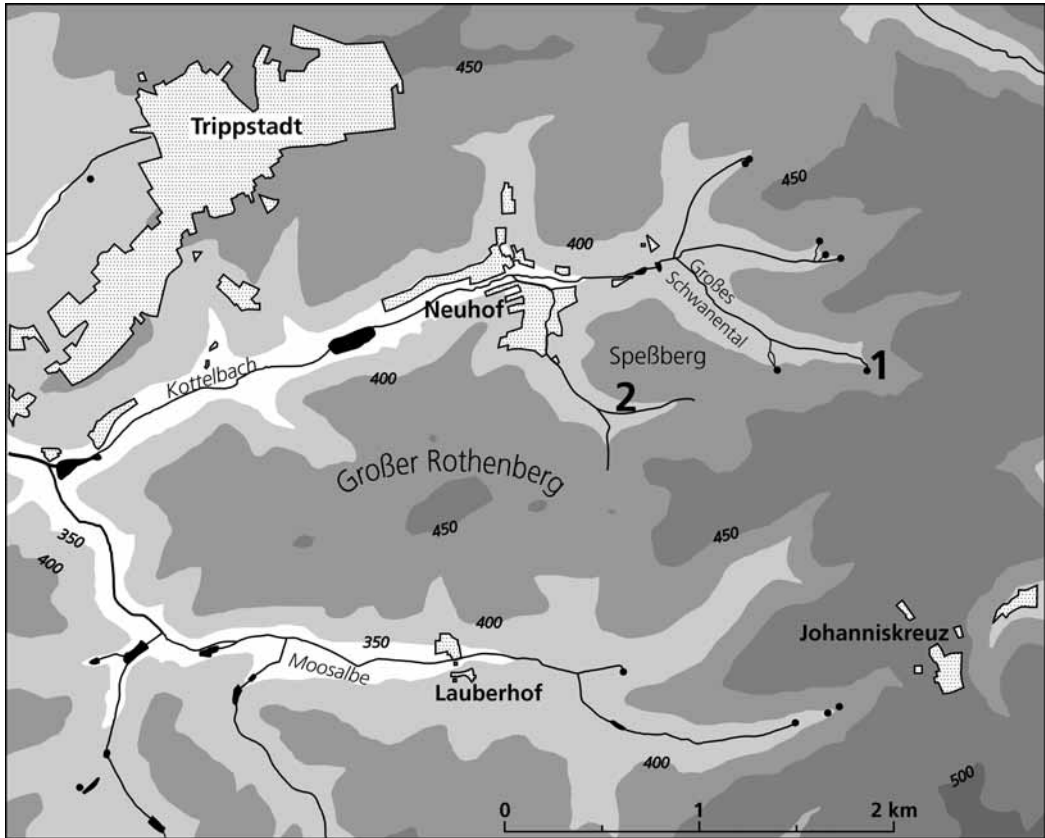


Abb. 2: Detailkarte des Untersuchungsgebietes mit Angabe der Bohrpunkte (1 - Großes Schwanental, 2 Speßtalmoor). Die zahlreichen Quellen sind durch ein • markiert.

Fig. 2: Detailed map of the investigation area. The coring locations are indicated (1 - Großes Schwanental, 2 Speßtalmoor) as well as the numerous springs (•).

N, 7°49'12" E). Typologisch handelt es sich um eine Sickerquelle mit mesotroph-saurer Quellmoorbildung. Die aktuelle Vegetation ist durch eine *Dryopteris dilatata*-reiche Ausbildung eines Braunseggen-Sumpfes (*Caricetum fuscae polytrichetosum communis* OBERD. 38) gekennzeichnet (vgl. TRÖGER 1998). Das Moor ist von geringer Ausdehnung und erreicht bei nahezu kreisrunder Fläche nur einen Durchmesser von etwa 15 m. Die Torfmächtigkeit am Bohrpunkt betrug 0,98 m. Die unmittelbare Umgebung des Moores ist bewaldet. Dabei sind die tieferen Lagen der Steilhänge im Talschluß durch einen Fichtenforst mit Beteiligung von *Abies alba* geprägt. In den oberen Hanglagen kommen *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*

und *Q. robur* sowie *Pinus sylvestris* stärker zur Geltung. Am Moorrand und oberhalb davon befinden sich mehrere Meilerplätze, die sehr wahrscheinlich aus dem 18./19. Jh. stammen (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Das zweite untersuchte Moor erstreckt sich entlang der Sohle eines sich zur Siedlung Neu-hof öffnenden Tales südlich des Speßberges und wird in dieser Arbeit als Speßtalmoor bezeichnet. Die Kernentnahme erfolgte ca. 350 m unterhalb des Talschlusses in einer Höhe von etwa 380 m NN (49°20'53" N, 7°48'11" E). Die Moorvegetation am Bohrpunkt ist durch einen Torfmoos-Birken-Erlenwald (*Sphagno-Alnetum glutinosae* LEMÉE 37) charakterisiert. Das Moor ist als mesotroph-saures Hang-

Quellmoor ausgebildet, wobei die Torfmächtigkeit am Bohrpunkt nur 0,85 m betrug. Auf den steilen Hängen des Speßberges stocken *Picea* und *Pinus*, auf den gegenüberliegenden Hangausläufern des Großen Rothenberges überwiegend *Fagus*.

3 Material und Methoden

Den Bohrkernen beider Moore wurden in einem Abstand von 1 bis 2 cm Proben mit einem Volumen von etwa 1 cm³ entnommen und mittels KOH-, HF- und Acetolyse-Behandlung in Anlehnung an die Standardvorschriften für die pollenanalytische Untersuchung aufbereitet (vgl. MOORE, WEBB & COLLINSON 1991). Die Siebrückstände wurden systematisch auf pflanzliche Großreste und Holzkohle-Fragmente untersucht. Die Häufigkeit letzterer wurde entlang einer vierstufigen Skala abgeschätzt.

Die Proben wurden mikroskopisch im Durchlichtverfahren bei 400facher Vergrößerung analysiert und auf eine Summe von mindestens 1000 Baumpollen (alle Bäume und höhere Sträucher) ausgezählt. Aufgrund der in vielen Proben auftretenden Dominanz lokal produzierten Pollens wurde stets so hoch ausgezählt, dass die Pollensumme der Bäume und Sträucher excl. *Alnus*, *Salix*, *Betula*, *Frangula* und *Sorbus* 500 Pollenkörner nicht unterschritt.

Für die Bestimmung kritischer Taxa stand eine 1.000fache Vergrößerung mit Phasenkontrasteinrichtung zur Verfügung. Die Bestimmung der Pollen und Sporen erfolgte anhand einer Vergleichssammlung rezenter Taxa und mit Hilfe einschlägiger Bestimmungsliteratur (z. B. BEUG 2004, MOORE, WEBB & COLLINSON 1991). Die Nomenklatur folgt BEUG (2004). Vier ausgewählten Proben wurden zum Zwecke der Pollenkonzentrationsbestimmung bei der Aufbereitung *Lycopodium*-Sporentabletten nach STOCKMARR (1971) beigefügt.

Die Ergebnisse der Pollenanalysen sind in vier Diagrammen dargestellt – Abb. 3 und 4 zeigen das Moor im Großen Schwanental, Abb. 5 und 6 das Speßtalmoor. Für die Darstellung der Pollendiagramme wurde eine für bewaldete Quellmoore abgewandelte Berechnungsgrundlage gewählt (siehe z. B. JAHNS

2005, LAGIES 2005). Die Bezugssumme bildet sämtlicher Gehölzpollen, excl. der Moorgehölze. Die Zählwerte aller Taxa sind auf diese Bezugssumme bezogen. Diese Darstellung wurde gewählt, um eine graphische Übergewichtung lokal produzierten Pollens zu vermeiden und somit die Vegetationsentwicklung auf den terrestrischen Standorten schärfer fassen zu können, was besonders in den mittelalterlichen Spektren des Speßtalmoores notwendig wurde (vgl. hierzu auch gegenteilige Befunde z. B. bei WALLER *et al.* 2005). Vertikal sind die Diagramme in acht Pollenzonen untergliedert, die für beide Diagramme Gültigkeit haben und deren Grenzen etwa zeitgleich sind.

4 Ergebnisse

4.1 Stratigraphie

Nach einer groben Ansprache im Gelände wurden die stratigraphischen Einheiten im Labor präzisiert und durch die Befunde der botanischen Großrestanalyse ergänzt. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 und 2 dargestellt. Eine ausreichende Pollenführung war erst oberhalb 118 bzw. 90 cm gegeben.

4.2 Datierung

Den Bohrkernen beider Moore wurde an vegetationsgeschichtlich markanten Positionen Material für Datierungen entnommen und an das Poznan Radiocarbon Laboratory/Polen zur AMS ¹⁴C-Messung geschickt. Die Kalibrierung der ¹⁴C-Daten erfolgte mit Calib Rev. 5.02 nach STUIVER & REIMER (1993) auf der Basis von 95,4 % (2 σ) Wahrscheinlichkeit. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 dargestellt. Die kalibrierten ¹⁴C-Daten bilden die Grundlage von Zeit-Tiefen-Diagrammen (Abb. 7 und 8). Die ¹⁴C-Daten wurden durch ein historisches Datum – die Einführung der Forstwirtschaft etwa um 1780 – ergänzt.

4.3 Verlauf der Vegetationsentwicklung

Für das Untersuchungsgebiet werden acht Entwicklungsphasen anhand der im Pollenniederschlag vorherrschenden Arten benannt

Tab. 1: Stratigraphie Moor im Großen Schwanental

Tab. 1: Details of the stratigraphy of mire Großes Schwanental

Tiefe [cm]	Stratigraphische Merkmale
0–2	Verlust
3–13	schwach zers. wässriger <i>Sphagnum</i> -Torf mit <i>Juncus</i> -Samen viele Nadelreste (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i>)
13–21	mäßig zers. <i>Sphagnum</i> -Radizellen-Torf reichlich <i>Juncus</i> -Samen einige Nadelreste (meist <i>Picea</i>)
21–37	mäßig zers. <i>Sphagnum</i> -Radizellen-Torf mit Holz- und Laubblattresten und <i>Juncus</i> -Samen
37–71	mäßig/stark zersetzter Bruchwaldtorf
71–103	stark zersetzter Bruchwaldtorf
103–127	humoser, stark durchwurzelter Sand reichlich Holzreste, Radizellen und vereinzelt <i>Sphagnum</i> -Blättchen
127–144	toniger, schwach gebänderter Sand

und beschrieben. Sie entsprechen den in den Pollendiagrammen (Abb. 3–6) dargestellten Pollenzonen. Für die zeitliche Abgrenzung dieser Zonen wurden interpolierte Daten aus den Zeit-Tiefen-Diagrammen (Abb. 7 und 8) herangezogen.

Zone 1: Eichenmischwald-Buchen-Zeit (< 2500 v. Chr. – ca. 1000 v. Chr.)

Zone 1 ist nur im Moor im Großen Schwanental erfasst, in dem die telmatischen Ablagerungen am Bohrpunkt knapp 20 cm mächtiger sind als im Speßtalmoor. Die Zone ist pollenanalytisch neben anfangs geringen Buchenwerten noch durch hohe Werte der Arten des Eichenmischwaldes gekennzeichnet (*Quercus* > 40 %, *Corylus* > 20 %, *Tilia* > 10 %, *Fraxinus* und *Ulmus* ~ 5 % sowie *Acer*). Somit setzt die vegetationsgeschichtliche Überlieferung

Tab. 2: Stratigraphie Speßtalmoor

Tab. 2: Details of the stratigraphy of mire Speßtalmoor

Tiefe [cm]	Stratigraphische Merkmale
0–13	schwach zersetzter <i>Sphagnum</i> -Torf reichlich <i>Alnus</i> -Samen einige Nadelreste (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i>)
13–25	mäßig zersetzter <i>Sphagnum</i> -Torf einige Nadelreste (<i>Pinus</i> , <i>Picea</i> , <i>Abies</i>)
25–40	mäßig zers. <i>Sphagnum</i> -Radizellen-Torf mit <i>Polytrichum</i> und <i>Hylocomium</i> bei 30–32 cm Holz
40–44	mäßig zersetzter Radizellentorf
44–78	mäßig zersetzter Bruchwaldtorf mit reichlich Holzresten von 49–57 mehr <i>Sphagnum</i>
78–85	stark zersetzter Bruchwaldtorf
85–97	humoser Sand

in der Eichenmischwald-Buchenzeit nach FIRBAS (1952) ein, die dem waldgeschichtlichen Abschnitt VIII (Späte Wärmezeit, Subboreal; FIRBAS 1949) entspricht. Die Chronologie dieses Abschnitts wird durch eine Radiokarbondatierung bei 93 cm gestützt, nach der die Mitte der Zone etwa 3.600 Jahre alt ist. Die Basisproben des Diagramms dürften allerdings nicht wesentlich älter sein. Dafür sprechen die relativ geringen Werte der Ulme, die in der Mittleren Wärmezeit (FIRBAS VI und VII, bis etwa 3.800 v. Chr.) eine deutlich stärkere Rolle am Waldaufbau gespielt hat (vgl. FIRBAS 1952, HÖLZER & HÖLZER 1994, LANG 2005).

Zone 2: Buchen-Eichen-Zeit (ca. 1000 v. Chr. – ca. 750 v. Chr.)

Zone 2 – ebenfalls nur im Schwanentalmoor – stellt mit den rasch ansteigenden *Fagus*-Werten (auf 35 %) eine ausgesprochene Übergangspe-

Tab. 3: Ergebnisse der AMS ^{14}C -DatierungenTab. 3: Results of AMS ^{14}C dating

Tiefe	Lab.-Nr. (Pro-)	Material	Konventionelles ^{14}C -Alter B.P.	Alter in kalibrierten Jahren v. Chr./n. Chr. (2 σ)
Moor 1 (Großes Schwanental)				
22 cm	Poz-5307	Bulk	150 \pm 30	1667–1953 n. Chr.
38 cm	Poz-5308	Bulk	695 \pm 30	1264–1387 n. Chr.
57–58 cm	Poz-12349	3 <i>Rubus</i> -Samen, Laubblattreste	1995 \pm 50	157 v. Chr.–123 n. Chr.
93 cm	Poz-5309	Bulk	3355 \pm 35	1739–1531 v. Chr.
Moor 2 (Speßberg)				
50 cm	Poz-12353	Periderm	385 \pm 30	1443–1631 n. Chr.
61 cm	Poz-12352	Borke	880 \pm 30	1043–1221 n. Chr.
78 cm	Poz-12350	9 <i>Sambucus</i> - und 1 <i>Rubus</i> - Samen	1895 \pm 30	33–215 n. Chr.
90 cm	Poz-12348	Holzkohle	2190 \pm 30	364–176 v. Chr.

riode dar, die das Ende der Eichenmischwald-Buchen-Zeit beschreibt. Während die Kurven von *Quercus* (von 45 auf 30 %), *Tilia* (von 10 auf 4 %) und *Corylus* (von 20 auf 10 %) deutlich abfallen, bleiben die Werte der Edellaubhölzer *Ulmus*, *Fraxinus* und *Acer* relativ konstant. Gleiches gilt für *Pinus*.

Zone 3: Buchen-Zeit (ca. 750 v. Chr. – um Chr. Geb.)

Die pollenanalytischen Befunde aus dem Schwanental werden nun auch durch das Diagramm aus dem Speßtalmoor, welches mit der vegetationsgeschichtlichen Aufzeichnung in Zone 3 einsetzt, unterstützt. Dies ist sowohl durch die Ähnlichkeit der Hauptpollenspektren, als auch durch die ^{14}C -Datierungen gegeben. Danach ist die Basis des Speßtalmoores etwa 2.200 bis 2.400 Jahre alt. Der weitere Rückgang der Arten des Eichenmischwaldes (Abfall Σ *Quercus*, *Tilia*, *Corylus* auf ~ 25 % in beiden Diagrammen) und der kontinuierliche Anstieg von *Fagus* auf fast 50 % bestimmt diese Waldphase. *Carpinus* wandert zu Beginn der Zone ein.

Zone 4: Buchen-Eichen-Kiefern-Zeit (um Chr. Geb. – ca. 1100 n. Chr.)

Im ersten Jahrtausend n. Chr. blieb die Vorherrschaft der Buchen- und Buchen-Eichen-Wälder im Wesentlichen bestehen, doch nimmt der Anteil von *Fagus* zugunsten von *Quercus* und im Schwanental auch von *Pinus* stetig ab. Dies scheint eine Folge zunehmender Aufflichtung durch steigenden Nutzungsdruck ab der Römischen Kaiserzeit (ROLLER 1987), der sich auch in höheren Getreidewerten und einer Zunahme von Hemerophyten (*Artemisia*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*, *P. major/media*) äußert. Im Schwanental ist die Zunahme des Nutzungsdrucks mit dem Anstieg der Cerealia-Kurve (meist *Hordeum*-Typ) deutlich auffälliger und schließt gegen Ende der Zone, was dem frühen Mittelalter entspricht, wohl auch die Rodung von *Pinus* ein. Im Speßtalmoor werden in dieser Zeit erstmals *Juglans* und *Castanea* nachgewiesen, die allerdings schon seit der Römischen Kaiserzeit in der Pfalz angepflanzt wurden (LANG, W. 1971).

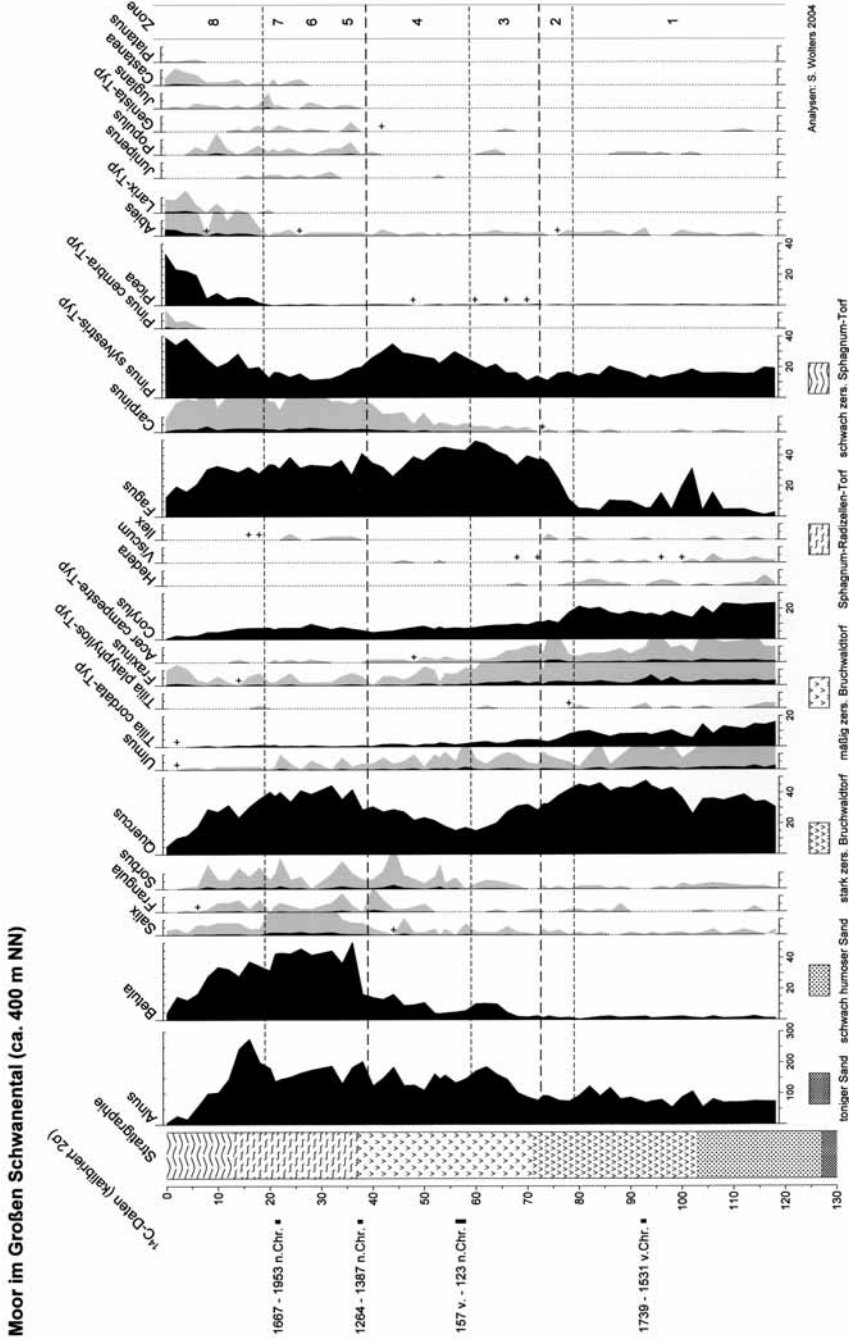


Abb. 3: Pollendiagramm Großes Schwanental. Dargestellt sind Gehölztaxa. Baumpollensumme ist excl. *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Frangula* und *Sorbus*. Nachweise bei Durchmusterungen sind durch ein + markiert. Die schattierten Kurven stellen eine 10fache Überhöhung dar.

Fig. 3: Pollen diagram of mire Großes Schwanental, showing arboreal taxa. Arboreal pollen sum is excl. *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Frangula* and *Sorbus*. Rare types are depicted by a +. The shaded curves represent a tenfold exaggeration.

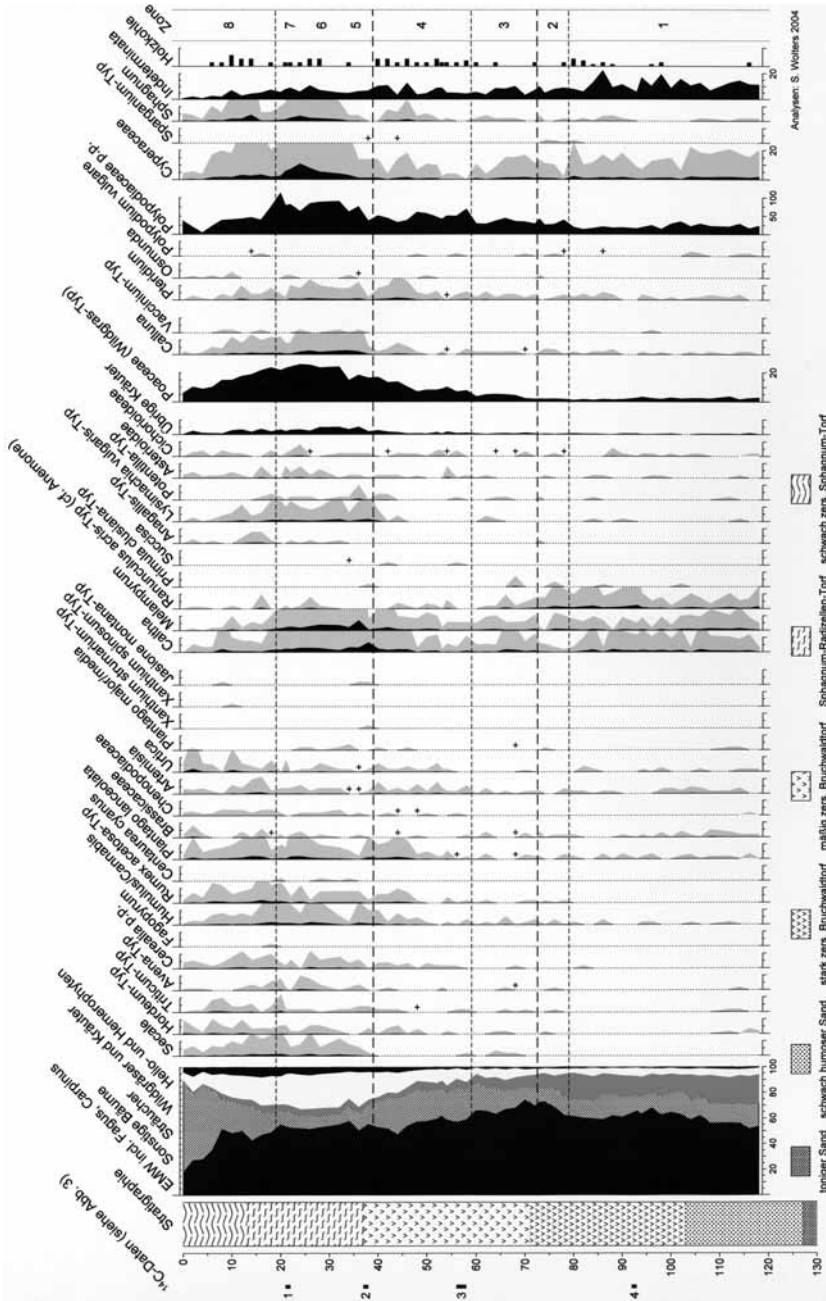


Abb. 4: Pollendiagramm Großes Schwanental. Dargestellt sind ein Summendiagramm (Basis: Landpflanzen = 100 %) und Nichtbaumpollentaxa. Die schattierten Kurven stellen eine 10fache Überhöhung dar. ¹⁴C-Daten (kalibriert mit 2σ-Wahrscheinlichkeit): 1 1667–1953 n. Chr.; 2 1264–1387 n. Chr.; 3 157 v. Chr.–123 n. Chr.; 4 1739–1531 v. Chr.

Fig. 4: Pollen diagram of mire Großes Schwanental, showing a summary diagram (basis: total terrestrial pollen=100 %) and non-arboreal taxa. The shaded curves represent a tenfold exaggeration. ¹⁴C-dates (calibrated with 2σ confidence): 1 A.D. 1667–1953; 2 A.D. 1264–1387; 3 157 B.C.–A.D. 123; 4 1739–1531 B.C.

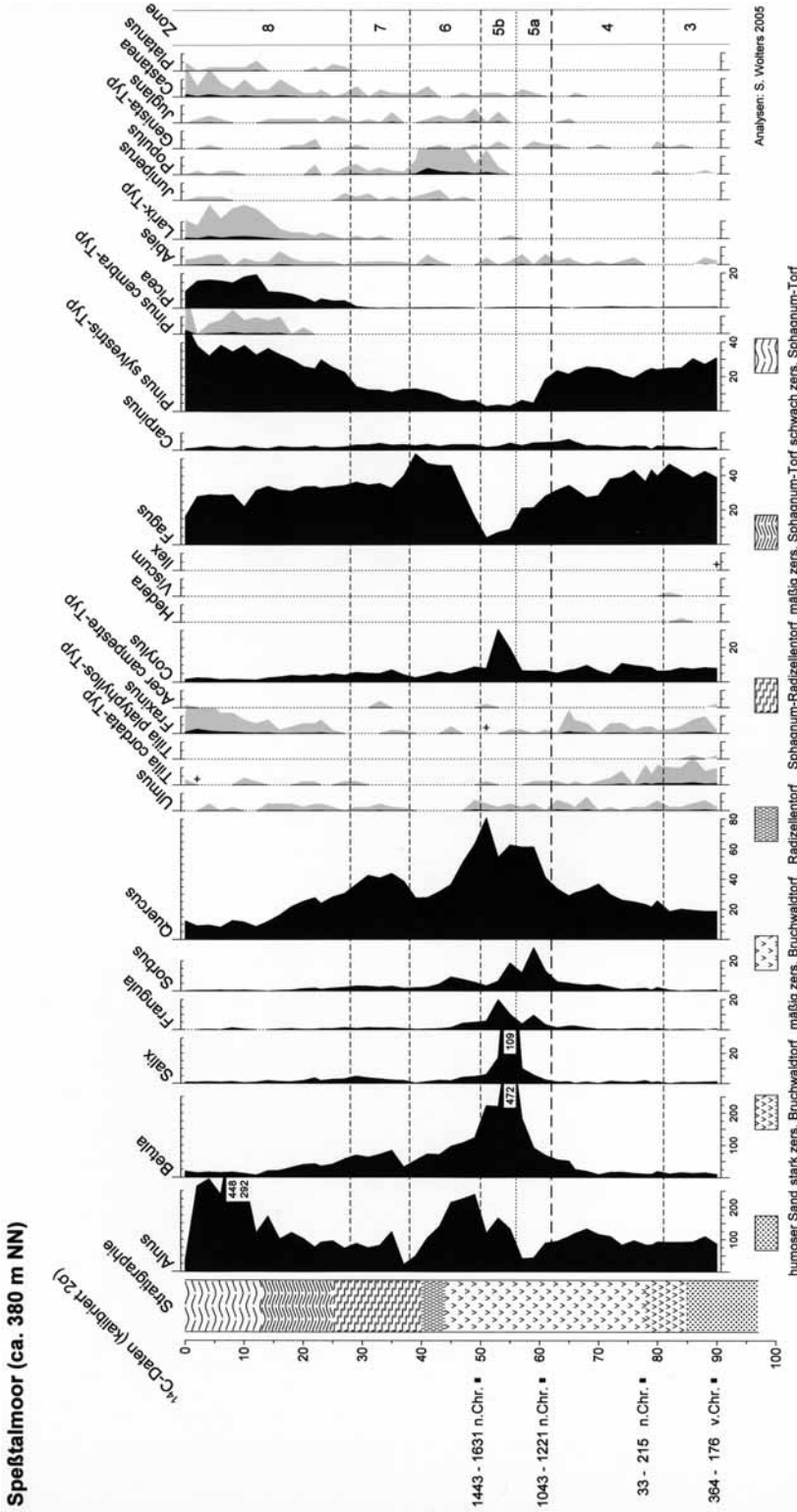


Abb. 5: Pollendiagramm Speftalmoor. Dargestellt sind die Gehölztaxa. Baumpollensumme ist excl. *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Fraxinus* und *Sorbus*. Nachweise bei Durchmusterungen sind durch ein + markiert. Die schattierten Kurven stellen eine 10fache Überhöhung dar.

Fig. 5: Pollen diagram of mire Speftalmoor, showing arboreal taxa. Arboreal pollen sum is excl. *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Fraxinus* and *Sorbus*. Rare types are depicted by a +. The shaded curves represent a tenfold exaggeration.

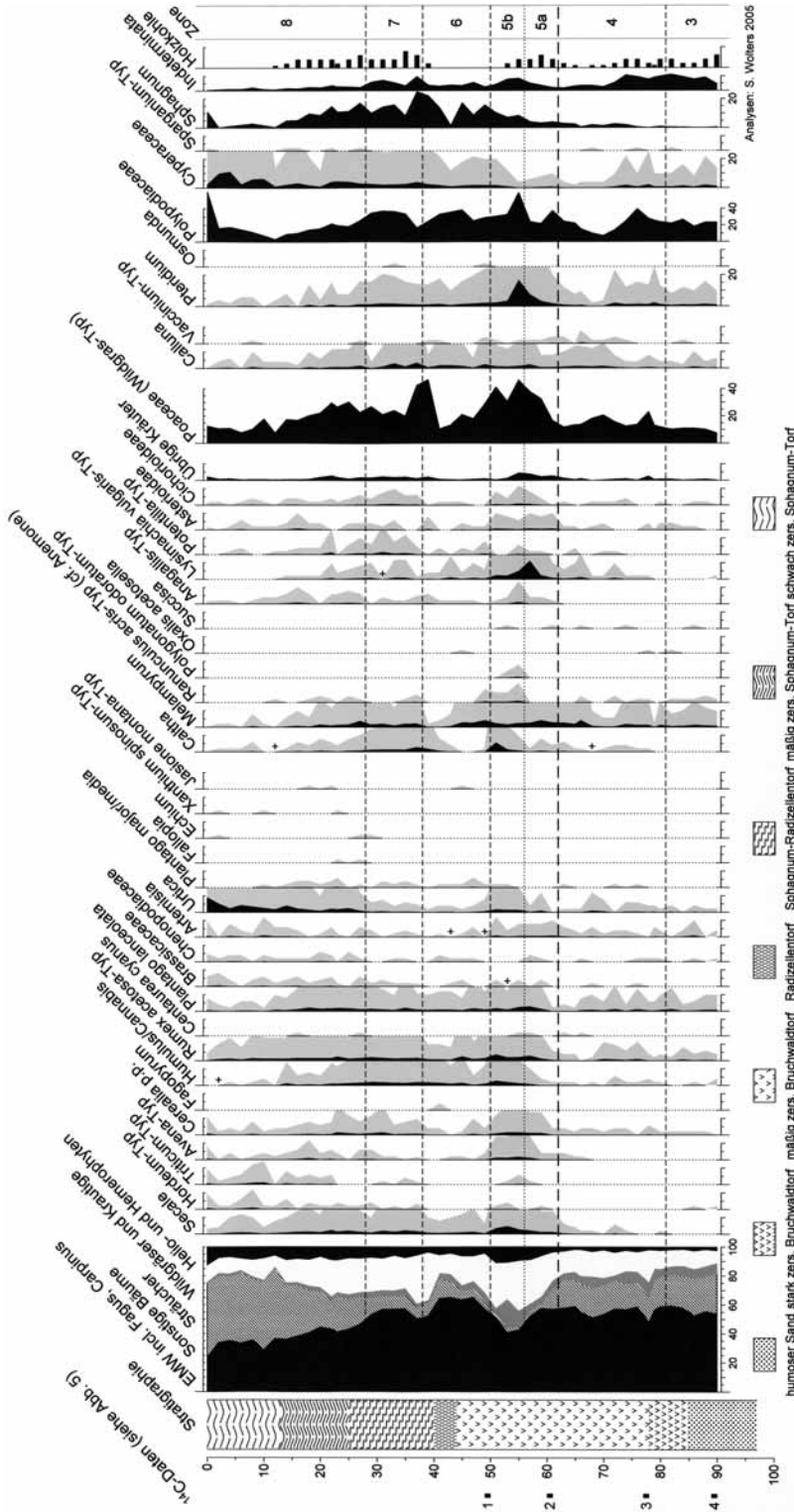


Abb. 6: Pollendiagramm Spektalmoor. Dargestellt sind ein Summendiagramm (Basis: Landpflanzen = 100 %) und Nichtbaumpollentaxa. Die schattierten Kurven stellen eine 10fache Überhöhung dar. ¹⁴C-Daten (kalibriert mit 2σ-Wahrscheinlichkeit): 1 1443–1631 n. Chr.; 2 1043–1221 n. Chr.; 3 33–215 n. Chr.; 4 364–176 v. Chr.

Fig. 6: Pollen diagram of mire Spektalmoor, showing a summary diagram (basis: total terrestrial pollen=100 %) and non-arboreal taxa. The shaded curves represent a tenfold exaggeration. ¹⁴C-dates (calibrated with 2σ confidence): 1 A.D. 1443–1631; 2 A.D. 1043–1221; 3 A.D. 33–215; 4 364–176 B.C.

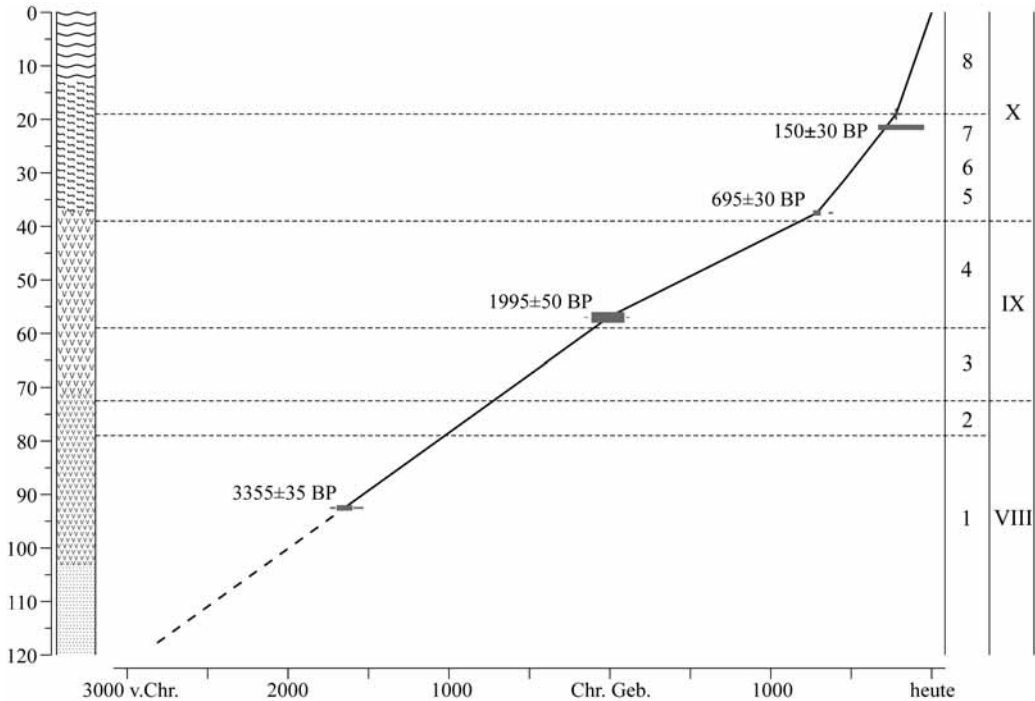


Abb. 7: Zeit-Tiefen-Diagramm Großes Schwanental.

Für die Sedimentzuwachskurve wurden kalibrierte ^{14}C -Daten (2σ) genutzt. Die Gliederung erfolgt nach den lokalen Pollenzonen 1–8 und den walddeschichtlichen Abschnitten nach FIRBAS (1949). Der Übergang der Zonen 7/8 datiert auf ca. 1780 (Einsetzen der Forstwirtschaft). Legende der Stratigraphie siehe Abb. 3.

Fig. 7: Time-depth-relationship of mire Großes Schwanental.

Calibrated ^{14}C -dates (2σ) were used. Division follows local pollen assemblage zones 1–8 and FIRBAS (1949). Transition of zone 7/8 was dated approx. 1780 (introduction of silviculture). Stratigraphical details as in Fig. 3.

Zone 5: Eichen-Waldweide-Zeit (ca. 1100/1200 n. Chr. – ca. 1450 n. Chr.)

Der Beginn der Zone 5 ist in beiden Diagrammen durch den Anstieg bzw. das Einsetzen der *Secale*-Kurve charakterisiert und datiert jeweils auf etwa 1100 bzw. 1200 n. Chr. Zeitgleich steigen die Werte der übrigen Getreide (nun *Hordeum*-, *Triticum*- und *Avena*-Typ), der sekundären Siedlungszeiger und der *Poaceae*-Kurve. Am Übergang der Zonen 4/5 macht sich somit eine siedlungsgeschichtliche Zäsur bemerkbar, die nur mit dem Beginn des hochmittelalterlichen Landesausbaus ab der Mitte des 12. Jh. im Pfälzerwald (vgl. HILDEBRANDT

& HEUSER-HILDEBRANDT 2004) zu erklären ist. Die Auswirkungen der Landnahme treten allerdings in den beiden Mooren sehr unterschiedlich hervor. Während sich aus dem Diagramm Schwanental lediglich eine mit stärkerer Auflichtung (*Betula*, *Populus*, *Poaceae*) verbundene Förderung von *Quercus* zu Lasten von *Pinus* ableiten lässt, zeigt das Moor im Speßtal bei einem markanten *Quercus*-Anstieg deutlich einen zweiphasigen Rodungsvorgang auf Kosten von *Pinus* und *Fagus*. Gleichzeitig steigen die Werte der Moorgehölze hier explosionsartig an und gipfeln in Zone 5b bei etwa 470 % (*Betula*) bzw. 110 % (*Salix*).

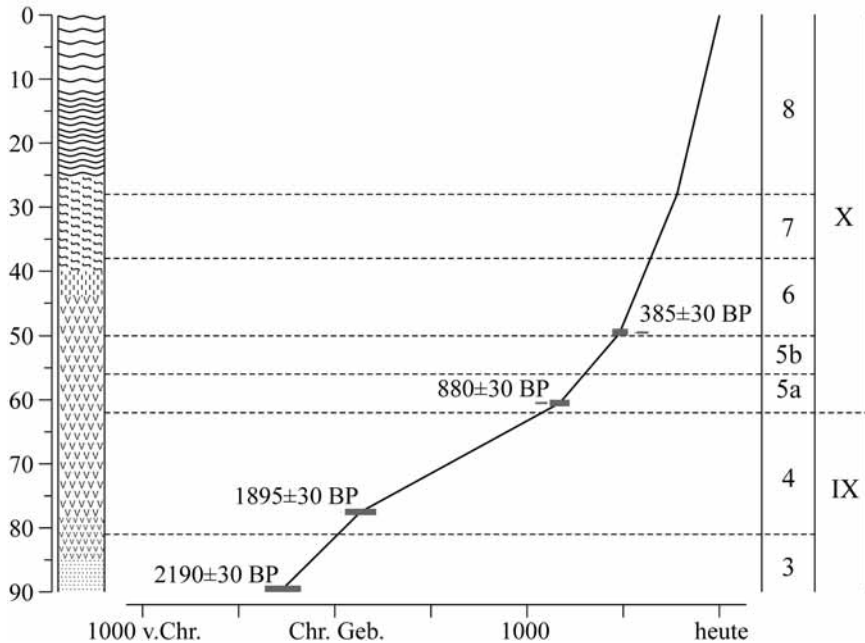


Abb. 8: Zeit-Tiefen-Diagramm Speßtalmoor.

Für die Sedimentzuwachskurve wurden kalibrierte ^{14}C -Daten (2σ) genutzt. Die Gliederung erfolgt nach den lokalen Pollenzonen 3–8 und den waldgeschichtlichen Abschnitten nach FIRBAS (1949). Der Übergang der Zonen 7/8 datiert auf ca. 1780 (Einsetzen der Forstwirtschaft). Legende der Stratigraphie siehe Abb. 5.

Fig. 8: Time-depth-relationship of mire Speßtalmoor.

Calibrated ^{14}C -dates (2σ) were used. Division follows local pollen assemblage zones 1–8 and FIRBAS (1949). Transition of zone 7/8 was dated approx. 1780 (introduction of silviculture). Stratigraphical details as in Fig. 5.

Zone 6: Buchen-Eichen-Zeit (ca. 1450 n. Chr. – ca. 1650 n. Chr.)

Die Abgrenzung von Zone 6 gelingt nur im Speßtalmoor, wo ein starker *Quercus*-Rückgang von 80 auf 28 % mit einem Rückgang der Siedlungszeiger zusammenfällt. Nachweise von Holzkohle-Partikeln bleiben – im Gegensatz zur vorherigen Zone – nun aus. *Fagus* gelangt in diesen Pollenspektren mit bis zu 53 % wieder zur Vorherrschaft. Mit *Populus* und *Juniperus* machen sich ausgesprochen heliophile Gehölze stärker bemerkbar. Diese Zone repräsentiert eine Phase verminderten Nutzungsdrucks und lässt sich historisch von der spätmittelalterlichen Wüstungsphase bis über den 30jährigen Krieg verfolgen. Unter den Moorgehölzen steigt *Alnus* nach dem Rück-

gang von *Betula*, *Salix*, *Frangula* und *Sorbus* wieder an und erreicht über 200 %.

Zone 7: Eichen-Buchen-Kiefern-Zeit (ca. 1650 n. Chr. – ca. 1780 n. Chr.)

Eine erneute Änderung der Landnutzung beschreibt Zone 7 mit dem Rückgang von *Fagus* und dem Anstieg von *Quercus*. Die *Pinus*-Kurve setzt ihren Anstieg, wenn auch weniger deutlich fort. Der Dominanzwechsel *Fagus/Quercus* und die schlagartig wieder einsetzende Kurve der Holzkohle-Partikel stehen offensichtlich im Zusammenhang mit der Aufnahme der Köhlereiwirtschaft ab dem 18. Jh. oder früher (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Auf eine Abgrenzung der Zonen 5, 6 und 7 im Schwanentalmoor wurde

wegen fehlender Schärfe verzichtet. Zwar lassen sich eine Reihe vegetationsgeschichtlicher Ereignisse (z. B. *Pinus*-Rückgang und Wiederanstieg, Verhalten von *Populus* und *Juniperus*) auch in diesem Moor aufzeigen, allerdings in deutlich abgeschwächter Form. Zudem bleibt die *Fagus*-Kurve nahezu konstant. Erst der Übergang zu Zone 8 ist wieder klar definiert.

Zone 8: Kiefern-Fichten-Forstzeit (ca. 1780 n. Chr. – heute)

Der gemeinsame Anstieg von *Pinus*, *Picea*, *Abies* und *Larix*-Typ markiert den Beginn der forstlichen Bewirtschaftung der Wälder um Johanniskreuz. Den schriftlichen Quellen zufolge (z. B. MÜNCH & KÜNKELE 1923) dürfte das blühfähige Alter der ersten eingebrachten Koniferen etwa ab 1780 erreicht worden sein.

5 Diskussion

5.1 Die spätwärmezeitlichen Wälder um Johanniskreuz

Auf den terrestrischen Standorten herrschten Eichenmischwälder vor, deren relativ lichter Kronenschluß das Aufkommen von Hasel in der Strauchschicht förderte. Der Anteil der Edellaubhölzer an den spätwärmezeitlichen Mischwäldern war beträchtlich. Dies gilt besonders für *Tilia* und *Acer*. Die hohe prozentuale Beteiligung der Linde im Pollendiagramm läßt auf reichliche Vorkommen schließen (LANG 2003, vgl. auch BEHRE & KUČAN 1994 und WOLTERS 2002), die auf den mittleren Standorten im Sinne von edellaubholzreichen Eichen-Lindenmischwäldern zu interpretieren sind. Zu ähnlich hohen *Tilia*-Werten gelangen jüngste Untersuchungen im Solling (JAHNS 2005) sowie im Odenwald und Spessart (LAGIES 2005). Dies zeigt, dass vor der Einwanderung der Buche lindenreiche Wälder in den Mittelgebirgen nicht nur auf den basenreichen Standorten der Lößlehmböden (z. B. FREUND 1994) oder Basaltkuppen (STALLING 1983) vorherrschten, sondern auch typisch für die armen Standorte der Buntsandstein-Mittelgebirge waren. Den Pollenbefunden zufolge handelte es sich im Pfälzerwald überwiegend um *Tilia*

cordata. Zwar wurde auch *T. platyphyllos*-Typ mehrfach nachgewiesen, doch im Gegensatz zum Schwarzwald (LANG 2005) hat die anspruchsvollere Sommerlinde im Pfälzerwald schon im Subboreal wohl aus edaphischen und orographischen Gründen keine große Rolle gespielt. Anfang des 20. Jh. war sie jedenfalls, wie auch die Holländische Linde (*T. x vulgaris*), in den lindenreicheren Waldgebieten um Johanniskreuz deutlich geringer vertreten als die Winterlinde (KEIPER 1916).

Da die Standorte der lindenreichen Wälder ab dem Ende des Subboreals von *Fagus* erobert wurden – die Linde sozusagen als „Platzhalter“ der Buche in diesen Wäldern fungiert hatte – sind die edellaubholzreichen Eichen-Winterlindenmischwälder der späten Wärmezeit sicher nicht zu den Gesellschaften des Tilio-Acerions zu zählen. Eher schon gilt dies für Teile der natürlichen Begleitvegetation, die an den Hängen der tief eingeschnittenen Täler aus feuchten Bergahorn-Eschenwäldern (cf. Adoxo-Aceretum) bestanden haben dürfte. In diesen Wäldern hatte auch die Ulme (wohl *Ulmus glabra*) ihre Hauptverbreitung. An den Hangfüßen stockten Eschen-Bachrinnenwälder (cf. Carici remotae-Fraxinetum). Die basenreicheren Standorte wurden auch von Waldgesellschaften besiedelt, die dem heutigen Stieleichen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum) vergleichbar sind. Freilich noch ohne *Carpinus*, die erst gegen Ende des Subboreals im Pfälzerwald Fuß fasste. Die grundwassernächsten Standorte wurden von der Erle eingenommen.

Von Beginn an ist das Pollendiagramm durch ausgesprochen hohe *Alnus*-Werte gekennzeichnet, die in dieser Höhe nur auf einen überproportional starken Eintrag von *Alnus*-Pollen aus der lokalen Moorvegetation zurückzuführen sind. Stetige Funde von Holzresten belegen zudem schon ab der Basis des Bohrkerns eine Bruchwaldvegetation am Bohrpunkt. Somit herrschten auf den grundwassernächsten Standorten seit dem Subboreal Erlen-Bruchwälder vor, die dem rezenten Walzensiegen-Erlenbruchwald (Carici elongatae-Alnetum) bzw., bei stärker beigemengter Moorbirke, dem Torfmoos-Birken-Erlenwald (Sphagno-Alnetum) vergleichbar sind. Die kontinuierlich hohen Nachweise der Sumpfdotterblume weisen auch auf eine starke

Beteiligung von *Caltha palustris*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaften hin. Diese verschiedenen Bruchwälder sind typische Vegetationsausprägungen quelliger Standorte auf Buntsandstein und treten auch heute noch vielerorts im Pfälzerwald auf (OBERDORFER 1992, TRÖGER 1998). Die von Beginn der vegetationsgeschichtlichen Aufzeichnung an vorherrschenden Erlenbruchwälder zeigen, dass der Basengehalt der sauren Böden des Buntsandsteingebietes schon seit mindestens 5000 Jahren entsprechend hoch gewesen sein muss, so dass es zur Ausbildung von Erlen- und nicht von Birken- oder Kiefernbruchwäldern kam. Beleg für diese zumindest subneutralen Bedingungen sind auch die Nachweise von *Primula chusiana*-Typ, der hier wohl *Chrysosplenium oppositifolium* als Element der Quellflurgesellschaften auf Silikatgestein repräsentieren dürfte.

Die Bedeutung der Buche nimmt im Verlauf der Zone 1 tendenziell zu. Ungewöhnlich erscheinen dabei die eingeschalteten Gipfel zwischen 106 und 96 cm, wobei der Hauptgipfel aus zwei Proben mit 31 bzw. 20 % *Fagus*-Pollen besteht. Da dieser Bereich die obersten Schichten des humosen Sandes und den Übergang zum sandigen Torf erfasst, können Störungseinflüsse durch Unterspülungen mit jüngerem Material nicht ausgeschlossen werden. Im gesamtstratigraphischen Zusammenhang käme für den Zeitpunkt der Sedimentverlagerung nur der Übergang von der Späten Wärmezeit zur Nachwärmezeit (Zone 2/3) in Frage, als die Torfbedeckung im Talschluss noch gering war. Spätere Ereignisse werden durch die Zusammensetzung der Pollenspektren nicht bestätigt. Andererseits können die ersten *Fagus*-Gipfel Anzeiger der Massenausbreitung im Gebiet sein. Dies würde im Einklang mit der *Fagus*-Chronologie der östlich und südöstlich angrenzenden Landschaften stehen, in denen die Massenausbreitung der Buche in Höhenlagen unterhalb von 500 m zwischen 2600 und 1800 v. Chr. einsetzt (HÖLZER & HÖLZER 1994, LAGIES 2005, SMETTAN 1985). Allerdings entspricht der retardierende Charakter der *Fagus*-Ausbreitung im vorliegenden Diagramm nicht dem progressiven Gesamtbild der Buchenausbreitung in der Region. Zudem lässt sich aufgrund des Sedimentwechsels keine

zuverlässige Chronologie der basalen Pollenspektren mittels Extrapolation etablieren, so dass die zeitliche Stellung der *Fagus*-Gipfel unsicher bleibt.

Der Anteil von Nadelhölzern an den spätwärmezeitlichen Wäldern war gering. *Pinus*-Pollenwerte knapp unter 20 % zeigen allerdings, dass die Kiefer den spätwärmezeitlichen Wäldern beigemischt war (vgl. FIRBAS *et al.* 1948, LANG 1958). Dies wird durch Konzentrations- und Influxmessungen an Einzelproben bestätigt. So wurde für das Ende der Zone 2 ein Eintrag von 3500–4000 Pollenkörnern/cm² pro Jahr ermittelt. Dieser liegt über dem Grenzwert von 2500–3000 PK/cm² pro Jahr (LANG 1994) und belegt die lokale Anwesenheit der Kiefer, deren Ursprünglichkeit in der Forschungsgeschichte des Pfälzerwaldes kontrovers diskutiert wurde (z. B. MÜNCH & KÜNKELE 1923, WILDE 1927, PRECHT 1953, BOISELLE & OBERDORFER 1957) und bis heute in der Forstwirtschaft nicht vollständig akzeptiert ist. Somit ist die Kiefer – wie in den Nordvogesen und dem Nordschwarzwald – auch im Pfälzerwald autochthon, wohingegen es keine Belege für ein natürliches Vorkommen aus dem Odenwald und Hunsrück gibt, wo die Kiefer offensichtlich schon in der frühen Nacheiszeit aus dem Waldbild verschwunden war (FRENZEL 1991, LAGIES 2005). Waldtypen, in denen die Kiefer vorkam, könnten der wärmeliebende Haarstrang-Kiefern-Eichenwald (*Quercetum peucedanetosum*) auf trockeneren oder der Preiselbeer-Kiefern-Eichenwald (*Vaccinio-Quercetum*, z. T. auch *Leucobryo-Pinetum*) auf frischeren Standorten entsprechen, also Wälder, wie sie Oberdorfer in den 50er Jahren im Pfälzer Wald nachgewiesen hat (BOISELLE & OBERDORFER 1957).

Fichte und Tanne fehlten im Pfälzerwald. Die sporadischen Nachweise von *Abies* dürften auf Fernflug aus den Nordvogesen bzw. dem Nordschwarzwald zurückzuführen sein, wo sich die Tanne seit dem späten Atlantikum ausbreitete (z. B. LANG 2005). Die Nachweise von *Picea* stammen wohl größtenteils aus dem Schwarzwald, da die Rolle der Fichte in den Vogesen von untergeordneter Bedeutung war (FIRBAS 1952, SUDHAUS 2005).

Den ausgesprochen geringen Werten an Sied-

lungszeigern zufolge ($< 1\%$) lässt sich für die späte Wärmezeit kein anthropogener Einfluss auf die Wälder um Johanniskreuz nachweisen, zumindest nicht in der unmittelbaren Umgebung des Moores. Die Herkunft des Pollens dürfte, wie dies auch Untersuchungen aus dem Schwarzwald zeigen, in der Oberrheinebene liegen (z. B. HÖLZER & HÖLZER 2002). Die Ursprünglichkeit der Wälder zur Bronzezeit in den Hochlagen der südwestlichen Mittelgebirge, die einen Mangel an fruchtbaren Böden aufweisen, entspricht auch den überregionalen Befunden (z. B. RÖSCH 1996).

5.2 Die Herausbildung der natürlichen Vegetation des Pfälzerwalds

Die Massenausbreitung von *Fagus* erfolgte in den Wäldern um Johanniskreuz zwischen 1000 und 750 v. Chr. mit dem Einsetzen eines feucht-kühleren Klimas am Übergang zum Subatlantikum (Zone 2). Damit scheint die Buche im Pfälzerwald deutlich später die Vorherrschaft übernommen zu haben als in den südlich, östlich und südöstlich gelegenen benachbarten Mittelgebirgen und ist somit eher mit dem Eifel-Hunsrück-Raum vergleichbar, wo die Massenausbreitung der Buche frühestens ab etwa 1500 v. Chr., aber häufig noch später begann (DÖRFLER *et al.* 2000, FRENZEL 1991). Im Gebiet begann die Herausbildung von bodensauren Buchenmischwäldern, die im Pfälzerwald heute mit dem montanen Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum MEUSEL, Hochlagenform) und dem submontan-collinen Traubeneichen-Buchenwald (Melampyro-Fagetum OBERD. bzw. Luzulo-Fagetum MEUSEL, collin-submontane Höhenform) vertreten sind. Die Ausbreitung der Buche vollzog sich auf Kosten der Eiche und, in besonderem Maße, der Linde, die die mesophilen Buchenstandorte noch im trockneren und wärmeren Subboreal beherrschte. Auch heute weicht die Linde der Buche auf Standorte aus, wo die Buche durch Trockenheit geschwächt ist. Unter den nun veränderten klimatischen Bedingungen des Subatlantikums gelang es der Buche – die schon im Subboreal in den höheren Lagen zur Vorherrschaft gelangte – in die niederen Höhenstufen vorzudringen und die Standorte der Linde einzunehmen.

Die Kurven von *Ulmus*, *Fraxinus* und *Acer* einerseits und von *Pinus* andererseits zeigen sich durch den Anstieg von *Fagus* kaum verändert. Dies belegt, dass sich die Ausbreitung der Buche hauptsächlich auf den mesophilen Standorten vollzogen hat, während die grundwassernahen Standorte der eschenreichen Hangfuß- und Rinnenwälder und die kontinental getönten Eichen-Kiefernwälder davon weitgehend unbeeinflusst blieben, da die Buche hier nicht Fuß fassen konnte.

Durch die Ausbreitung der Buche und den gleichzeitigen Rückgang von *Quercus*, *Tilia* und auch *Corylus* vollzog sich auf den mittleren Standorten an der Wende zum Subatlantikum eine Verarmung der Laubwaldflora. Die Veränderung des Waldbildes wird hier auch eindrucksvoll durch die *Viscum*-Kurve illustriert. Am Rückgang der Mistel an der Grenze von 1/2 ist neben klimatischen Ursachen – ein Rückgang der Sommertemperaturen – auch die starke Ausbreitung der Buche beteiligt, die als Wirtsbaum ausscheidet. Die Nachweise der Mistel dürften aufgrund des Fehlens von *Abies* der Laubholzmistel (*Viscum album* subsp. *album*) zuzurechnen sein, wenngleich ein Vorkommen der Kiefernmistel (*V. laxum* subsp. *laxum*) nicht völlig auszuschließen ist.

Die Buchenausbreitung spiegelt sich ebenfalls in den Kurven von *Hedera* und *Ilex* wider. Das Aussetzen der Nachweise bedeutet hier allerdings nicht die Verdrängung von Efeu und Stechpalme, die heute im Wesentlichen die Gesamtverbreitung der Buche teilen und auch zum aktuellen Arteninventar des Pfälzerwaldes gehören. Die fehlenden Nachweise sind vielmehr auf eine Unterdrückung der Blüte durch zunehmende Beschattung zurückzuführen. Als Halbschattenpflanzen gedeihen sie im Buchenwald hervorragend aufgrund ihrer stark ausgeprägten Fähigkeit der vegetativen Vermehrung. Zur Blüte benötigen sie allerdings lichte Bedingungen, wie sie in den Eichenmischwäldern des Subboreals um Johanniskreuz noch vorherrschten (vgl. DIERSCHKE 2005, METCALFE 2005, POTT 1990). Spätestens ab dem Beginn der Nachwärmezeit (Älteres Subatlantikum, Abschnitt IX nach FIRBAS 1949) in Zone 3 gelangte die Buche zur absoluten Vorherrschaft, während Linde und Eiche im Waldbild weiter zurücktraten. Buchen-

und Buchen-Eichen-Wälder bestimmten die Landschaft um Johanniskreuz. Im Diagramm Schwanental wird das *Fagus*-Maximum von 49 % bei 60 cm erreicht, was einem Alter von etwa 150 v. Chr. entspricht. Im Speßtalmoor liegt das Maximum mit 47 % bei 82 cm und datiert auf etwa 50 v. Chr. Somit haben sich im Verlauf des ersten vorchristlichen Jahrtausends jene Waldgesellschaften um Johanniskreuz etabliert, die heute als natürliche Vegetation des Pfälzerwaldes angesehen werden (Kartierungseinheiten F83 und F90, BOHN *et al.* 2003). Die natürliche Begleitvegetation der basenreicheren und grundwassernahen Standorte bestand im Wesentlichen schon seit dem Subboreal (s. o.). Lediglich *Carpinus* trat als Element des Stellario-Carpinetums hinzu.

Zunehmende Siedlungstätigkeit ab der Eisenzeit macht sich durch einen leichten Auflichtungseinfluß bemerkbar (*Betula*, *Populus*, *Genista*-Typ) und schließt ab Zone 3 auch einzelne Nachweise des Roggens ein, welcher in Süddeutschland zu dieser Zeit nicht selten als Unkrautgetreide zu finden war (BEHRE 1992). Entwaldungen und eine intensive Nutzung sind schon seit dem Neolithikum aus der nördlichen Oberrheinebene bekannt (z. B. SANGMEISTER 1993), sowie seit der Hallstatt-Zeit auch aus dem Eifel-Hunsrück-Raum (DÖRFLER *et al.* 2000). Für die Wälder in der Umgebung der untersuchten Moore lassen sich derartige Eingriffe anhand der Pollenspektren allerdings nicht belegen. Die weiterhin unauffälligen Werte der Siedlungszeiger entsprechen somit den regionalen Befunden einer stark eingeschränkten Besiedlung und Nutzung des Pfälzerwaldes (vgl. ROLLER 1987). Somit lässt sich ein Fortbestehen der natürlichen Vegetation mindestens bis zur Zeitenwende verfolgen, wobei der anthropogene Einfluß auch im ersten nachchristlichen Jahrtausend relativ gering bleibt.

5.3 Anthropogen geprägte Landschaftsentwicklung seit dem Mittelalter

Der erste nachhaltige Eingriff in die Wälder um Johanniskreuz datiert in die Zeit des hoch-/spätmittelalterlichen Landesausbaus, der die Region ab der Mitte des 12. Jh. erfasste und

mit urkundlichen Ersterwähnungen von Ortschaften bis in das 15. Jh. reichte (KEDDIGKEIT 1987). Als Buntsandsteingebiet gehört der Pfälzerwald aufgrund seiner naturräumlichen Ungunst ohnehin zum Jungsiedelland, welches erst ab dem Hochmittelalter erschlossen wurde (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Die wechselvolle Landnutzungsgeschichte des mittleren Pfälzerwaldes ab dem Mittelalter lässt sich eindrucksvoll am Beispiel des Speßtalmoores illustrieren.

Mit dem Beginn der Zone 5a fallen die Werte von *Pinus* und *Fagus* stark ab. Dabei überrascht besonders der schnelle und intensive Rückgang der Kiefer, die ohnehin im Waldbild recht gering vertreten war. Schon in der Mitte von 5a war die Umgebung des Speßtalmoores wohl kiefernfrei. Von Beginn an wurde Brandrodung eingesetzt, wie dies an den sprunghaft gestiegenen Holzkohlewerten erkennbar ist. Die Rodung der Buche vollzog sich allmählicher. Im Zuge des Rückgangs von *Pinus* und *Fagus* nimmt der Anteil an *Quercus* zu. Dies kann im Gesamtkontext nur im Sinne einer selektiven Holznutzung interpretiert werden, wobei die Eiche klar zum Zwecke der Waldweide gefördert wurde. Interessant ist hierbei die Rolle von *Pteridium*, dessen Kurve in 5a steil ansteigt. Adlerfarn gilt als guter Indikator für Waldweide, da er aufgrund giftiger und geschmackswidriger Inhaltsstoffe vom Viehverbiss verschont wird (BEHRE 1981, POTT & HÜPPE 1991). Darüber hinaus ist die Bedeutung des Adlerfarns als Anzeiger für Brandrodung mehrfach belegt (z. B. BRANDE 1985). Der Abfall der *Pteridium*-Kurve in 5b, der parallel zum Abfall der Holzkohle-Kurve verläuft, bekräftigt letztere Deutung. Neben der Förderung von *Quercus* für die Hude wurde die Eiche hier offensichtlich schon im Mittelalter in geringem Umfang für die Holzkohleherstellung genutzt. So konnten HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT (2004) bei der Untersuchung von historischen Meilerplätzen auch ein *Quercus*-Kohlstück (datiert auf 1165–1280) nachweisen. Die *Fagus*-Kurve fällt in Zone 5b weiter ab und erreicht gegen Ende der Zone mit 4 % ein absolutes Minimum. Somit wurde die Buche während des gesamten Hochmittelalters im Einzugsgebiet des Speßtalmoores kontinuierlich eingeschlagen. Zone 5b umfasst daher die

Zeit der größten Waldauflichtung. Dies zeigt sich in sprunghaft ansteigenden Werten heliophiler Gehölze (*Corylus*, *Populus* sowie *Betula* p.p.) sowie im Anstieg der Poaceae-Kurve. Zusammen mit den Nachweisen von *Genista*-Typ und *Ilex* (nur Diagramm Schwanental) stellt sich hier ein anthropo-zoogener Vegetationskomplex aus grasreichen Eichen-Hudewäldern und Besenginstersäumen dar, der von birkenreichen Regenerationsstadien durchsetzt war. Die Stechpalme profitiert besonders von den lichten Verhältnissen im Eichenwald und gelangt unter diesen Umständen auch zur Blüte. Zudem wird *Ilex* aufgrund seiner stacheligen Hartlaubblätter weitgehend vom Großvieh gemieden und bei der Hude somit positiv ausgelesen (POTT 1990). Waldweide wurde im Pfälzerwald vorrangig von den ansässigen Klöstern und ihren Grangien, aber auch von den neugegründeten Siedlungen betrieben (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Eine großflächige Umwandlung von Wald in Ackerland ist angesichts der Reliefverhältnisse in der Umgebung der Moore nicht vorstellbar und wird durch die relativ geringen *Secale*-Werte auch nicht gestützt.

Neben Waldauflichtungen dürften sich die Rodungen auch direkt auf den Wasserhaushalt der Umgebung ausgewirkt haben, da eine verringerte Transpirationsleistung des Waldes den Wasserabfluss im bewegten Relief erhöht. Eine daraus folgende bessere Wasserversorgung der Moore kann zu beschleunigtem Moorwachstum und zu Oligotrophierungstendenzen führen, ebenso wie zur Ausbildung von Wasserkissen in Kesselmooren oder gar Moorüberflutungen und ist sowohl im Flachland als auch im Mittelgebirge im Zusammenhang mit umfangreichen Rodungen bekannt (JESCHKE 1990, SUCCOW & JOOSTEN 2001). Im Speßtalmoor ist nun eine Sukzession in der Moorvegetation zu beobachten, die als Folge verbesserter Wasserversorgung mit einhergehender Basenverarmung erklärt werden kann. Es handelt sich hierbei um die Herausbildung von Birkenbruchwäldern mit *Frangula* und *Sorbus aucuparia* sowie *Salix* (hier wohl *S. cinerea*, *S. aurita*). Zwar kann ein Teil der stark angestiegenen Pollenwerte, insbesondere von *Betula* und *Sorbus*, auch den birkenreichen Regenerationsstadien des Wald-

weidekomplexes zugeschrieben werden (s. o.), doch sind Anstiege von *Betula* auf fast 500 % und von *Sorbus* (entomogam!) auf über 20 % nur mit lokalem, d. h. mooreigenem Pollenniederschlag erklärbar. Erlenarme Bruchwälder entstehen, wenn der Basengehalt unter 0,1 mg CaO/l sinkt (ELLENBERG 1996). Dies wurde offensichtlich durch einen sprunghaft ansteigenden Bodenwasserzufluss vermittelt, der die Versauerung förderte. Stratigraphisch schlägt sich die verbesserte Wasserversorgung in zwischenzeitlich häufigeren Nachweisen von *Sphagnum*-Blättchen nieder (siehe Tab. 2). Die rodungsbedingte Veränderung der Moorvegetation wird dadurch gestützt, dass mit dem Nachlassen der Rodungsintensität in Zone 6 die Erle wieder die Vorherrschaft im Speßtalmoor übernimmt. Den einsetzenden Nachweisen von *Osmunda* zufolge setzte ab dem Hochmittelalter in beiden Mooren eine stärkere Versauerung ein. *Osmunda regalis* ist Charakterart des Sphagno-Alnetums und dient als Differentialart, die auf größere Bodensäure hinweist. Dabei lösen die Nachweise des Säurezeigers *Osmunda* ab der Zone 5 die Basenzeiger *Succisa* und *Primula clusiana*-Typ (*Chrysosplenium* sp.) ab. Im gesamtstratigraphischen Zusammenhang können daher die Versauerungsvorgänge nur mit anthropogener Waldnutzung in Verbindung gebracht werden. Somit scheint die nun fortschreitende Bewirtschaftung der Wälder die Ausbreitung des Königsfarns indirekt gefördert zu haben, denn zumindest im Schwanental häufen sich die Nachweise in der jüngsten Zone. Die in der Roten Liste von Deutschland (3+) und Rheinland-Pfalz (2) aufgeführte Art tritt auch heute stellenweise im Pfälzerwald auf (SCHULZE 1965, TRÖGER 1998).

Der Übergang zur Zone 6 mit einem deutlichen Rückgang der Siedlungszeiger, dem Rückgang der *Quercus*- und dem Anstieg der *Fagus*-Kurve ist im Diagramm Schwanental nicht scharf zu fassen, wohingegen diese Phase der Landschaftsentwicklung im Speßtalmoor in hoher zeitlicher Auflösung widergespiegelt wird. Hier verläuft der Rückgang der Siedlungszeiger parallel zur Kurve der Holzkohlepartikel und beschreibt eine Landnutzungsänderung, die mit den Auswirkungen der spätmittelalterlichen Wüstungsperiode erklärbar wäre, welche in der

zweiten Dekade des 14. Jhs. im Pfälzerwald einsetzte (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004) und im Einzugsgebiet des Speßtalmoores offensichtlich erst im 15. Jh. zur Geltung kam. Der verringerte Nutzungsdruck auf die Wälder führte zur Regeneration der Buchenbestände auf den mittleren Standorten. Dadurch tritt *Quercus* im Pollenniederschlag wieder zurück. Gegen Ende der Zone erreicht *Fagus* ein Maximum von 53 % und weist damit sogar höhere Werte auf als vor dem Einsetzen der hochmittelalterlichen Rodungen. Parallel zum *Fagus*-Anstieg fällt die Kurve der Poaceae ab. Dies illustriert die zunehmende Beschattung in den mesophilen Wäldern am Speßberg und die Veränderung der ehemals grasreichen lichten Eichenwälder. Während die Waldregeneration auf den mittleren Standorten fortschritt, verlagerte sich der Weidedruck auf die trockenen Standorte. Ein typisches Anzeichen dafür ist die Ausbreitung von Wacholderheiden, wie dies durch das Einsetzen der *Juniperus*-Kurve gezeigt wird. Durch die Beweidung wird ebenso die Kiefer gefördert, da sie wie der Wacholder vom Vieh gemieden wird. Die weidebedingten Waldauflichtungen der Trockenstandorte begünstigten auch die weitere Ausbreitung von *Populus*.

Zu Beginn der Zone 7 steigen wieder die Werte der Getreide incl. *Secale* an. Der verstärkte, nun neuzeitliche Landnutzungsdruck spiegelt sich auch in der schlagartig wieder einsetzenden Kurve der Holzkohle-Partikel wider. Diese und der Rückgang von *Fagus* sind Zeugnis der einsetzenden Meilerwirtschaft im Pfälzerwald. Zwar setzte die Massenköhlerei erst ab 1724 mit der Errichtung von Eisenschmelzen und Hammerwerken ein, doch weisen sowohl datierte Holzkohlefunde, als auch sprachgeschichtliche Belege darauf hin, dass es in den Wäldern um Johanniskreuz schon vor dieser Epoche einzelne Kohlstellen gegeben hat (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Der neuzeitliche, köhlereigeprägte Waldumbau indes ähnelt in den Grundzügen dem des hochmittelalterlichen Landesausbaus, bleibt allerdings in seiner Intensität deutlich hinter jenem zurück. Zudem sind in dieser Phase die Standorte der Kiefer, deren Kurve weiter ansteigt, nicht vom Einschlag betroffen. Dar-

auf weisen auch die Kohlholzspektren hin, in denen *Pinus* nur eine untergeordnete Rolle spielt (HILDEBRANDT & HEUSER-HILDEBRANDT 2004). Der Rückgang der *Populus*-Kurve an der Grenze zu Zone 7 bestätigt, dass sich die Espe während der Buchenausbreitung auf den trockenen und nicht auf den mittleren Standorten ausgebreitet hatte und nun im Zuge der Sukzession von der Kiefer und wohl auch der Eiche abgelöst wurde.

Der synchrone Anstieg der *Pinus*- und *Picea*- sowie im Schwanentalmoor auch der *Abies*-Kurve (Zone 8) reflektiert das Einsetzen der Forstwirtschaft ab dem ausgehenden 18. Jh. Kiefernkulturen sind im Pfälzerwald ab etwa 1750 nachzuweisen, doch wurde mit der planmäßigen Umwandlung des Laubwaldes erst gegen Ende des 18. Jhs. begonnen. So wurden im Forstamt Johanniskreuz die ersten Kiefern gegen 1770 eingeführt und in der Zeit von 1772 bis 1790 große Schläge mit Kiefern, Fichten und auch Lärchen angesät (MÜNCH & KÜNKELE 1923). Zusammen mit dem Steilanstieg der *Pinus sylvestris*-Typ-Kurve beginnt auch die Kurve vom *Pinus cembra*-Typ (hier *P. strobus*) und reflektiert die im 19. Jh. einsetzende Anpflanzung der Weymouthskiefer im Gebiet, wenn auch ein Großteil des von der Strobe produzierten Pollens sich nicht vom Pollen der Waldkiefer trennen lässt und in der *Pinus sylvestris*-Typ-Kurve enthalten ist (vgl. Beug 2004). Die ansteigenden Werte vom *Larix*-Typ spiegeln ebenfalls forstliche Maßnahmen wider (*Larix*, *Pseudotsuga*). Während der Lärchenanbau schon früh belegt ist (s. o.), scheint die ab der Mitte der Zone 8 weiter ansteigende Kurve die Anpflanzung der Douglasie zu reflektieren, die ab dem Ende des 19. Jhs. im Gebiet um Johanniskreuz gefördert wurde (B. STECKEL, frd. mdl. Mitt.).

Die Kurve von *Castanea* setzt gegen Ende der Zone 4 ein und ist ab dem Mittelalter geschlossen. Die in Zone 8 deutlich gestiegenen Werte sind Zeugnis der forstlichen Pflege der Edelkastanien, die bei der Wiederbewaldung des Haardtrandes ab 1814 bevorzugt wurden (HIMMLER & RÖLLER 2001). Dort findet sie auch heute die günstigsten Bedingungen und verhält sich infolge subspontaner Ausbreitung wie eine einheimische Baumart. Die geringen Vorkommen im Pfälzerwald – sie ist in < 2 % aller

Waldbestände enthalten – sind auf Forstgärten, Rastplätze und Durchgangswege beschränkt, wo die Kastanie als Kulturfolger Fuß fasst (LANG, W. 1970). Auch heute finden sich entlang der Wege um Johanniskreuz einige stattliche Exemplare. Während *Castanea* und *Juglans* seit der Römischen Kaiserzeit in der Pfalz eingebürgert sind, treten in der forstlich geprägten Waldentwicklungsphase weitere nichteinheimische Laubgehölze hinzu. Dazu zählen *Platanus* und *Aesculus*, wobei erstere in den Pollendiagrammen regelmäßig nachgewiesen wird. Das Einsetzen der Nachweise mit Beginn der Zone 8 spricht dafür, dass die Platane, die zwar schon vor 1700 in Deutschland, erst gegen Ende des 18. Jhs. im Pfälzerwald kultiviert wurde. Eine ähnlich späte Kultivierung ist auch aus dem Berliner Raum bekannt (KOWARIK 1992).

6 Schlussfolgerungen

Mit den vorliegenden Pollendiagrammen wurde eine vegetationsgeschichtliche Forschungslücke in Südwestdeutschland geschlossen und ein weiterer Baustein für vergleichende Studien der holozänen Wald- und Moorentwicklung in Deutschlands Bundslandsteingebirgen gelegt. Zur Einschränkung sei allerdings darauf hingewiesen, dass die hier präsentierten Diagramme sich nur bedingt als regionale Standardprofile für die Vegetationsgeschichte des Pfälzerwaldes eignen. Dies ergibt sich aus dem geringen Polleneinzugsgebiet der untersuchten Kleinstmoore, welche hauptsächlich den Pollenniederschlag aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Moore – bis mehrere 10 m – erfassen (CALCOTE 1995, LANG 1994). Während die aufgezeigten Vegetationsveränderungen auf Bestandesebene durchaus exemplarischen Charakter für die natürliche Waldentwicklung des Pfälzerwaldes haben, können die Diagramme die Widerspiegelung des regionalen Siedlungsgeschehens nicht leisten, sondern sie zeigen lediglich lokale Eingriffe in die Bestandsstruktur. Dies wird schon allein durch die abweichenden Kurvenverläufe in den Zonen 5 bis 7 deutlich, obwohl die Bohrpunkte der beiden Moore nur etwa 1.200 m voneinander entfernt liegen. Darüber hinaus weisen zeitliche Inkonsistenzen zum regionalen Siedlungsverlauf (z. B. Einsetzen der spätmittelalterlichen

Wüstungsphase) darauf hin, dass Dauer und Intensität der im Diagramm Speßtalmoor erfassten Siedlungsphasen lokalspezifisch sind.

Die für die Erfassung des regionalen Pollenniederschlags erforderlichen großflächigen Vermoorungen sind rar. Aus naturräumlicher und siedlungsgeschichtlicher Sicht wäre daher eine erneute Untersuchung des bis zu 600 m breiten Talbodens der Moosalbe, in unmittelbarer Nähe zur mittelalterlichen Grangie des Lauberhofs interessant. PRECHT (1953) erbohrte dort bis zu 200 cm pollenführende Sedimente, die bis in die späte Wärmezeit zurückreichen, wie dies die lindenreichen Basisproben ohne *Fagus* und *Carpinus* zeigen. Ergänzend dazu sind weitere Untersuchungen in den zahlreichen Quell- bzw. Quell-Hangmooren (z. B. TRÖGER 1998) oder in den Woogen (ROWECK *et al.* 1988) wünschenswert. Hierbei können Fragen der standörtlichen Differenzierung der grundwassernahen natürlichen Vegetation und die Klärung der natürlichen Verbreitungsgrenze von *Abies* von großem Interesse sein.

7 Dank

Der Autor möchte an dieser Stelle Prof. Dr. H. Hildebrandt, Mainz, für die Initiierung des Forschungsprojektes und die Einwerbung der Mittel für ¹⁴C-Datierungen danken. Weiterhin danke ich folgenden Personen: Dr. B. Heuser-Hildebrandt, Mainz, und Dr. F. Bittmann, NIhK Wilhelmshaven, für Hilfe bei der Geländearbeit, Dr. A. Hölzer, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, und Dr. S. Schloß, Jockgrim, für Literaturrecherchen und Diskussion und Forstdirektor B. Steckel, Forstamt Johanniskreuz, für Hinweise zur Forstgeschichte. K. Behrend, NIhK Wilhelmshaven, führte die Probenaufbereitungen durch. Bei der Erstellung der Grafiken halfen R. Kiepe, NIhK Wilhelmshaven, und M. Müller, Universität Münster. Ihnen allen gilt mein herzlicher Dank.

8 Literatur

- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. – *Pollen et Spores*, **23**: 225–245; Paris.
- BEHRE, K.-E. (1992): The history of rye cultivation.

- Vegetation History and Archaeobotany, **1**: 141–156; Heidelberg.
- BEHRE, K.-E. & KUČAN, D. (1994): Die Geschichte der Kulturlandschaft und des Ackerbaus in der Siedlungskammer Flögeln, Niedersachsen, seit der Jungsteinzeit. – Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet, **21**: 1–227; Oldenburg.
- BEUG, H.-J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung. – 542 S., 29 Abb., 13 Tab., 120 Taf.; München (Pfeil).
- BOHN, U., NEUHÄUSL, R., GOLLUB, G., HETTWER, C., NEUHÄUSLOVÁ, Z., SCHLÜTER, H. & WEBER, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maßstab 1:2.500.000. Teil 1: Erläuterungsteil mit CD-ROM. – 655 S.; Münster (Landwirtschaftsverlag).
- BOISELLE, R. & OBERDORFER, E. (1957): Der Pfälzer Wald, ein natürliches Verbreitungsgebiet der Kiefer. – Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, **128**: 212–219; Frankfurt/M.
- BRANDE, A. (1985): Mittelalterlich-neuzeitliche Vegetationsentwicklung am Krummen Fenn in Berlin-Zehlendorf. – Verhandlungen des Berliner Botanischen Vereins, **4**: 3–65; Berlin.
- CALCOTE, R. (1995): Pollen source area and pollen productivity: evidence from forest hollows. – Journal of Ecology, **83**: 591–602; Oxford.
- DIERSCHKE, H. (2005): Laurphyllisation - auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, **17**: 151–168; Hannover.
- DÖRFLER, W., EVANS, A., NAKOINZ, O., USINGER, H. & WOLF, A. (2000): Wandel der Kulturlandschaft als Ausdruck kulturellen Wandels? Pollenanalytische und siedlungsarchäologische Untersuchungen zur Romanisierung in der Vulkaneifel. – In: HAFFNER, A. & VON SCHNURBEIN, S. (Hrsg.): Kelten, Germanen, Römer im Mittelgebirgsraum zwischen Luxemburg und Thüringen: 129–146; Bonn (Habelt).
- DUBOIS, G., DUBOIS, C., HÉE, A. & WALTER, E. (1938): La végétation et l'histoire de la tourbière d'Erlenmoos en Vosgovie. – Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle, **35**: 41–54; Metz.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Aufl., 1095 S., 623 Abb., 170 Tab.; Stuttgart (Ulmer).
- FIRBAS, F. (1934): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung der Rheinpfalz. – Beihefte zum Botanischen Centralblatt, **52**: 119–156; Dresden.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte. – 480 S., 163 Abb.; Jena (Fischer).
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2. Band: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – 256 S., 18 Abb.; Jena (Fischer).
- FIRBAS, F., GRÜNING, G., WEISCHEDEL, I., & WORZEL, G. (1948): Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. – Bibliotheca Botanica, **121**: 1–76; Stuttgart.
- FRENZEL, B. (1991): Die vormittelalterliche Besiedlungsgeschichte des westlichen Hunsrücks und der Westeifel nach paläobotanischen Befunden. – In: HAFFNER, A. & MIRON, A. (Hrsg.): Studien zur Eisenzeit im Hunsrück-Nahe-Raum: 309–336; Trier (Rheinisches Landesmuseum).
- FREUND, H. (1994): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im westlichen Weserbergland. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, **56 (1)**: 1–103; Münster.
- FRIEDMANN, A. (2000): Die spät- und postglaziale Landschafts- und Vegetationsgeschichte des südlichen Oberrheintieflandes und Schwarzwalds. – Freiburger Geographische Hefte, **62**: 1–222; Freiburg.
- GEIGER, M. (1987): Der Pfälzerwald im geographischen Überblick. – In: GEIGER, M., PREUß, G. & ROTHENBERGER, K.-H. (Hrsg.): Der Pfälzerwald. Porträt einer Landschaft: 9–58; Landau (Pfälzische Landeskunde).
- HÄBERLE, D. (1913): Die natürlichen Landschaften der Rheinpfalz. – In: Wanderbüchlein des Pfälzerwald-Vereins, Sonderabdruck: 19–94; Kaiserslautern (Kayser).
- HAILER, N. (1969): Die Traubeneiche im Pfälzer Wald. – Mitteilungen der Pollichia III. Reihe, **16**: 51–95; Bad Dürkheim.
- HATT, J.-P. (1937): Contribution à l'analyse pollinique des Tourbières du Nord-Est de la France. – Bulletin du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, **4**: 1–79; Strasbourg.
- HILDEBRANDT, H. & HEUSER-HILDEBRANDT, B. (2004): Kulturlandschaftsgenetische und bestandsge-

- schichtliche Untersuchungen anhand von Kohlenholzspektren aus historischen Meilerplätzen, Pollendiagrammen und archivalischen Quellen im Naturpark Pfälzerwald, Forstamt Johanniskreuz. – 124 S.; Mainz (Ministerium für Umwelt und Forsten von Rheinland-Pfalz).
- HIMMLER, H. & RÖLLER, O. (2001): Oberheingebiet: Vielfalt der Ökosysteme zwischen Pfälzerwald und Rhein. – Petermanns Geographische Mitteilungen, **145**: 36–41; Gotha.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1994): Studies on the vegetation history of the Lautermoor in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils and geochemistry. – Dissertationes Botanicae, **234**: 309–336; Berlin.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (2002): Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Großen und Kleinen Muhr an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung, **42**: 31–44; Stuttgart.
- JAESCHKE, J. (1938): Zur nacheiszeitlichen Waldgeschichte der Rhein- und Saarpfalz. – Beihefte zum Botanischen Centralblatt, **58/B (2)**: 235–245; Dresden.
- JAHNS, S. (2005): The later Holocene history of vegetation, land-use and settlements around the Ahlequellmoor in the Solling area, Germany. – Vegetation History and Archaeobotany, **15**: 57–63; Heidelberg.
- JESCHKE, L. (1990): Der Einfluß der Klimaschwankungen und Rodungsphasen auf die Moorentwicklung im Mittelalter. – Gleditschia, **18**: 115–123; Berlin.
- KEDDIGKEIT, J. (1987): Der Pfälzerwald als historisch-politischer Raum. – In: GEIGER, M., PREUß, G. & ROTHENBERGER, K.-H. (Hrsg.): Der Pfälzerwald. Porträt einer Landschaft, **63–92**; Landau (Pfälzische Landeskunde).
- KEIPER, J. (1916): Die Linde im Pfälzerwald und in den übrigen Waldgebieten der Pfalz. I.–III. Teil. – Forstwissenschaftliches Centralblatt, **38**: 223–238, 309–327, 360–369; Berlin.
- KOWARIK, I. (1992): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölze in Berlin und Brandenburg. – Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg, Beiheft **3**, 188 S.; Berlin.
- LAGIES, M. (2005): Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte von Spessart und Odenwald während des jüngeren Holozäns. – Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg, **73**: 169–271; Stuttgart.
- LANG, G. (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. Ein Beitrag zur Kiefernfrage. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland, **17**: 20–34; Karlsruhe.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – 462 S., 177 Abb., 54 Tab.; Jena (Fischer).
- LANG, G. (2003): Immigration and expansion of *Tilia* in Europe since the last Glacial. – In: TONKOV, S. (Hrsg.): Aspects of Palynology and Palaeoecology. Festschrift Bozilova, 21–41; Sofia (Pensoft).
- LANG, G. (2005): Seen und Moore des Schwarzwaldes. – Andrias, **16**: 1–160; Karlsruhe.
- LANG, W. (1970): Die Edelkastanien, ihre Verbreitung und ihre Beziehung zu den naturgegebenen Grundlagen. 2. Teil. – Mitteilungen der Pollichia III. Reihe, **17**: 81–124; Bad Dürkheim.
- LANG, W. (1971): Die Edelkastanien, ihre Verbreitung und ihre Beziehung zu den naturgegebenen Grundlagen. 3. Teil. – Mitteilungen der Pollichia III. Reihe, **18**: 86–160; Bad Dürkheim.
- METCALFE, D. J. (2005): *Hedera helix* L. – Journal of Ecology, **93**: 632–648; Oxford.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): Pollen analysis. – 2. Aufl., 216 S.; Oxford (Blackwell).
- MÜNCH, C. & KÜNKELE, T. (1923): Die Herkunft der pfälzischen Kiefern. – Forstwissenschaftliches Centralblatt, **45**: 401–415; Berlin.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV Wälder und Gebüsche. Textband. – 2. Aufl., 282 S., 3 Abb.; Jena (Fischer).
- POTT, R. (1990): Die nacheiszeitliche Ausbreitung und heutige pflanzensoziologische Stellung von *Ilex aquifolium* L. – Tuexenia, **10**: 497–511; Göttingen.
- POTT, R. & HÜPPE, J. (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, **53 (1/2)**: 1–313; Münster.
- PRECHT, J. (1953): Pollenanalytische Untersuchungen zur Kiefernfrage im Pfälzerwald. – Mitteilungen der Pollichia III. Reihe, **3**: 150–153; Bad Dürkheim.
- ROLLER, O. (1987): Vor- und Frühgeschichte, Römer-

- zeit, Völkerwanderung. – In: GEIGER, M., PREUß, G. & ROTHENBERGER, K.-H. (Hrsg.): Der Pfälzerwald. Porträt einer Landschaft, 59–62; Landau (Pfälzische Landeskunde).
- RÖSCH, M. (1996): Type regions D-n, D-1 and D-r, South-West Germany. – In: BERGLUND, B. et al. (Hrsg.): Palaeoecological events during the last 15000 years, 523–542; Chichester (Wiley).
- ROWECK, H., AUER, M. & BETZ, B. (1988): Flora und Vegetation dystropher Teiche im Pfälzerwald. – Pollichia-Buch Nr. 15, 1–221; Bad Dürkheim.
- SANGMEISTER, E. (1993): Zeitspuren. Archäologisches aus Baden. – 238 S.; Freiburg (Kehrer).
- SCHULZE, G. (1965): Die Verbreitung des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) in der Pfalz. – Mitteilungen der Pollichia III. Reihe, **12**: 292–303; Bad Dürkheim.
- SMETTAN, H. (1985): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte der Umgebung von Sersheim, Kreis Ludwigsburg. – Fundberichte aus Baden-Württemberg, **10**: 367–421; Stuttgart.
- STALLING, H. (1983): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Meißners (Nordhessen). – Flora, **174**: 357–376; Jena.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analyses. – Pollen et Spores, **13**: 615–621; Paris.
- STUIVER, M. & REIMER, P. J. (1993): Extended ^{14}C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. – Radiocarbon, **35**: 215–230; Tucson.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – 2. Aufl., 622 S., 223 Abb., 136 Tab., 104 Farbbilder; Stuttgart (Schweizerbart).
- SUDHAUS, D. (2005): Paläoökologische Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Landschaftsgenese des Ostschwarzwaldes im Vergleich mit den Buntsandsteinvogesen. – Freiburger Geographische Hefte, **64**: 1–153; Freiburg.
- TRÖGER, U. (1998): Pflanzensoziologische Bearbeitung ausgesuchter Quellen des Pfälzerwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Acidität. – Mitteilungen der Pollichia, **85**: 153–196; Bad Dürkheim.
- WALLER, M. P., BINNEY, H. A., BUNTING, M. J. & ARMITAGE, R. A. (2005): The interpretation of fen carr pollen diagrams: pollen-vegetation relationships within the fen carr. – Review of Palaeobotany and Palynology, **133**: 179–202; Amsterdam.
- WILDE, J. (1927): Die Kiefer in der Pfalz. – Forstwissenschaftliches Centralblatt, **49**: 409–425; Berlin.
- WOLTERS, S. (2002): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Landschaftsentwicklung in der Döberitzer Heide (Brandenburg). – Dissertationes Botanicae, **366**: 1–157; Berlin.