

Brandenburg. geowiss. Beitr./ Arbeitsber. Bodendenkmalpfl. Brandenburg	Cottbus/ Wünsdorf	22 (2015), 2/ 28 (2016) Sonderband 2016	S. 91–122	9 Abb., 2 Tab., 71 Zit.
--	----------------------	---	-----------	-------------------------

# Pflanzenreste aus spätsaale- und eemzeitlichen Sedimentschichten des Braunkohlentagebaus Jänschwalde (Niederlausitz, Brandenburg) – Aussagen zu Klimabedingungen und Paläoumwelt

## Plant remains from the Late Saalian and Eemian sedimentary succession of the open-cast mine Jaenschwalde (Lower Lusatia, Brandenburg) – information about the climatic conditions and the palaeoenvironment

ANNETTE KOSSLER

### 1 Einleitung

Aus der in den Deckschichten des Braunkohlentagebaus Jänschwalde überlieferten N–S-streichenden Beckenstruktur (KÜHNER et al. 2008 sowie KÜHNER in diesem Band) kamen neben den zwei Steinwerkzeugen des Neandertalers (vgl. BÖNISCH & SCHNEIDER in diesem Band) und einigen Wirbeltierresten (u. a. RAUFUSS 2014, sowie die Beiträge von HEINRICH, KOSSLER & RAUFUSS, BREDÄ & RAUFUSS, RAUFUSS & BÖHME in diesem Band) vor allem zahlreiche Pflanzenreste zu Tage (KOSSLER, RAUFUSS & LEHMANN 2012, KOSSLER et al. 2013, KOSSLER 2014). Während größere vegetative Reste wie Blätter, Wurzeln, Ästchen und Hölzer schon im Gelände bei den Grabungstätigkeiten des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologisches Museum (BLDAM) entdeckt wurden (Abb. 1), kamen die kleineren karpologischen Reste (Früchte, Samen) erst nach der Aufbereitung der Sedimente im Labor zum Vorschein (Abb. 6 bis 9). Gerade letztere sind für die paläontologischen Auswertungen von besonderer Bedeutung, da diese Pflanzenreste in der Regel Bestimmungen auf dem Artniveau erlauben und somit konkrete Rückschlüsse auf die ehemaligen Lebens- und Umweltbedingungen ermöglichen (u. a. BIRKS 1980, 2001, KOSSLER 2010). In Verbindung mit pollenanalytischen Untersuchungen, welche vor allem auch für eine gesicherte Alterseinstufung der überlieferten Sedimentabfolge sorgen (KÜHNER et al. 2008, STRAHL in diesem Band), konnten die Funde stratigraphisch in das nachgewiesene Zeitfenster, welches von der ausgehenden Saale-Kaltzeit bis in die Eem-Warmzeit hineinreicht, eingehängt werden. Dadurch war mit Hilfe der Pflanzenreste, sowohl der Pollen (STRAHL in diesem Band) als auch der Makroreste, eine fundierte Rekonstruktion der Paläoumwelt des Ablagerungsraumes möglich. Die hier vorgestellten Ergebnisse liefern somit weitere Daten, die nicht nur die bisherigen Kenntnisse über die ehemalige Pflanzenwelt der Niederlausitz ergänzen (u. a. ERD 1991, SEIFERT-EULEN 2007, STRIEGLER 2008, KOSSLER 2014, STRIEGLER 2015, STRAHL in diesem Band), sondern auch zu einem besseren Verständnis

der saale- und eemzeitlichen Klima- und Umweltgeschichte in diesem Raum, auch in Hinblick auf den Neandertaler, beitragen.

### 2 Lokalität, Probennahme und Methodik

Begleitend zu den geologischen Kartierungen (KÜHNER in diesem Band) und den Grabungen des BLDAM (BÖNISCH & SCHNEIDER in diesem Band) wurden in den Jahren 2011 bis 2014 in der auf Toteis zurückzuführenden Beckenstruktur von Jänschwalde (Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 4153, Groß Gastrose) zahlreiche Teilprofile beprobt und gezielt auf Pflanzenreste untersucht. Elf von diesen Profilen werden in der vorliegenden Arbeit vorgestellt (Abb. 2, 3, 4), die sowohl im südlichen als auch im nördlichen Teilbecken der Beckenstruktur Jänschwalde (KÜHNER in diesem Band) aufgenommen wurden. Die meisten Lokalitäten der Profile konzentrieren sich dabei auf das südliche Teilbecken (Abb. 2: Nr. 1 bis 8) bzw. auf den Übergangsbereich Süd-/Nordbecken (Abb. 2: Nr. 9 und 10). Diese Bereiche waren während der gesamten Grabungskampagne generell zugänglicher und konnten daher auch intensiver untersucht werden. Aus dem Südbecken stammen u. a. auch die Neandertaler-Artefakte (Abb. 2: Fundlokalität Nr. 4). Für das Nordbecken werden nur zwei Profile vorgestellt (Abb. 2: Nr. 11, 12), was u. a. auch darauf zurückzuführen ist, dass der nördlichste Bereich des Nordbeckens im genannten Zeitfenster nicht mehr überbaggert wurde. Zusätzlich zu den Profilaufnahmen wurden bei speziellen Funden, wie z. B. den Großsäugerresten und den Neandertaler-Artefakten, das Begleitsediment untersucht, um über die überlieferte Flora und Fauna weitere Informationen für die Rekonstruktion der Paläoumwelt der jeweiligen Fundschicht zu erhalten.

Für die vorliegende Arbeit wurden insgesamt 123 Proben ausgewertet. Jede Probe bestand in der Regel aus ca. 3 l Sedimentmaterial, wobei je nach Bedarf und Fossilführung auch größere Mengen entnommen wurden. Aufgrund der

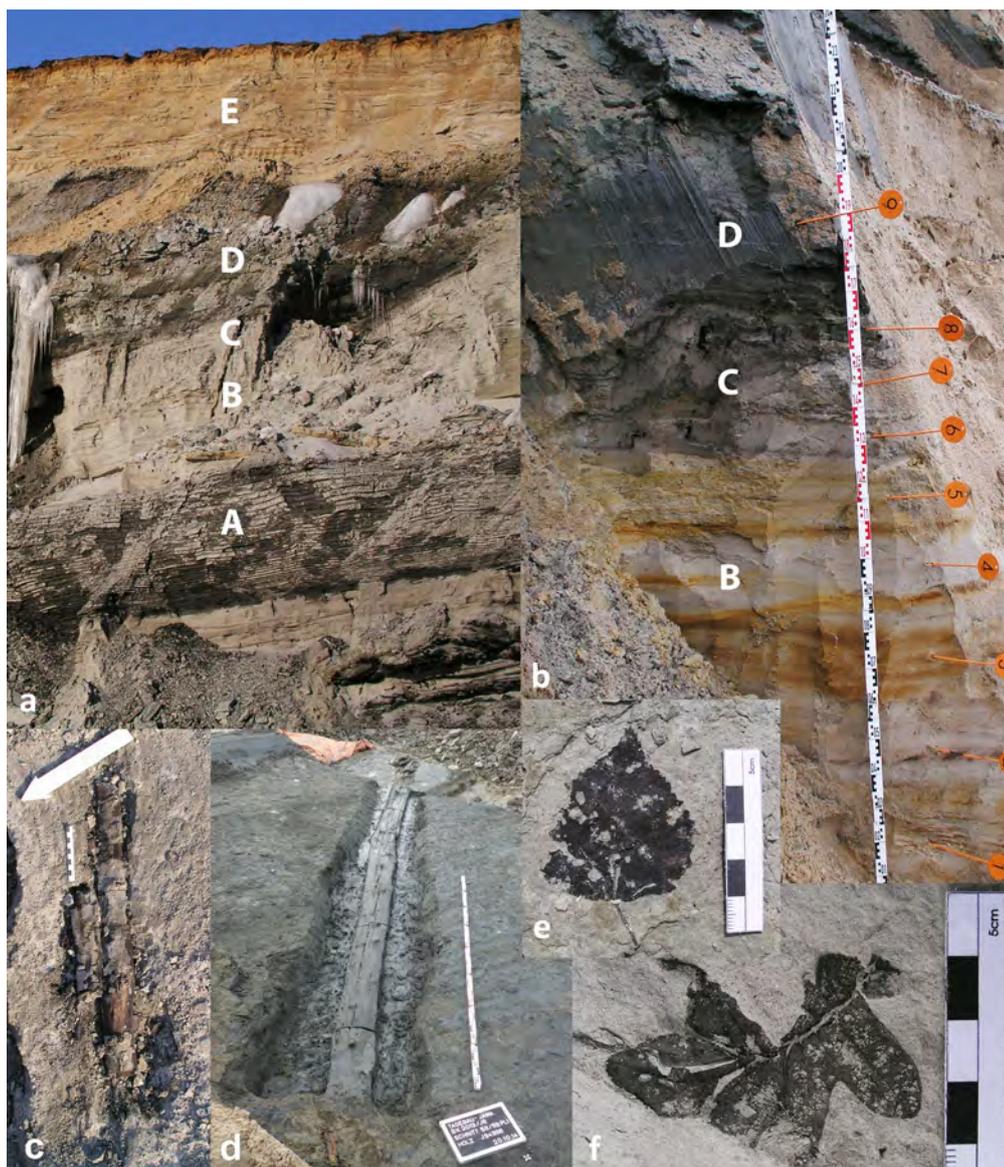


Abb. 1:

- a – Sedimentabfolge der Beckenstruktur Jänschwalde: A – Bänderschluflfe des ausgehenden Saale-Hochglazials; B – äolische Decksande („cover sands“) des ausgehenden Saale-Hochglazials; C – sandige Sanddorn-Schichten des Saale-Spätglazials; D – limnische Mudden des Saale-Spätglazials und der Eem-Warmzeit; E – weichselzeitliche Sande  
 b – Detailaufnahme des Übergangsbereichs Saale-Hochglazial/Saale-Spätglazial (Profil 180311): B – äolische Decksande, ausgehendes Saale-Hochglazial; C – Sanddorn-Schichten, Saale-Spätglazial; D – limnische Mudden, Saale-Spätglazial  
 c – Birken-Holz aus Schichten des Saale-Spätglazials, PZ C1  
 d – Stamm einer Wald-Kiefer aus Schichten des Saale-Spätglazials, PZ C2  
 e – Blatt der Hänge-Birke, Eem-Warmzeit, PZ 2  
 f – Blatt der Stiel-Eiche, Eem-Warmzeit, PZ 2

Fig. 1:

- a – sediment succession of the basin structure Jaenschwalde: A – varved clayey silts of the latest Saalian Glacial; B – aeolian cover sands of the latest Saalian Glacial; C – sandy sea buckthorn layers of the Saalian Late Glacial; D – limnic gyttja of the Saalian Late Glacial and the Eemian; E – sands of the Weichselian period  
 b – detail photo of the transition Saalian Glacial/Saalian Late Glacial (section 180311): B – aeolian cover sands, Saalian Glacial; C – sea buckthorn layers, Saalian Late Glacial; D – limnic gyttja, Saalian Late Glacial  
 c – birch wood of the PZ C1, Saalian Late Glacial  
 d – pine trunk of the PZ C2, Saalian Late Glacial  
 e – leaf of the silver birch, Eemian, PZ 2  
 f – leaf of the pedunculate oak, Eemian, PZ 2

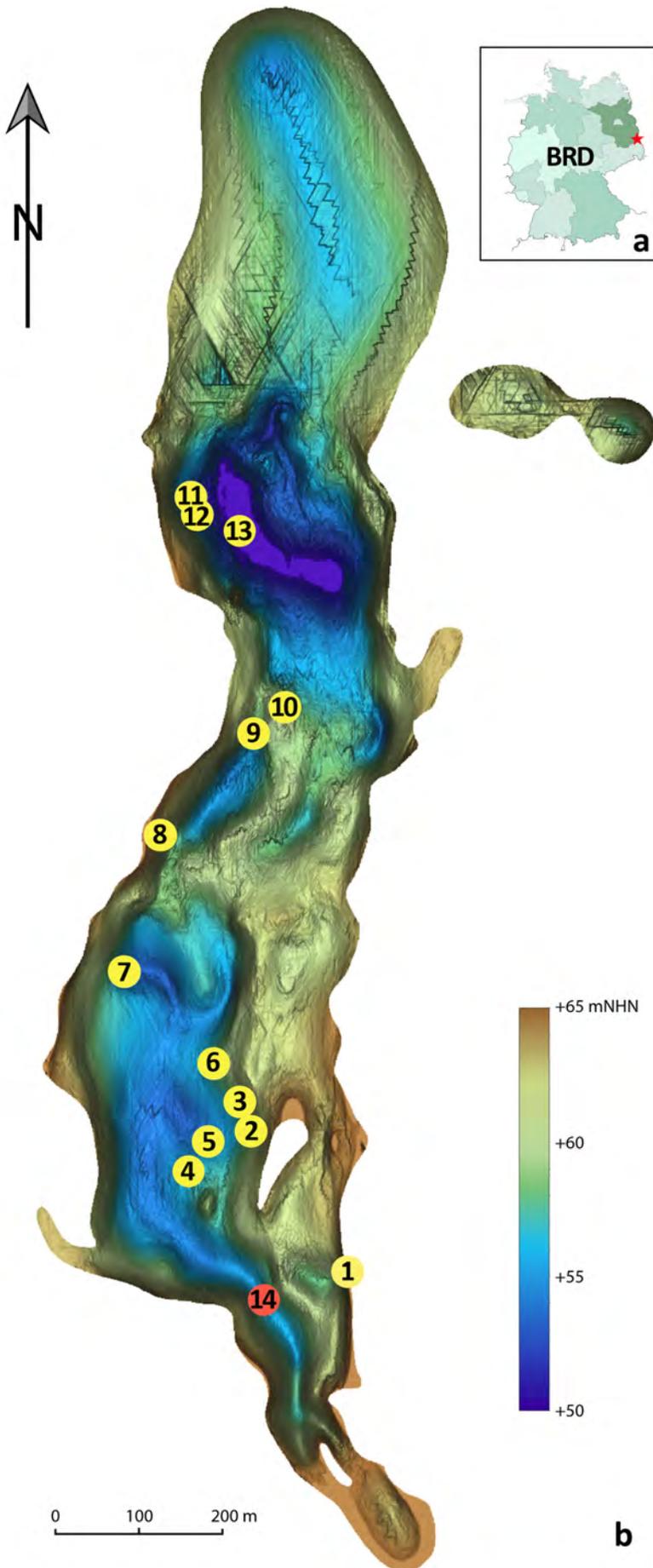


Abb. 2:  
a – Lage des Braunkohlentagebaus Jänschwalde (roter Stern) im südlichen Brandenburg (BRD)

b – Fundstellen und Lage der Profile innerhalb der untersuchten Beckenstruktur:  
1 – Profil 170211; 2 – Profil 180311;  
3 – Profil 080611; 4 – Fundstelle Pferde-Knochen (Koordinaten Pferde-Unterkiefer R 54 67 747,583, H 57 46 965,633); 5 – Profil 270713; 6 – Profil 140711; 7 – Profil 270911 und Fundstelle Riesenhirsch; 8 – Profil 190312 und Fundstellen Steppen-Bison- sowie Wolf-Knochen (Wolf-Schädel); 9 – Fundstelle Eurasischer Biber (30.07.2012); 10 – Profil 200912; 11 – Profil 140714; 12 – Profil 201014 und Fundstelle Kiefern-Stamm; 13 – Fundstelle Eurasischer Biber, Koordinaten: R 54 67 804,799, H 57 47 735,009, 14 – Lage der Bohrung THW 11685/06 (KÜHNER et al. 2008), Koordinaten R 54 67 838,5, H 57 46 817,3. Koordinaten der übrigen Profile siehe Abbildungen 3 und 4

Fig. 2:  
a – location of the opencast mine Jaenschwalde (red star) in southern Brandenburg (BRD)  
b – location of sites and sections within the basin structure studied: 1 – section 170211; 2 – section 180311; 3 – section 080611; 4 – site of horse bones, coordinates (lower jaw) R 54 67 747,583, H 57 46 965,633; 5 – section 270713; 6 – section 140711; 7 – section 270911 and site of megaceros; 8 – section 190312 and sites of steppe bison and wolf (wolf skull); 9 – section 300712 and site of Eurasian beaver; 10 – section 200912; 11 – Section 140714; 12 – section 201014 and site of pine trunk; 13 – site of Eurasian beaver, coordinates R 54 67 804,799, H 57 47 735,009; 14 – location of the bore hole THW 11685/06 (KÜHNER et al. 2008) Coordinates for the other sections, see figures 3 and 4

benötigten größeren Mengen an Probenmaterial wurden die Proben mit einer Mächtigkeit von ca. 10 cm genommen und umfassten somit meistens mehrere Schichten. Die Aufbereitung erfolgte im Labor der Fachrichtung Paläontologie des Instituts für Geologische Wissenschaften der Freien Universität (FU) Berlin. Die bergfeuchten Sedimentproben wurden zunächst im Trockenschrank bei ca. 50 °C getrocknet. Nach dem Trocknen wurden sie jeweils in Plastikeimern überführt, unter dem Abzug mit 3 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> versetzt und über Nacht stehen gelassen. Sobald die chemische Reaktion abgeschlossen war, wurde jede Probe unter fließendem Wasser durch übereinander gestapelte Siebe der Maschenweiten 1 mm, 500 µm, 250 µm und 125 µm geschlämmt. Die jeweiligen Siebrückstände wurden in Abdampfschälchen überführt und erneut getrocknet. Pflanzenreste wurden dann aus den getrockneten Rückständen mit Hilfe eines Leica SE & Binokulars ausgelesen, sortiert und in Mikrozellen der Fa. Celka bzw. in Plastikdöschen verbracht. Die Bilddokumentation erfolgte mit einem Keyence VHX-1000 Auflichtmikroskop. An Bestimmungsliteratur für die Pflanzenreste wurden u. a. BEIJERINCK (1947), KATZ, KATZ & KIPANI (1965), NILSSON & HJELMQVIST (1967), BERGGREN (1970, 1981), ANDERBERG (1994), VELICHKEVICH & ZASTAWNIAK (2006, 2008) und KOSSLER (2010) verwendet.

### 3 Sedimentäre Abfolge und stratigraphische Einstufung der untersuchten Schichtenfolge

Bei der vorliegenden Arbeit konzentrierten sich die Untersuchungen auf die Schichten der ausgehenden Saale-Kaltzeit und der Eem-Warmzeit (Abb. 3, 4). Detaillierte Beschreibungen und nähergehende Informationen über die sedimentäre Abfolge der Beckenstruktur von Jänschwalde liegen in einigen neueren Publikationen vor, auf die an dieser Stelle verwiesen wird (KÜHNER et al. 2008, KÜHNER & STRAHL 2010 und die Beiträge von KÜHNER, von KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN sowie von STRAHL in diesem Band).

Die stratigraphisch ältesten Sedimente, die hier untersucht wurden, waren die bis zu 1,2 m mächtigen glazilimnischen Bänderschluße (KÜHNER in diesem Band), die in der Sedimentabfolge von Jänschwalde sowohl im Süd- als auch im Nordbecken einen markanten Leithorizont bilden (Abb. 1: A in Fig. 1a). Ebenfalls stichpunktartig beprobt wurden die stratigraphisch darüber folgenden ca. 3–4 m mächtigen, überwiegend aus Fein- und Mittelsanden bestehenden Flugsanddecken (Abb. 1: B in Fig. a, b; KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band). Während diese Flugsanddecken recht einheitlich und großflächig im Südbecken ausgebildet sind, zeigt das Nordbecken ein etwas komplexeres Sedimentationsgeschehen auf. Hier sind stellenweise über den Bänderschlußen, neben den schon genannten Fein- und Mittelsanden, auch häufiger gröber klastische Ablagerungen zu finden (Abb. 5b; KÜHNER in diesem Band). Nach den pollenanalytischen Auswertungen von STRAHL (in diesem Band) sind die Bänderschluße und die darüber liegenden Sande noch ins ausgehende Saale-Hochglazial bzw. Saale-

Pleniglazial einzustufen. Nach dem Inventar an Sporomorphen scheint nach STRAHL die Zuordnung des oberen Bereichs der Sande zur Pollenzone (PZ) A (Waldlose Zeit) sensu MENKE & ROSS (1967) als schlüssig. Mit der PZ A endet der Zeitabschnitt des Saale-Hochglazials. Nach KREBETSCHKE, DEGERING & ALEXOWSKY (2008) datiert das Ende des Saale-Hochglazials bei ca. 130 000 Jahren vor heute (v. h.). Dies korreliert zeitlich mit der klimatischen Erwärmung, die in etwa ab diesem Zeitpunkt auch aus antarktischen und grönländischen Eiskernen belegt ist (u. a. LANDAIS et al. 2013, NEEM COMMUNITY MEMBERS 2013).

Die eigentlichen saalespätglazialen Ablagerungen, die so genannten Sanddorn-Schichten sowie die darüber folgenden basalen limnischen Mudden, waren im Rahmen der Grabungskampagne von besonderem Interesse, da letztendlich aus diesen Schichten die meisten Großsäugerfunde, botanischen Makroreste (Tab. 1, 2) sowie die Steinwerkzeuge des Neandertalers geborgen wurden (u. a. KOSSLER et al. 2013, BÖNISCH & SCHNEIDER 2014, KOSSLER 2014, RAUFUSS 2014 sowie entsprechende Beiträge in diesem Band). Aus diesem Grund wurden diese Schichten in der gesamten Beckenstruktur Jänschwalde besonders häufig aufgenommen und beprobt. Das Saale-Spätglazial ist die Phase der beginnenden klimatischen Amelioration, die der deutlichen Erwärmung in der Eem-Warmzeit vorangeht. Aufgrund der Problematik der geochronologischen Altersmessungen in diesem Zeitbereich und noch unzureichender Daten aus der Literatur, vor allem für den terrestrischen Bereich Mitteleuropas, kann die Dauer dieses Zeitabschnitts hier nur abgeschätzt werden. Nach den bisherigen Erkenntnissen erscheint eine Zeitdauer von ungefähr 3 000 Jahren von ca. 130 000 bis ca. 127 000 Jahren v. h. als wahrscheinlich (vgl. Diskussionen in KOSSLER 2014 und STRAHL in diesem Band). Nach STRAHL umfasst das Saale-Spätglazial die Pollenzonen B und C sensu MENKE & ROSS (1967) bzw. modifiziert nach HERMSDORF & STRAHL (2008). Die sandigen Sanddorn-Schichten korrelieren dabei mit der PZ B (ca. 130 000–128 000 Jahre v. h.), die basalen limnischen Mudden mit der PZ C (ca. 128 000–127 000 Jahre v. h.). Während die saalespätglaziale Abfolge im Südbecken zwischen den Sanddorn-Schichten und den limnischen Mudden einen Hiatus aufweist (Abb. 1, Fig. b; KOSSLER 2014), konnte für das Nordbecken, jedoch nur im westlichen Bereich, durch die vorliegende Untersuchung und weitere Studien (siehe Beiträge KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN und STRAHL in diesem Band) eine vollständigere Sedimentabfolge nachgewiesen werden. Diese erlaubte hier eine differenzierte klimastratigraphische Gliederung der PZ B mit einer daraus resultierenden Unterteilung in die vier Subzonen B1 bis B4 (STRAHL dieser Band: Profil vom 09.09.2014, Schnitt 52). Die ebenfalls noch in das Saale-Spätglazial zu stellenden basalen Schichten der stratigraphisch jüngeren limnischen Mudden korrelieren dagegen, wie oben angemerkt, mit der PZ C. Diese wird für Brandenburg ebenfalls differenzierter in die Subzonen C1 und C2 untergliedert (vgl. HERMSDORF & STRAHL 2008, KÜHNER et al. 2008, STRAHL in diesem Band). In die Zeit der PZ C fällt auch das verstärkte Tieftauen des



# S Südbecken Nordbecken N

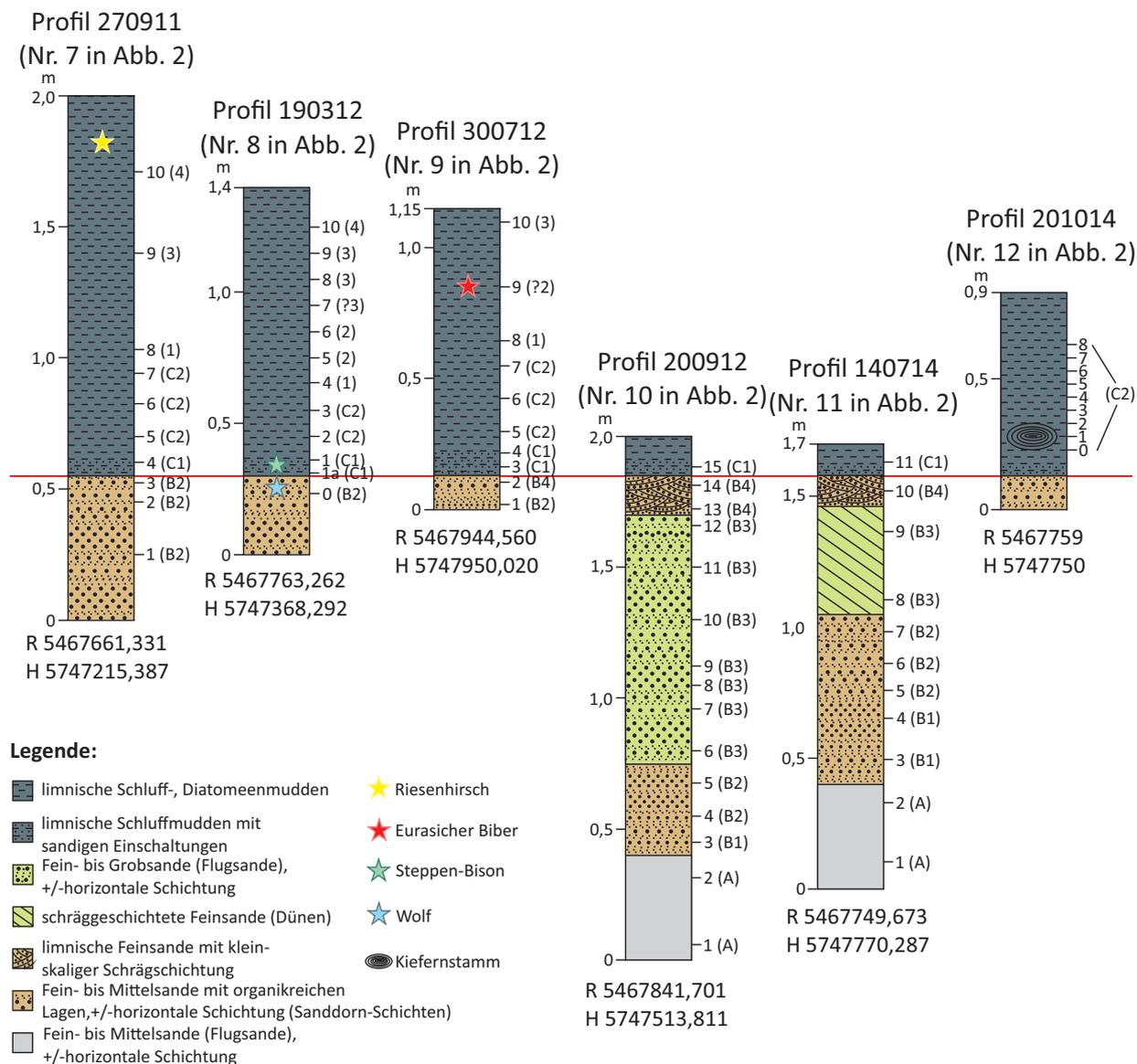


Abb. 4: Schematische Darstellungen von Profilen des Übergangsbereichs Süd-/Nordbecken sowie des Nordbeckens. Die rote Linie markiert das Einsetzen der limnischen Mudden. Die jeweiligen Probennummern sowie die Zuordnung zu Pollenzonen (in Klammern) sind am rechten Rand der Profile aufgeführt.

Fig. 4: Schematic drawings of the sections from the transition area southern/northern basin as well as from the northern basin. The red line indicates the onset of the limnic gyttjas. At the right margin of the sections, there is the information on sample numbers and assignment to pollen zones (in brackets).

Tab. 1: Nachweis von karpologischen Makroresten in den Proben der untersuchten Profile sowie der Pferde-Fundstelle (siehe Abb. 2). Abkürzungen: Lokal. = Lokalitäten; Spor. = Sporenpflanzen; Arml. = Armleuchteralgen; PZ = Pollenzonen; SiA = Silex-Artefakt; Pr.-Nr. J92682; PU = Pferde-Unterkiefer, Pr.-Nr. 170613/1; PR = Pferde-Rippe, Pr.-Nr. 170613/2; PS = Pferde-Schulterblatt, Pr.-Nr. J94314; PH = Pferde-Halswirbel, Pr.-Nr. J94338; HE = Hecht, Pr.-Nr. J94330

Tab. 1: Evidence of carpological remains within the samples of the studied sections as well as from samples of the horse bones site (see fig. 2). Abbreviations: Lokal. = localities; Spor. = gryptogams; Arml. = stoneworts; PZ = pollen zones; SiA = flint-artefact; sample No. J92682; PU = horse's lower jaw, sample No. 170613/1; PR = horse's rib, sample No. 170613/2; PS = horse's scapula, sample No. J94314; PH = horse's cervical vertebra, sample No. J94338; HE = pike, sample No. J94330



Lokal	270911 (Nr. 7 in Abb. 2)										190312 (Nr. 8 in Abb. 2)										300712 (Nr. 9 in Abb. 2)										200912 (Nr. 10 in Abb. 2)															140714 (Nr. 11 in Abb. 2)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Profil/Fundstellen																																																												
Probennummer																																																												
Gehölze																																																												
Spor.																																																												
Krautige Pflanzen																																																												
Krautige Pflanzen																																																												
Sub-Sauergräser und Rinsengewächse																																																												
Sub-Sauergräser und Rinsengewächse																																																												
Wasserpflanzen																																																												
Wasserpflanzen																																																												
Arml.																																																												
Arml.																																																												
Fauna																																																												
Fauna																																																												
PZ																																																												
PZ																																																												

Tab. 2: Nachweis von karpologischen Makroresten in den Proben der untersuchten Profile (siehe Abb. 2). Proben des Profils 201014 (Nr. 12 in Abb. 2, Abb. 4), allesamt PZ C2 (STRAHL in diesem Band), sind aufgrund geringen Probenmaterials nicht berücksichtigt. Abkürzungen: Lokal. = Lokalitäten; Spor. = Sporenpflanzen; Arml. = Armleuchteralgen; PZ = Pollenzonen

Tab. 2: Evidence of carpological remains within the samples of the studied sections (see fig. 2). Samples of the section 201014 (No. 12 in fig. 2, fig. 4), belonging to the PZ C2 (STRAHL this volume), are not listed due to the small amount of the samples. Abbreviations: Lokal. = localities; Spor. = gryptogams; Arml. = stoneworts; PZ = pollen zones

im Untergrund verborgenen Toteises und die signifikante Vertiefung der Beckenstruktur, was auf die zunehmende und nun auch tief in den Untergrund dringende Erwärmung zurückzuführen ist. Aufgrund ungleichmäßig verteilter Tot-eismengen bildete sich letztendlich die charakteristische Becken- und Schwellen-Morphologie des Jänschwalder Seebeckens aus (Abb. 2), wie sie auch generell für andere, auf Toteis zurückzuführende Seen in Brandenburg charakteristisch ist (z. B. Großer Stechlinsee; BRANDE 2002). Die stark variierende Mächtigkeit der Mudden-Abfolge innerhalb des Beckens lässt sich auf diese Becken- und Schwellen-Morphologie zurückführen (vgl. KÜHNER sowie HEINRICH, KOSSLER & RAUFUSS in diesem Band). Zum Vergleich und zur Korrelation der einzelnen Teilprofile stellt daher das Einsetzen der limnischen Mudden, welches auch mit dem Beginn der PZ C1 zusammenfällt, einen wichtigen Bezugshorizont dar (Abb. 3, 4).

Abgesehen von den untersten Dezimetern wurden die bis zu 8 m mächtigen limnischen Mudden eemzeitlich abgelagert. Die Eem-Warmzeit umfasst einen Zeitraum von ungefähr 12 000 Jahren. Sie beginnt vor ca. 127 000 und endet bei ca. 115 000 Jahren v. h. (u. a. CASPERS et al. 2002, TURNER 2002, BRAUER et al. 2007, LITT et al. 2007, TZEDAKIS 2007). Nach dem Referenzprofil der Bohrung THW 11685/06 sind die Mudden im stratigraphischen Verband jedoch nur noch bis zur PZ 5b (Hasel-Eiben-Linden-Zeit sensu ERD 1973) der Eem-Warmzeit überliefert (KÜHNER et al. 2008, STRAHL in diesem Band). Stratigraphisch jüngere eemzeitliche Schichten wurden während weichselzeitlicher Erosionsprozesse abgetragen.

## 4 Ergebnisse und Diskussion der botanischen Makrorest-Analyse

### 4.1 Ausgehendes Saale-Hochglazial (Saale-Pleniglazial), PZ A

Die stichpunktartige Beprobung der glazilimnischen Bänderschlufluffe hat, abgesehen von älterem, umgelagertem Fossilmaterial, keine syndesmentären karpologischen und vegetativen Pflanzenreste geliefert. Auch die stratigraphisch darüber folgenden Flugsanddecken (KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band) sind quasi als steril zu bezeichnen. Dies wird auch in den hier vorgestellten Profilen (Abb. 3, 4, Tab. 1) angezeigt, wo aus dem Topbereich dieser Flugsande nur umgelagertes, stratigraphisch älteres Pflanzenmaterial sowie postsedimentäre Durchwurzelungsreste überliefert sind, die auf tiefreichende Wurzeln der Vegetation der überlagernden jüngeren Sanddorn-Schichten zurückzuführen sind (Abb. 5a). Nur aus dem Profil 140714 (Proben-Nr. 140714/2) des Nordbeckens (Abb. 2: Nr. 11, Abb. 4) konnte aus den oberen Schichten der Sande wenig Pflanzenmaterial extrahiert werden, welches anscheinend syndesmentär eingebettet wurde. Dabei handelt es sich um ein schlecht erhaltenes, nicht näher bestimmtes Nüsschen der Sauergräser (Cyperaceae) und einen ebenfalls nicht bestimmbarsten Steinkern eines Laichkrauts (*Potamogeton* sp.

indet.). Letzterer ist noch nicht voll ausgebildet, was eventuell einen Hinweis auf eine noch zu kurze Vegetationsperiode gibt, aber zumindest von der Etablierung erster, flacher Wasserkörper in den Senkenbereichen zeugt. Der Mangel an botanischen Makroresten in den Sanden, der, wie der nächst jüngere Sedimentabschnitt anzeigt, sich nicht allein durch taphonomische Prozesse erklären lässt, gibt daher eher Hinweise auf eine hocharktische, lebensfeindliche Kältewüste, in der, wenn überhaupt, nur vereinzelt schlecht erhaltungsfähige Kräuter und Gräser vorkamen. Umso verwunderlicher bzw. fraglicher ist der Nachweis einer Pferde-Rippe (J94342) aus einer Schicht, die nach den pollenanalytischen Untersuchungen der PZ A zugeordnet wird (siehe Diskussion in STRAHL in diesem Band). Die geringen Pollen- und Sporengehalte der Sande, die sich auch durch einen erheblichen Anteil an umgelagerten Sporomorphen auszeichnen, zeugen nach STRAHL ebenfalls von einer sehr offenen Landschaft ohne nennenswerte Vegetationsdecke, die stark von äolischen Erosionsprozesse geprägt war (vgl. KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band). Ob es sich bei den schräggeschichteten Mittel- bis Grobsanden des Nordbeckens, welche stellenweise die Bänderschlufluffe im Nordbecken überlagern (Abb. 5b), um fluviatile Einschaltungen (KÜHNER in diesem Band), Schwemmsedimente oder ebenfalls um äolische Ablagerungen wie Zibars handelt, wäre noch durch weitere nähergehende Untersuchungen zu klären.

## 4.2 Saale-Spätglazial

### 4.2.1 Sanddorn-Schichten, PZ B1 bis B4

Während der Begriff Sanddorn-Schichten *sensu stricto* zunächst nur für den charakteristischen saalespätglazialen Wurzelhorizont galt (KÜHNER 2014), der vor allem im Südbecken ausgebildet ist (Abb. 1, C in Fig. a, b), wird dieser Begriff hier nun etwas weiter gefasst. Unter den Sanddorn-Schichten *sensu lato* wird hier die sandige Schichtenfolge verstanden, in der die Klimaerwärmung des Saale-Spätglazials und damit einhergehend die gesteigerte biogene Produktion, aber auch die Auswirkungen der Abkühlung des Heinrich-Events (HE) 11 dokumentiert sind (siehe auch KOSSLER 2014 sowie Beiträge von KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN und STRAHL in diesem Band). Generell sind für die Sande der Sanddorn-Schichten Einschaltungen von syndesmentärem, organikreichem Material bzw. humosen Lagen sowie Durchwurzelungen charakteristisch. Spuren und Reste der Durchwurzelung sind dabei nicht nur im markanten Wurzelhorizont vertreten, sie finden sich mehr oder weniger häufig in fast allen Lagen der Sanddorn-Schichten und reichen stellenweise sogar noch bis in den Topbereich der unterlagernden Sande des ausgehenden Saale-Hochglazials (Abb. 5a).

#### *PZ B1 (Beginn der Sanddorn-Ausbreitung)*

Die PZ B1 welche die erste Erwärmungsphase des Saale-Spätglazials dokumentiert, korreliert mit dem untersten Abschnitt der Sanddorn-Schichten inklusive des charakteri-



Abb. 5: a – Geländeaufnahme vom Profil 080611, ausgehendes Saale-Hochglazial (PZ A: Pr.-Nr. 1 bis 5) bis Saale-Spätglazial (Sanddorn-Schichten, PZ B: Pr.-Nr. 6 bis 8; limnische Mudden, PZ C: Pr.-Nr. 9). Wurzeln des Sanddorns, besonders gut sichtbar bei angewitterten Anschnitten (weiße Pfeile), reichen bis in die Schichten des ausgehenden Saale-Hochglazials. Der grüne Pfeil zeigt auf die basalen Schichten der limnischen Mudden (PZ C1), für die dünne, sandige Einschaltungen charakteristisch sind.

b – Sedimentabfolge im mittleren Bereich des Nordbeckens (Schnitt 52). Hier fehlen die Sanddorn-Schichten (PZ B). Die dunkelgrauen limnischen Mudden (PZ C) überlagern mit einem Hiatus helle Mittel- bis Grobsande, die vermutlich ins Saale-Hochglazial datieren. Brüche in den Sedimenten bezeugen das Absacken der Sedimente infolge des Toteisaustauens. In diesem Bereich zeigen auch die basalen limnischen Mudden Störungen auf. Der grüne Pfeil zeigt wieder auf die charakteristischen basalen Schichten der Mudden mit sandigen Einschaltungen (PZ C1).

Fig. 5: a – photo of section 080611, latest Saalian Glacial (PZ A: sample No. 1 to 5) to Saalian Late Glacial (sea buckthorn layers, PZ B: sample No. 6 to 8; limnic gyttja, PZ C: sample No. 9). Roots of sea buckthorn, particularly visible in weathered sections (white arrows), penetrated also layers of the latest Saalian Glacial. The green arrow points to the basal layers of the limnic gyttja (PZ C1), which is characterized by thin, sandy intercalations.

b – sediment succession in the middle part of the northern basin (cut No. 52). Here, the sea buckthorn layers (PZ B) are missing. With a hiatus, the dark grayish limnic gyttjas (PZ C) overlay light-coloured medium to coarse sands, which date most probably back to Saalian Glacial. Faults within the sediments indicate the settling due to dead ice melting. In this area, the lower layers of the limnic gyttja were also affected by the settling. Again, the green arrow points to the basal layers of the limnic gyttja sedimentation with its characteristic thin, sandy intercalations (PZ C1).

stischen Wurzelhorizontes (STRAHL in diesem Band). Diese erste Phase der klimatischen Erwärmung ist in den Sedimenten auch durch botanische Makroreste nachgewiesen, die nun zunehmend zu finden sind. Generell konnte jedoch aus den basalen Schichten der Sanddorn-Schichten, die der PZ B1 zugeordnet werden, noch relativ wenig bestimmbares Pflanzenmaterial extrahiert werden. Dieses weist auf eine noch sehr schütterere Vegetationsdecke hin, was auch der sedimentologischen Interpretation (Faziestyp 2 in KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band) und den Ergebnissen der Pollenanalyse (STRAHL in diesem Band) entspricht. Die Ergebnisse von letzteren Autoren zeigen ebenfalls einen Ablagerungsraum auf, der nach wie vor stark von äolischen

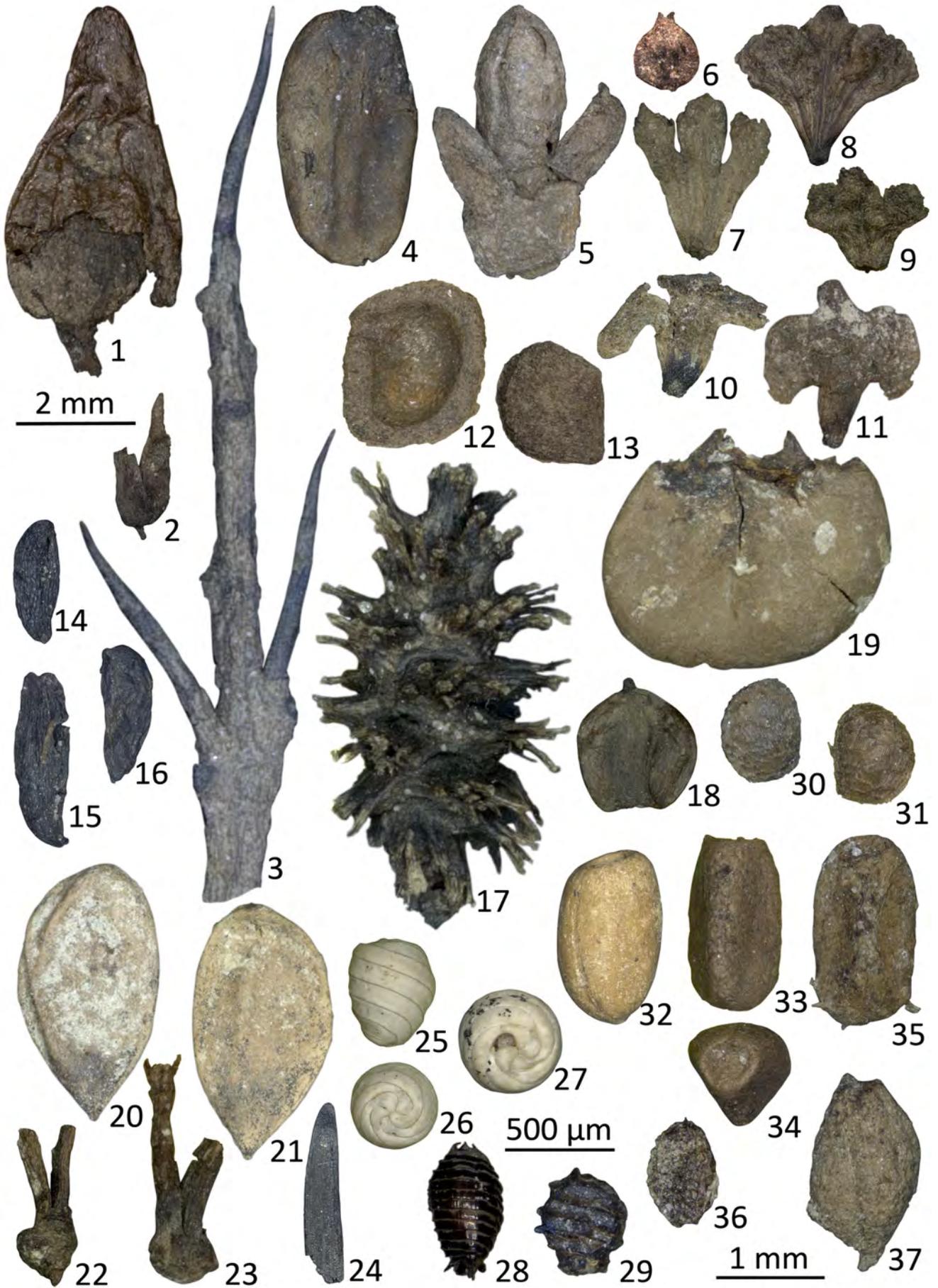
Umlagerungsprozessen und Sedimentmobilisation geprägt war, was generell durch eine sehr offene Vegetationsdecke begünstigt wird. Gerade diese Umstände schienen jedoch der Einwanderung des Sanddorns (*Hippophaë rhamnoides*) förderlich zu sein, der als lichtliebende Pionierpflanze unkonsolidierte kalkhaltige Rohböden bevorzugt (ROTHMALER 2002) und der hier in Jänschwalde pollenanalytisch ungewöhnlich häufig nachgewiesen ist (STRAHL in diesem Band). Relativ oft zu finden sind ebenfalls die Makroreste des Sanddorns wie Knospenschuppen, Ästchen und Samen (Abb. 6), die die allmähliche Besiedlung des Standorts durch dieses Gehölz eindeutig belegen. Bei den allgemein häufiger vertretenen Wurzelresten des Sanddorns mit den

charakteristischen Aktinorrhiza-Knöllchen handelt es sich dagegen meist um Überreste der Vegetation der überlagernden jüngeren Sanddorn-Schichten (Abb. 5a), diese sind somit größtenteils postsedimentären Ursprungs. Weitere Makroreste von Gehölzen weisen neben dem Sanddorn auf die Ausbreitung von diversen Weiden (*Salix* spp.), der Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*) und untergeordnet auch schon auf Birken hin. Auffällig ist, dass es sich hauptsächlich um die Moor-Birke (*Betula pubescens*) handelt. Die für arktische bzw. subarktische Verhältnisse charakteristische Zwerg-Birke (*Betula nana* ssp. *exilis*) konnte generell nur sehr selten nachgewiesen werden (KOSSLER 2014). Die Dominanz der Moor-Birke gegenüber der Zwerg-Birke spricht für eine sehr rasche Erwärmung zu Beginn des Saale-Spätglazials. Die frostresistente Moor-Birke ist wie der Sanddorn ein Kälte-Lichtkeimer, deren Keimlinge zwar Minusgrade vertragen, für ihr Vorkommen dürfen die mittleren Juli-Temperaturen jedoch nicht unter 10 °C liegen (u. a. BROOKS & BIRKS 2000). Noch etwas wärmere Temperaturen während der Sommermonate werden durch die Ausbreitung des Sanddorns angezeigt. Nach KOLSTRUPP (1980) benötigt der Sanddorn mittlere Juli-Temperaturen von zumindest 11–12 °C. Trotz schon wärmerer Sommertemperaturen dürfte jedoch für die zu den Baumbirken gehörende Moor-Birke noch keine optimalen Bedingungen vorgelegen haben. Der fehlende Nachweis von gut ausgebildeten Stämmen bzw. Stämmchen spricht dafür, dass hier eher kleine, strauchförmige Morphotypen ausgebildet wurden, die besser an die suboptimalen Bedingungen, nach wie vor sehr kalte und lange Winter sowie starke Winde, angepasst waren. Bei den nicht verholzenden krautigen Pflanzen sind neben Binsen (*Juncus* sp.) vor allem Sauergräser wie die Alpen-Rasenbinse (*Trichophorum alpinum*), die Rote Quellbinse (*Blymus rufus*), die Gewöhnliche Sumpfbirse (*Eleocharis palustris*), die Wasser-Segge (*Carex aquatilis*), die Mackenzie Segge (*Carex mackenziei*), die Schnabel-Segge (*Carex rostrata*), die Späte Gelbsegge (*Carex viridula*), die Lolchartige Segge (*Carex loliacea*) und die Zweifarbige Segge (*Carex bicolor*) nachgewiesen (Abb. 7, Tab. 1). Untergeordnet lagen nicht näher bestimmbare Reste der Süßgräser (Poaceae) vor. Während die Alpen-Rasenbinse eine relativ große ökologische Amplitude aufweist, ist die Zweifarbige Segge, die allgemein als Eiszeitrelikt betrachtet wird (STEINER 2002), heutzutage eine charakteristische Pflanze des Verbandes der Schwemmufergesellschaften basenreicher Standorte der Alpinstufe (*Caricion bicolori-atrofuscae*). Nach STEINER (2002) ist es eine extreme und konkurrenzschwache Pionierart, die rasch den zurückweichenden Gletschern folgt und feuchte, kalkholde Standorte benötigt. Die Zweifarbige Segge verträgt austrocknende Böden, was sie gegenüber den anderen Pflanzen ihres Verbandes konkurrenzfähig macht. Wichtig für die Keimfähigkeit der Samen ist jedoch, dass diese zumindest periodisch mit sauerstoffreichem Wasser überrieselt werden. Das Vorkommen der Gewöhnlichen Sumpfbirse zeigt ebenfalls mittlere Juli-Temperaturen von zumindest 10 °C an (KOLSTRUPP 1980). Es ist nicht auszuschließen, dass unter den Nüsschen der Gewöhnlichen Sumpfbirse auch einige der Einspelzigen

Sumpfbirse (*Eleocharis uniglumis*) vertreten sind. Beide haben ähnlich ausgebildete Samen und auch vergleichbare ökologische Ansprüche. Sie sind unempfindlich gegen Wasserstands-Schwankungen, bevorzugen eher nährstoff- und basenreiche Standorte und sind auch salzertragend (CASPER & KRAUSCH 1980). Weitere charakteristische nordische Florenelemente sind die Wasser-Segge, die Mackenzie Segge und die Rote Quellbinse. Nach CONOLLY & DALL (1970) hat die Rote Quellbinse ihr Optimum bei mittleren Juli-Temperaturen bis 15,5 °C. Wie die Mackenzie Segge ist auch diese Pflanze salzertragend und heutzutage im Binnenland vor allem an Salzstellen zu finden, wo sie Kennart des Quellried-Salzbinsen-Rasens (*Blysmetum rufi*) ist.

Generell wird der hier untersuchte Ablagerungsraum während der gesamten PZ B als feuchte Niederungssenke mit leicht unruhigem Relief interpretiert, die im Sommer durch trockenere kleine morphologische Erhöhungen und feuchtere bzw. vernässte Senken charakterisiert war (KOSSLER 2014 sowie KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band). Während des Zeitabschnitts der PZ B1 lagen, wie der Fossilinhalt anzeigt (Tab. 1), eher trockenere bis feuchte Standortverhältnisse vor. Die jeweiligen Proben der untersuchten Profile aus dem Südbecken haben vor allem Nachweise von Gehölzen und Sauergräsern hervorgebracht (Tab. 1, Abb. 6, 7). Die vereinzelt Funde von Armleuchteralgen sowie echten Wasserpflanzen wie Laichkräutern belegen nur sehr untergeordnet auch die Präsenz von flachen Wasserkörpern. Diese bildeten sich vermutlich in einigen Senken infolge von saisonalen Tauprozessen, wo es über dem noch vom Toteis bzw. Permafrost plombierten Untergrund zur Überstauung und somit zur Herausbildung von flachen, temporären Wasserstellen kam (vgl. auch STRAHL dieser Band). Einige existierten während der Sommermonate anscheinend lang genug, so dass sie schon vereinzelt von Wasserpflanzen besiedelt werden konnten. Bei den Laichkräutern handelt es sich überwiegend um das Fädige Laichkraut (*Potamogeton filiformis*), welches häufig als Pionierart flache, kalkreiche und oligotrophe Gewässer besiedelt (u. a. CASPER & KRAUSCH 1980, KOSSLER 2010). Erste Nachweise des Durchwachsenen Laichkrauts (*Potamogeton perfoliatus*) und des Gras-Laichkrauts (*Potamogeton gramineus*) liegen für die PZ B1 aus dem Profil 200912 (Tab. 1) des Nordbeckens vor, das Scheidenblättrige Laichkraut (*Potamogeton vaginatus*) ist dagegen auch noch im Profil 080611 des Südbeckens überliefert (Abb. 8). Sowohl für das Süd- als auch für das Nordbecken weist jedoch das Fehlen jeglicher fossil überlieferbarer aquatischer Fauna auf eine instabile Wasserführung hin. Höchstwahrscheinlich trockneten die meisten flachen Wasseransammlungen im Laufe der Sommermonate infolge eines ausgeprägt kontinentalen Klimas aus bzw. froren sie auch während der langen und harschen Winterzeit bis zum Grund durch, was der erfolgreichen Besiedlung durch eine aquatische Fauna sicherlich entgegenstand. Für das Austrocknen während der Sommermonate spricht auch das Vorkommen der Zweifarbigen Segge, die, wie oben erwähnt, austrocknende Böden toleriert.

Somit lässt sich zusammenfassen, dass sich während der PZ B1 schon eine deutliche Erwärmung während der Som-



- Abb. 6: 1 – Weiden-Knospenschuppe (Pr.-Nr. 190312/1a);  
 2 – Weiden-Fruchtkapsel (Pr.-Nr. 270911/3);  
 3 – Zweig des Sanddorns (Pr.-Nr. 270911/3);  
 4 – Same des Sanddorns (Pr.-Nr. 180311/8);  
 5 – Knospe des Sanddorns (Pr.-Nr. 080611/2);  
 6 – Nüsschen der Zwerg-Birke (Pr.-Nr. 270911/3);  
 7 – Fruchtschuppe der Zwerg-Birke (Pr.-Nr. 080611/8);  
 8, 9 – Fruchtschuppen der Moor-Birke (8: Pr.-Nr. 080611/8, 9: Pr.-Nr. 200912/3);  
 10, 11 – Fruchtschuppen der Hänge-Birke (10: Pr.-Nr. 070211/3, 11: Pr.-Nr. 190312/9);  
 12, 13 – Steinkerne der Echten Bärentraube (Pr.-Nr. 190312/0);  
 14, 15, 16 – Samen von Heidelbeergewächsen, vermutlich Moosbeere (Pr.-Nr. J94314);  
 17 – Erlen-Zapfen, unvollständig erhalten (Pr.-Nr. 070211/8);  
 18 – Nüsschen der Schwarz-Erle (Pr.-Nr. 140711/5);  
 19 – Samen des Faulbaums (Pr.-Nr. 070211/5); 20, 21 – Samen der Wald-Kiefer (Pr.-Nr. 070211/3);  
 22, 23, 24 – Nadeln der Wald-Kiefer (22, 23: Pr.-Nr. 080611/14, 24: Pr.-Nr. 140711/4);  
 25, 26, 27 – Gyrogonite der Stern-Armluchteralge (Pr.-Nr. 241111/1);  
 28 – Oospore der Armluchteralgen-Gattung Chara (Pr.-Nr. 190312/0);  
 29 – Oospore der Biegsamen Glanzleuchteralge (Pr.-Nr. 190312/0);  
 30, 31 – Nüsschen des Wasser-Hahnenfußes (Pr.-Nr. 190312/0); 32 – Steinfrucht des Tannenwedels (Pr.-Nr. 270911/5);  
 33, 34, 35 – Steinfrüchte des Ährigen Tausendblatts (33, 34: Pr.-Nr. 190312/0, 35: Pr.-Nr. 190312/1a);  
 36 – Froschbiss-Same (Pr.-Nr. 190312/1a); Steinkern des Nördlichen Igelkolbens (Pr.-Nr. 190312/1a)  
 Figuren 1 bis 24 = 2 mm Maßstab, Figuren 25 bis 29, 30 bis 37 = 1 mm Maßstab, Figuren 28, 29 = 500 µm Maßstab

- Fig. 6: 1 – bud scale of willow (sample No. 190312/1a);  
 2 – fruit capsule of willow (sample No. 270911/3);  
 3 – twig of sea buckthorn (sample No. 270911/3);  
 4 – seed of sea buckthorn (sample No. 180311/8);  
 5 – bud of sea buckthorn (sample No. 080611/2);  
 6 – seed of dwarf birch (sample No. 270911/3);  
 7 – cat skin of dwarf birch (sample No. 080611/8);  
 8, 9 – cat skins of downy birch (8: sample No. 080611/8, 9: sample No. 200912/3);  
 10, 11 – cat skins of silver birch (10: sample No. 070211/3, 11: sample No. 190312/9);  
 12, 13 – drupe of bearberry (sample No. 190312/0);  
 14, 15, 16 – seeds of cranberry (sample No. J94314);  
 17 – cone of black alder (sample No. 070211/8);  
 18 – seed of black alder (sample No. 140711/5);  
 19 – seed of alder buckthorn (sample No. 070211/5);  
 20, 21 – seeds of Scots pine (sample No. 070211/3);  
 22, 23, 24 – pine needles of Scots pine (22, 23: sample No. 080611/14, 24: 140711/4);  
 25, 26, 27 – gyrogonite of starry stonewort (sample No. 241111/1);  
 28 – oospore of the stonewort genus Chara (sample No. 190312/0);  
 29 – oospore of the smooth stonewort (sample No. 190312/0);  
 30, 31 – nutlet of aquatic buttercup (sample No. 190312/0);  
 32 – drupe of common mare's tail (sample No. 270911/5);  
 33, 34, 35 – drupes of Eurasian water milfoil (33, 34: sample No. 190312/0, 35: sample No. 190312/1a);  
 36 – seed of frogbit (sample No. 190312/1a);  
 37 – drupe of northern bur-reed (sample No. 190312/1a)  
 figures 1 to 24 = 2 mm scale, figures 25 to 29, 30 to 37 = 1 mm scale, figures 28, 29 = 500 µm scale



Abb. 7: 1 – Achäne der Roten Quellbinse (Pr.-Nr. J92682);  
2, 3 – eemzeitliche Achänen der Gewöhnlichen Strandsimse (2: Pr.-Nr. 080611/13, 3: Pr.-Nr. 080611/11);  
4, 5, 6 – spätsaalezeitliche Achänen der Gewöhnlichen Strandsimse (4: Pr.-Nr. 140714/6, 5: Pr.-Nr. 180611/6, 6: Pr.-Nr. 270713/4);  
7, 8 – Achänen der Gewöhnlichen Sumpfbirse (Pr.-Nr. J92682);  
9, 10, 11 – Achänen der Gewöhnlichen Teichbinse (9: Pr.-Nr. 190312/5, 10: Pr.-Nr. 070211/3, 11: Pr.-Nr. 241111/1);  
12, 13, 14, 15 – Achänen der Mackenzie Segge (12: Pr.-Nr. J94314, 13: Pr.-Nr. 270713/1, 14, 15: Pr.-Nr. 140714/7);  
16 – Achäne der Blasen-Segge (Pr.-Nr. 080611/8);  
17 – Utriculus der Scheinzypergras-Segge (Pr.-Nr. 080611/14);  
18 – Achäne der Scheinzypergras-Segge (Pr.-Nr. 080611/13);  
19 – Achäne der Späten Gelbsegge (Pr.-Nr. 200912/3);  
20 – Achäne der Schnabel-Segge (Pr.-Nr. 180311/8);  
21 – Utriculus der Schnabel-Segge (Pr.-Nr. 140714/7);  
22, 23 – Achänen der Lolchartigen Segge (22: Pr.-Nr. 180311/6, 23: Pr.-Nr. 080611/8);  
24 – Achäne der Braun-Segge (Pr.-Nr. J94314);  
25 – Achäne der Wasser-Segge (Pr.-Nr. 270713/2);  
26 – Achäne der Zweifarbigen Segge (Pr.-Nr. J92682);  
27, 28, 29 – Achänen der Zweiteiligen Schuppensegge (Pr.-Nr. 080611/8);  
30, 31 – Achänen der Alpen-Rasenbinse (Pr.-Nr. 92682)  
alle Figuren = 1 mm Maßstab.

Fig. 7: 1 – achene of red bulrush (sample No. J92682);  
2, 3 – achenes of cosmopolitan bulrush, Eemian (2: sample No. 080611/13, 3: sample No. 080611/11);  
4, 5, 6 – achenes of cosmopolitan bulrush, Saalian Late Glacial (4: sample No. 140714/6, 5: sample No. 180611/6, 6: sample No. 270713/4);  
7, 8 – achene of common spike-rush (sample No. J92682);  
9, 10, 11 – achenes of common club-rush (9: sample No. 190312/5, 10: sample No. 070211/3, 11: sample No. 241111/1);  
12, 13, 14, 15 – achenes of Mackenzie's sedge (12: sample No. J94314, 13: sample No. 270713/1, 14, 15: sample No. 140714/7);  
16 – achene of blister sedge (sample No. 080611/8);  
17 – utriculus of cyperus sedge (sample No. 080611/14);  
18 – achene of cyperus sedge (sample No. 080611/13);  
19 – achene of little green sedge (sample No. 200912/3);  
20 – achene of beaked sedge (sample No. 180311/8);  
21 – utriculus of beaked sedge (sample No. 140714/7);  
22, 23 – achenes of ryegrass sedge (22: sample No. 180311/6, 23: sample No. 080611/8);  
24 – achene of common sedge (sample No. J94314);  
25 – achene of water sedge (sample No. 270713/2);  
26 – achene of twocolor sedge (sample No. J92682);  
27, 28, 29 – achenes of simple bog sedge (sample No. 080611/8);  
30, 31 – achenes of alpine bulrush (sample No. J92682)  
all figures = 1 mm scale

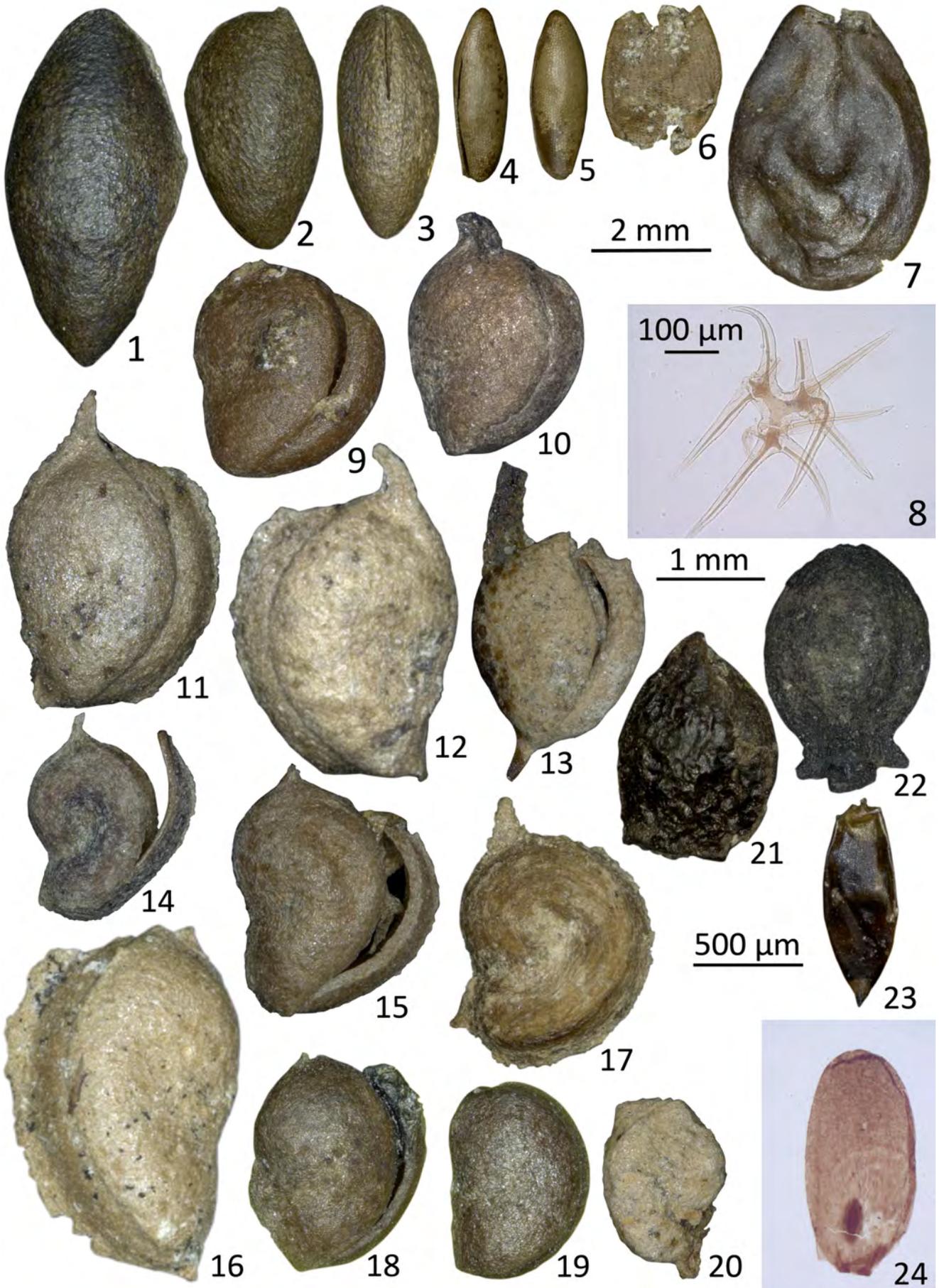


Abb. 8: 1, 2, 3 – Nussfrüchte des Großen Nixkrauts (1: Pr.-Nr. 070211/8, 2, 3: Pr.-Nr. 070211/5);  
4, 5 – Nussfrüchte des Biegsamen Nixkrauts (Pr.-Nr. 080611/15);  
6 – Same der Weißen Seerose (Pr.-Nr. 241111/1);  
7 – Same der Gelben Teichrose (Pr.-Nr. 070211/4);  
8 – Idioblast von Seerosengewächsen (Pr.-Nr. J94389);  
9, 10 – Steinkerne des Fädigen Laichkrauts (9: Pr.-Nr. 190312/0, 10: Pr.-Nr. J92682);  
11, 12 – Steinkerne des Durchwachsenen Laichkrauts (11: Pr.-Nr. 180311/11, 12: Pr.-Nr. 180311/8);  
13 – Steinkern des Alpen-Laichkrauts (Pr.-Nr. 190312/0);  
14 – Steinkern des Gras-Laichkrauts (Pr.-Nr. 080611/8);  
15 – Steinkern des Scheidenblättrigen Laichkrauts (Pr.-Nr. J94314);  
16 – Steinkern des Langblättrigen Laichkrauts (Pr.-Nr. 070211/4);  
17 – Steinkern von *Potamogeton marginatus* (Pr.-Nr. 080611/13);  
18 – Steinkern von *Potamogeton* sp. (Pr.-Nr. 070211/6);  
19 – Steinkern von *Potamogeton* sp. (Pr.-Nr. 070211/6);  
20 – Steinkern von *Potamogeton* sp. (Pr.-Nr. 140711/15);  
21, 22 – Binsenschneide (21: Pr.-Nr. 080611/13, 22: Pr.-Nr. 070211/4);  
23 – Samen des Breitblättrigen Rohrkolbens (Pr.-Nr. 190312/9);  
24 – Samen des Schilfrohrs (Pr.-Nr. J94389)  
Figuren 1 bis 7 = 2 mm Maßstab, Figur 8 = 100 µm Maßstab,  
Figuren 11 bis 22 = 1 mm Maßstab, Figuren 23, 24 = 500 µm Maßstab

Fig. 8: 1, 2, 3 – seeds of spiny water-nymph (1: sample No. 070211/8, 2, 3: sample No. 070211/5);  
4, 5 – seeds of slender water-nymph (sample No. 080611/15);  
6 – seed of white water-lily (sample No. 241111/1);  
7 – seed of yellow water-lily (sample No. 070211/4);  
8 – idioblast of water-lilies (sample No. J94389);  
9, 10 – drupe of slender-leaved pondweed (9: sample No. 190312/0, 10: sample No. J92682);  
11, 12 – drupe of perfoliate pondweed (11: sample No. 180311/11, 12: sample No. 180311/8);  
13 – drupe of alpine pondweed (sample No. 190312/0);  
14 – drupe of grass-leaved pondweed (sample No. 080611/8);  
15 – drupe of *Potamogeton vaginatus* (sample No. J94314);  
16 – drupe of long-stalked pondweed (sample No. 070211/4);  
17 – drupe of *Potamogeton marginatus* (sample No. 080611/13);  
18 – drupe of *Potamogeton* sp. (sample No. 070211/6);  
19 – drupe of *Potamogeton* sp. (sample No. 070211/6);  
20 – drupe of *Potamogeton* sp. (sample No. 140711/15);  
21, 22 – drupes of swamp sawgrass (21: sample No. 080611/13, 22: sample No. 070211/4);  
23 – seed of common bulrush (sample No. 190312/9);  
24 – seed of common reed (sample No. J94389)  
figures 1 to 7 = 2 mm scale, figure 8 = 100 µm scale,  
figures 9 to 22 = 1 mm scale, figures 23, 24 = 500 µm scale

mermonate feststellen lässt, dass sich jedoch aufgrund der noch sehr kalten und unwirtlichen Winter in Verbindung mit den sicherlich noch sehr starken katabatischen Winden keine sehr günstigen Lebensbedingungen einstellten. Jedoch lässt sich bei den pflanzlichen Makroresten während der PZ B1 eine allmähliche Zunahme an Abundanz und Diversität beobachten, die mit der zunehmenden Erwärmung einhergeht und die letztendlich zum Zeitabschnitt der PZ B2 überleitet.

#### PZ B2 (Maximalausbreitung des Sanddorns)

Während die PZ B1 die beginnende Klimaerwärmung des Saale-Spätglazials reflektiert, wird im Laufe der PZ B2 ein erster klimatischer Höhepunkt erreicht. Dieses ist in den Sedimenten durch die Zunahme an organikreichen Lagen sowie einer deutlich höheren Abundanz und Diversität bei den Pflanzenresten dokumentiert (Schichten der PZ B1 und PZ B2 werden bei KOSSLER, NÖLSCHER & Hoelzmann in diesem Band im Faziestyp 2 zusammengefasst). Vor allem der Sanddorn ist nun besonders häufig durch seine charakteristischen Ästchen, Samen und Knospenschuppen überliefert (Abb. 6). Dies deckt sich wieder mit den Ergebnissen von STRAHL (in diesem Band), wo aufgrund der extrem hohen Pollenwerte des Sanddorns von der Ausbildung eines regelrechten Sanddorn-Dickichts zur Zeit der PZ B2 ausgegangen wird. Eine deutliche Ausbreitung der Weiden- und Birkenbestände ist ebenfalls durch eine auffällige Zunahme an Resten dieser Gehölze wie Blättchen, Knospenschuppen, Fruchtschuppen und Samen belegt (Abb. 6). Anhand der überlieferten Blättchen sind bei den Weiden mindestens fünf Arten vertreten (KOSSLER 2014). Hier konnten u. a. die Krautweide (*Salix herbacea*) und die Stumpfbältrige Weide (*Salix retusa*) bestimmt werden, die Zuordnung zur Kriechweide (*Salix cf. repens*), zur Asch-Weide (*Salix cf. cinerea*) und zur Spieß-Weide (*Salix cf. hastata*) ist aufgrund der unvollständig überlieferten Blättchen mit Unsicherheit behaftet. Bei den Birken ist nach wie vor die Moor-Birke relativ häufig vertreten, die Zwerg-Birke dagegen nur sehr untergeordnet. Die Bärentraube breitete sich anscheinend an einigen Standorten ebenfalls stärker aus, wie die stellenweise häufig vorkommenden Samen anzeigen (z. B. Fundstelle Wolfs-Knochen, J87498 bis J87500, RAUFUSS & BÖHME in diesem Band). Erwähnenswert ist noch ein einzelner Nachweis der Weißen Silberwurz (*Dryas octopetala*) sowie einer Heidelbeer-Art, wobei es sich wahrscheinlich um die Moosbeere (*Vaccinium cf. oxycoccos*) handelt. Bei den nicht verholzenden krautigen Pflanzen sind wie gehabt die Sauergräser am häufigsten überliefert, im Gegensatz zur PZ B1 jedoch in wesentlich höherer Abundanz und Diversität. Weiterhin sind die Alpen-Rasenbinse, die Rote Quellbinse, die Gewöhnliche Sumpfbirse, die Schnabel-Segge, die Wasser-Segge, die Mackenzie Segge, die Lolchartige Segge und die Zweifarbig Segge vertreten, jedoch kommen nun noch die Blasen-Segge (*Carex vesicaria*), die Braun-Segge (*Carex nigra*) sowie die Zweiteilige Schuppensegge (*Kobresia simpliciuscula*) hinzu (Abb. 7). Auffällig ist die zunächst explosionsartige Ausbreitung der Zweifarbig Segge, die dann aber anscheinend dem zunehmenden Konkurrenzdruck weicht und zusehends von der Schnabel-Seg-

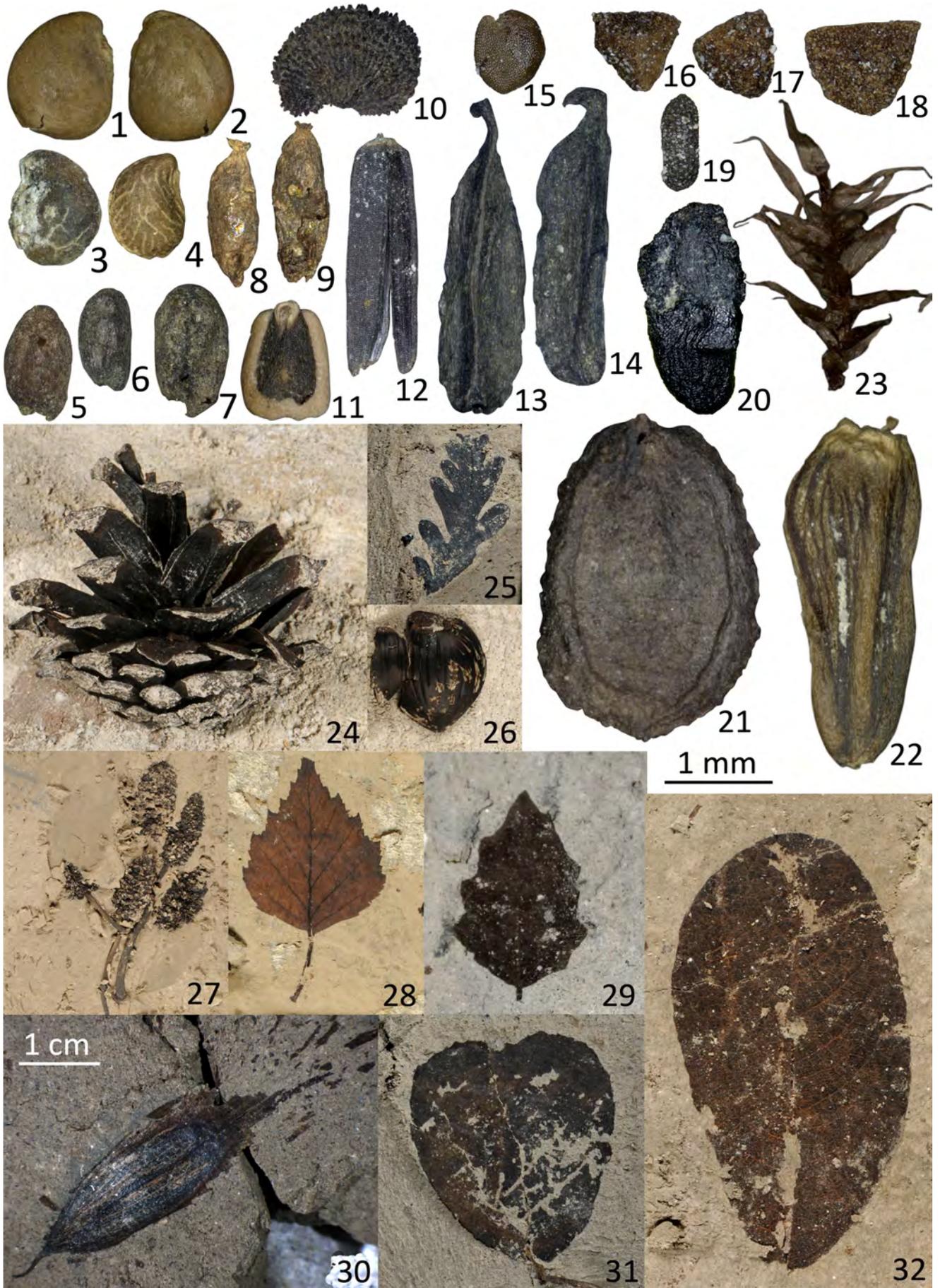
ge verdrängt wird. Untergeordnet sind nach wie vor Binsen, u. a. die Kastanienbraune Binse (*Juncus castaneus*), vertreten. Samen der Süßgräser (Poaceae) finden sich ebenfalls im überlieferten Fossilmaterial, nach BEIJERINCK (1947) könnte es sich dabei um den ?Strand-Salzschwaden (*Puccinellia cf. maritima*) handeln (Abb. 9). An weiteren krautigen Pflanzen sind der Lein (*Linum perenne*), das Büschelige Gipskraut (*Gypsophila fastigiata*), das ?Silber-Fingerkraut (*Potentilla cf. argentea*), der Schmalblättrige Doppelsame (*Diplotaxis tenuifolia*), der Glänzende Wanzensamen (*Corispermum nitidum*) und der Strand-Dreizack (*Triglochin maritima*) zu nennen (Abb. 9). Unter den Sporenpflanzen sind Laubmoose sowie der Dornige Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) nachgewiesen. Eine stärkere Vernässung des Lebensraumes wird durch die zahlreichen Funde von Wasserpflanzen und vereinzelt von Armleuchteralgen angezeigt. Bei den Laichkräutern kommt neben dem Fädigen Laichkraut nun verstärkt das Durchwachsene Laichkraut, das Scheidenblättrige Laichkraut, das Gras-Laichkraut und das Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*) vor (Abb. 8).

Die verstärkte Ausbildung von Flachgewässern ist allgemein auf die zunehmende Klimagunst während der PZ B2 zurückzuführen. Die dadurch tiefer in den Untergrund reichenden Tauprozesse führten zur weiteren Bildung bzw. Vertiefung schon bestehender Senken, in denen in Verbindung mit einem oberflächennahen Grundwasserspiegel das Wasser stand. Wie in der PZ B1, waren diese flachen Gewässer aufgrund der nach wie vor harschen Winter und trockenen Sommer jedoch immer noch recht instabil und höchstwahrscheinlich von Durchfrieren und Austrocknung betroffen, wofür, bis auf wenige Ausnahmen, der generell fehlende Nachweis aquatischer Fauna spricht. Im Topbereich der zur PZ B2 gestellten Sedimentabfolge des Profils 140714 (Abb. 2: Nr. 10, Abb. 4: Proben-Nr. 140714/7) konnten durch eine Schuppe des Flussbarschs (*Perca fluviatilis*) und einigen Kopfkapseln der Zuckmückenlarven eine erste Besiedlung durch aquatische Fauna belegt werden. Vereinzelt finden sich auch im Topbereich der PZ B2 schon Nachweise von Süßwasserbryozoen, wie die Statoblasten des Gallert-Moostierchen (*Cristatella mucedo*) aufzeigen (Tab. 1). Für das Vorkommen des Gallert-Moostierchen wird als Optimum zwar eine Gewässertemperatur von 16–20 °C angegeben, es kann jedoch schon ab Wassertemperaturen von 11 °C in den Gewässern vorkommen (ØKLAND & ØKLAND 2000). Somit führten die milderen Temperaturen während der Sommermonate, die nach dem häufigen Vorkommen der Roten Quellbinse in einigen Sommern durchaus bis zu 15 °C mittlerer Juli-Temperatur erreicht haben könnten, zumindest zu einer wesentlich diverseren Besiedlung der Gewässer. Die Präsenz von typischen arktischen/subarktischen Florenelementen wie die Weiße Silberwurz, die Kastanienbraune Binse, die Zweiteilige Schuppensegge und die Zwergweiden unterstreichen jedoch den insgesamt immer noch subarktischen Charakter der PZ B2.

Erwähnenswert ist noch der Strand-Dreizack (Abb. 9), der bisher nur lokal begrenzt im Südbecken in den Begleitproben der Pferde-Knochenfunde und der Neandertaler-

Artefakte gefunden wurde. Der Strand-Dreizack ist heutzutage vor allem an den Meeresküsten verbreitet (u. a. VINCE & SNOW 1984), im Binnenland ist er normalerweise an Salzstellen gebunden (u. a. HAMMER & HESELTINE 1988, DAVY & BISHOP 1991). Das Vorkommen in glazialen bzw. spätglazialen sowie interglazialen Ablagerungen wird daher allgemein als Indiz für Salzstandorte angesehen (u. a. NÖTZOLD 1965, BELL 1969, MAI 2010). In Verbindung mit den Funden der Pferde-Knochen und der Neandertaler-Artefakte wurde schon im Vorfeld diskutiert (KOSSLER 2014), ob hier ebenfalls solch eine Salzstelle existierte, die bevorzugt vom Wild als Salzlecke aufgesucht wurde und wo die steinzeitlichen Jäger ihrer Beute auflauerten. Als Quelle derartiger Salzaustritte kommen zum einen über Störungen aus dem Untergrund aufsteigende Salzwässer aus dem Zechstein in Frage (frdl. mdl. Mitt. KÜHNER). Zum anderen können sich auch in kühleren Klimazonen, hier aber in Verbindung mit ausgeprägt kontinentalem Klima und einer damit einhergehenden erhöhten Evaporationsrate, Salze ausscheiden (u. a. BELL 1969). Es lässt sich jedoch damit nicht erklären, weshalb, wie die weiteren Auswertungen aufgezeigt haben, der als obligatorische Salzpflanze geltende Strand-Dreizack bisher nur an einer Stelle im Becken im Bereich des Pferde-Fundplatzes nachgewiesen werden konnte. Studien von ADAM (1977) haben aufgezeigt, dass bei geringem Konkurrenzdruck solche Halophyten durchaus an nicht salzhaltigen Standorten vorkommen können. Das Vorkommen von so genannten Salzpflanzen in spätglazialen Sedimenten muss somit nicht unmittelbar an Salzstellen gekoppelt sein. Instabile Habitate sowie die Toleranz gegenüber Sandverwehungen begünstigen die generell konkurrenzschwachen Halophyten, auch Standorte zu besiedeln, wo sie normalerweise nicht zu finden wären. Derartige instabile Verhältnisse lagen, wie auch die weiteren Untersuchungen aufgezeigt haben (Beiträge KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN und STRAHL in diesem Band) während der PZ B2 vor, so dass hier das Vorkommen des Strand-Dreizacks möglicherweise auf die speziellen Umweltbedingungen zurückzuführen ist. Auch LAMBRACHT, WESTBERG & KADEREIT (2007) beobachteten den Strand-Dreizack in arktischen Bereichen auf nicht salzigen Böden, dann jedoch in Verbindung mit einem hohen Grundwasserspiegel. Die generell große ökologische Toleranz des Strand-Dreizacks (VINCE & SNOW 1984, DAVY & BISHOP 1991) erlaubte während der Eiszeiten ein Ausweichen auf Refugien im Binnenland, von wo aus in postglazialen Zeiten wieder die nördlichen Küsten besiedelt werden konnten (WEISING & FREITAG 2007, LAMBRACHT, WESTBERG & KADEREIT 2007). Somit kann Jänschwalde während der PZ B2 auch als solch ein Refugium betrachtet werden, wo die basenreichen Sedimente, der hohe Grundwasserspiegel über Permafrost, die noch sehr offene Vegetationsdecke sowie die instabilen Böden konkurrenzschwache Pflanzen wie den Strand-Dreizack begünstigten. Selbiges dürfte eventuell ebenfalls für die Nachweise weiterer salzvertragender Pflanzen (u. a. Rote Quellbinse, Fädiges Laichkraut, Scheidenblättriges Laichkraut) gelten. Sowohl für das Fädige Laichkraut als auch

das Scheidenblättrige Laichkraut sind vor allem der alkaline, basenreiche Charakter der Gewässer ausschlaggebend (u. a. CASPER & KRAUSCH 1980, PIP 1987). Mit instabilen Rohböden ließe sich ebenso das Vorkommen des Glänzenden Wanzensamens erklären. Wie schon in KOSSLER (2014) aufgeführt, handelt es sich eigentlich um eine eher thermophile Pflanze Zentral- und Osteuropas (VELICHKEVICH & ZASTAWNIAK 2008), deren fossiler Nachweis hier und in weiteren periglazialen Abfolgen (BELL 1969) eher verwundert. Da der Wanzensamen bevorzugt offene Sand-, Kies- bzw. Schotterflächen besiedelt (WAGNER 1871, VELICHKEVICH & ZASTAWNIAK 2008), sind auch in diesem Fall anscheinend weniger die Temperaturansprüche als die Präferenz gegenüber unbefestigten Rohböden ausschlaggebend. Sollte sich jedoch die noch fragliche Zuordnung der Süßgräser-Samen zum Strand-Salzschwaden bestätigen, läge ein weiterer charakteristischer Salzanzeiger vor, so dass zumindest in einigen Bereichen der Beckenstruktur leichte Versalzungen nicht auszuschließen wären. Die sich während der PZ B2 einstellenden Umwelt- und Klimabedingungen ermöglichten dem Neandertaler, wie die Funde aus diesen Schichten belegen (Beiträge BÖNISCH & SCHNEIDER und WECHLER in diesem Band), zumindest bis in das Gebiet der heutigen Niederlausitz vorzudringen. Inwieweit sich dieser auch während der harten Wintermonate in dieser Region aufhielt oder wieder in südliche Gefilde abwanderte, lässt sich zum derzeitigen Wissenstand nicht klären. Wie die Analysen der Pflanzenreste, sowohl der Makroreste als auch der Sporomorphen (STRAHL in diesem Band) aufzeigten, führte die zunehmende Klimaerwärmung in der PZ B2 zumindest während der Sommermonate zu günstigen Bedingungen, die die quasi explosionsartige Ausbreitung des Sanddorns, aber auch die Zunahme der Weiden- und Moor-Birken-Population ermöglichten. Aus diesen Schichten stammen nicht nur die Neandertaler-Artefakte und ein Großteil der schon erwähnten Pferde-Knochen, sondern auch die Reste des Wolfs sowie eines Cerviden, der jedoch nicht näher bestimmt werden konnte [vermutlich Elch (*Alces*) oder Hirschelch (*Cervalces*), siehe RAUFUSS & BÖHME in diesem Band]. Nach der stratigraphischen Position in der Sedimentabfolge sowie den Befunden der Makrorestanalyse sind sowohl der Wolf als auch der Flussbarsch der späten PZ B2 zuzuordnen. Die Zunahme an aquatischen Pflanzenresten, der Fischrest sowie die in diesem Bereich ebenfalls gefundenen aquatischen Zuckmückenlarven (Chironomidae) und Statoblasten der Süßwasserbryozoen belegen zum Ende der PZ B2 stellenweise die Existenz von Wasserstellen mit relativ beständiger Wasserführung (Abb. 2: Nr. 11, Profil 140714). Mit den Schichten der PZ B2 endet in der Regel der Nachweis der PZ B in der Jänschwalder Sedimentabfolge des Südbeckens und auch größtenteils im Nordbecken. Der schon im Gelände zu beobachtende Hiatus zwischen Sanddorn-Schichten und limnischen Mudden (Abb. 1, Fig. 2; KOSSLER 2014), der sich durch die hier vorliegende Untersuchung und den weiteren Analysen weiter bestätigte (Beiträge KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN sowie STRAHL in diesem Band), ist auf die Klimaverschlechterung während der PZ B3 zurückzuführen.



- Abb. 9: 1, 2 – Nüsschen des Sumpf-Blutauges (Pr.-Nr. 080611/15);  
 3 – Nüsschen der Wald-Erdbeere (Pr.-Nr. 070211/4);  
 4 – Nüsschen des ?Silber-Fingerkrauts (Pr.-Nr. 140714/7);  
 5, 6, 7 – Samen des Schmalblättrigen Doppelsamens (5, 7: Pr.-Nr. 140714/6, 6: Pr.-Nr. 270912/3);  
 8, 9 – Samen von Süßgräsern, ?Strand-Salzschwaden (Pr.-Nr. 170613/1);  
 10 – Samen des Büscheligen Gipskrauts (Pr.-Nr. 190312/0);  
 11 – Klausen des Ufer-Wolfstrapps (Pr.-Nr. 190312/9);  
 12 – Achäne des Gewöhnlichen Wasserdosts (Pr.-Nr. 140711/4);  
 13, 14 – Spaltfrüchte des Strand-Dreizacks (Pr.-Nr. J92682);  
 15 – Samen der Kleinblütigen Sumpfkresse (Pr.-Nr. 190312/1a);  
 16, 17, 18 – Samen des Nördlichen Mannsschildes (Pr.-Nr. 190312/1a);  
 19 – Samen des Echten Johanniskrauts (Pr.-Nr. 140711/4);  
 20 – Same der Sumpf-Dotterblume (Pr.-Nr. 140711/10);  
 21 – Samen des Glänzenden Wanzensamens (Pr.-Nr. 270911/2);  
 22 – Achäne der Sumpf-Kratzdistel (Pr.-Nr. 080611/13);  
 23 – Laubmoos (Pr.-Nr. 270911/3);  
 24 – Kiefern-Zapfen (Pr.-Nr. J92650);  
 25 – Blatt der Stiel-Eiche (Pr.-Nr. J92610);  
 26 – Haselnuss (Pr.-Nr. J94320);  
 27 – Zweig der Schwarz-Erle mit Zapfen (Pr.-Nr. BK2013-J8);  
 28 – Blatt der Hänge-Birke (Pr.-Nr. BK2013-J8);  
 29 – Blatt der Weiß-Pappel (Pr.-Nr. 190312/1,5 m ü. B.);  
 30 – Nussfrucht der Gemeinen Esche (Pr.-Nr. 101011);  
 31 – Blatt der Schwarz-Erle (Pr.-Nr. J93079);  
 32 – Blatt der ?Vielnervigen Weide (Pr.-Nr. J92397)  
 Figuren 1 bis 23 = 1 mm Maßstab, Figuren 24 bis 32 = 1 cm Maßstab

- Fig. 9: 1, 2 – seed of purple marshlocks (sample No. 080611/15);  
 3 – seed of wild strawberry (sample No. 070211/4);  
 4 – seed of ?silvery cinquefoil (sample No. 140714/7);  
 5, 6, 7 – seeds of perennial wall-rocket (5, 7: sample No. 140714/6, 6: sample No. 270912/3);  
 8, 9 – seeds of Poaceae, ?seaside alkaligrass (sample No. 170613/1);  
 10 – seed of fastigiata baby's-breath (sample No. 190312/0);  
 11 – carpel of gipsywort (sample No. 190312/9);  
 12 – achene of hemp-agrimony (sample No. 140711/4);  
 13, 14 – fruits of seaside arrowgrass (sample No. J92682);  
 15 – seed of northern yellowcress (sample No. 190312/1a);  
 16, 17, 18 – seeds of pygmyflower rockjasmine (sample No. 190312/1a);  
 19 – seed of perforate St. John's-wort (sample No. 140711/4);  
 20 – seed of marsh-marigold (sample No. 140711/10);  
 21 – fruit of bugseed *Corispermum nitidum* (sample No. 270911/2);  
 22 – achene of marsh thistle (sample No. 080611/13);  
 23 – moss (sample No. 270911/3);  
 24 – cone of Scots pine (sample No. J92650);  
 25 – leaf of pedunculate oak (sample No. J92610);  
 26 – hazelnut (sample No. J94320);  
 27 – twig of black alder with cones (sample No. BK2013-J8);  
 28 – leaf of silver birch (sample No. BK2013-J8);  
 29 – leaf of white poplar (sample No. 190312/1,5 m above basis.);  
 30 – samara of European ash (sample No. 101011);  
 31 – leaf of black alder (sample No. J93079);  
 32 – leaf of willow *Salix cf. multinervis* (sample No. J92397)  
 figures 1 to 23 = 1 mm scale, figures 24 to 32 = 1 cm scale

*PZ B3 (Sanddorn-Rückgang infolge Einstellung stadialer Verhältnisse)*

Die von STRAHL (in diesem Band) eingeführte PZ B3 umfasst eine Zeit sich wiedereinstellender stadialer Klimaverhältnisse, die vermutlich mit dem Heinrich-Event 11 (HE 11) vor ca. 128 000 Jahren v. h. in Zusammenhang zu bringen sind (vgl. HEINRICH 1988, LOTOTSKAYA & GANSSSEN 1999, OPPO, McMANUS & CULLEN 2006, TZEDAKIS 2007). Eine Korrelation des HE 11 mit dem Hiatus in den Schichten des Südbekens bzw. stellenweise auch des Nordbeckens wurde bereits in KOSSLER (2014) diskutiert. Die nachfolgenden Untersuchungen an vollständigeren Sedimentabfolgen im Übergangsbereich Süd-/Nordbecken bzw. im westlichen Bereich des Nordbeckens haben nun weitere Erkenntnisse erbracht (siehe auch Beiträge KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN und STRAHL in diesem Band). Die Profile 200911 (Abb. 2: Nr. 10) und 140714 (Abb. 2: Nr. 11 = Profil vom 09.09.2014, Schnitt 52, STRAHL in diesem Band) zeigen deutlich auf, dass nach dem ersten klimatischen Höhepunkt in der PZ B2 ein markanter Kälterückschlag erfolgte, der wieder für eher lebensfeindliche, trocken-arktische Verhältnisse sorgte. Während in CASPERS et al. (2002) noch von keinen nennenswerten Klimaschwankungen für das Saale-Spätglazial ausgegangen wird, ist nun auch hier in kontinentalen Sedimenten eine deutliche klimatische Oszillation nachgewiesen. Diese lässt sich in Hinblick auf den Rückgang der Temperaturen durchaus mit dem Kälterückschlag der Jüngeren Dryas am Ende des Weichsel-Spätglazials vergleichen, auch wenn es sich hier sicherlich um eine kürzere Zeitspanne gehandelt haben dürfte. Für das HE 11 wird ein Temperaturrückgang von zumindest 5 °C angenommen (OPPO, McMANUS & CULLEN 2006). Geht man von den für die PZ B2 rekonstruierten mittleren Juli-Temperaturen von max. 15 °C aus (KOSSLER 2014), was höchstwahrscheinlich, wenn überhaupt, nur in wenigen Sommern erreicht wurde, so lagen die mittleren Juli-Temperaturen in dieser Zeit wieder merklich unter 10 °C. Mit solch niedrigen Temperaturen ist erneut von einer deutlichen Öffnung der Vegetation auszugehen, was sich auch durch den Rückgang bzw. das Fehlen von botanischen Makroresten und durch die Pollenarmut bis hin zur Absenz (STRAHL in diesem Band) in den entsprechenden Sedimentschichten rekonstruieren lässt. Die Öffnung der Vegetation führte ebenfalls wieder zu einer verstärkten Mobilisation von Sedimentmaterial, wodurch es zu Umlagerungen und stellenweise, wie im Profil 200911 und im Profil 140714 dokumentiert, zur Ablagerung von fossilarmen Flugsanddecken (Abb. 4) bzw. von Dünen-sanden kam (Abb. 4; Faziestyp 3 in KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band). Abweichend davon herrschten zur Zeit der PZ B3 im Südbecken eher Abtragungsprozesse vor, wodurch sich die Sedimentationsunterbrechungen und die sehr lückenhafte Überlieferung von Sedimenten der PZ B3 erklären lassen, welche dort bisher nur einmal mit fraglichem Befund im Bereich des Fundplatzes der Pferde-Knochen (Schnitt 13, Pollenprofil J94334) nachgewiesen werden konnten (STRAHL in diesem Band). Die in den Sanddorn-Schichten der PZ B2 des Südbekens vereinzelt vorkommenden postsedimentären kryoturbaten Strukturen (u. a. Thermokarst-Diapire, vgl. SCHLÜCHTER 1988) lassen

sich somit vermutlich ebenfalls auf die deutliche Abkühlung des HE 11 zurückführen. In diesem Zusammenhang ist noch einmal die Lage der Pferde-Knochen in den verschiedenen Straten zu betrachten. Während nach den Makroresten (KOSSLER 2014) und den pollenanalytischen Untersuchungen (STRAHL in diesem Band) ein Großteil der Funde aus Schichten der PZ B2 stammt, liegen nach den pollenanalytischen Befunden mit der Pferde-Rippe (J94342) aus Schichten der PZ A und dem Pferde-Halswirbel (J94338) aus der PZ B4 abweichende stratigraphische Positionen vor. Es stellt sich daher die berechtigte Frage, ob die in unmittelbarer Nähe zueinander liegenden Pferde-Knochen (BÖNISCH & SCHNEIDER 2014 sowie in diesem Band) von einem oder mehreren Individuen stammen. Während die nachträgliche Zuordnung der Pferde-Rippe (J94342) zur entsprechenden Sedimentschicht eventuell fehlerhaft ist (vgl. Diskussion in STRAHL in diesem Band) und leider bei der Bergung auch kein entsprechendes Begleitsediment für weitere Untersuchungen entnommen wurde, hat die Makrorestanalyse des Begleitsediments des Halswirbels (J94338) ein Floren- und Fauneninventar erbracht, dass z. T. mit der PZ B4 korreliert (siehe Angaben bei PZ B4). Jedoch wurde schon bei der Fundbergung im Gelände festgestellt, dass sowohl die unvollständig überlieferte Halswirbelsäule (insgesamt zwei Halswirbel) schief im Sediment steckte und sich somit über mehrere Schichten erstreckte als auch Abdrücke von Pflanzenwurzeln auf den Knochen zu beobachten waren, die auf eine postsedimentäre Freilegung der Knochen hinwiesen. In diesem Kontext ist es auch sehr wahrscheinlich, dass eine gewisse Dislokation der Knochen durch periglazialen Frosthub in Folge des Kälterückschlags während der PZ B3 in Frage kommt, wodurch die Pferde-Halswirbel nach oben gedrückt, teilweise freigelegt und später wieder von jüngerem Sediment der PZ B4 überdeckt wurden. Die Begleitprobe für die Makroreste wurde den Sedimentschichten im Bereich des stratigraphisch am höchsten liegenden Halswirbels entnommen. Da im Gegensatz zur Pollenanalyse jedoch für Makroreste größere Mengen an Sediment benötigt werden, die Proben somit in der Regel mehrere Schichten umfassen (ca. 10 cm Mächtigkeit), sind neben charakteristischem Material der PZ B2 (u. a. Strand-Dreizack, Rote Quellbinse) ebenfalls botanische Reste der PZ B4 [Massenausbreitung der Armleuchteralgen sowie der Hänge-Birke (*Betula pendula*), siehe Angaben zur PZ B4] erfasst worden, wodurch sich das von den anderen Pferde-Knochen abweichende Floren- und Fauneninventar der Begleitprobe erklärt. Nichtsdestotrotz kann man nicht hundertprozentig ausschließen, dass es sich eventuell doch um Überreste von zwei bzw. mehreren Pferden handelt.

*PZ B4 (Wiederausbreitung des Sanddorns unter erneuter Einstellung interstadialer Verhältnisse)*

Die sich nach dem Kälterückschlag während der PZ B3 wieder einstellenden interstadialen Klimabedingungen definieren die PZ B4, die anhand der vorliegenden Makroreste und vor allem der Pollenwerte (STRAHL in diesem Band) durch eine erneute Ausbreitung des Sanddorns gekennzeichnet ist. Generell sollen nach dem HE 11 die Temperaturen wieder sehr rasch und kräftig angestiegen sein; von

OPPO, McMANUS & CULLEN (2006) wird sogar von einem Temperaturanstieg von zumindest 8 °C ausgegangen. Ob auch hier solch ein Temperaturanstieg vorlag, lässt sich im Moment nicht klären, aber eine merkliche Erwärmung ist zumindest zu beobachten. Zwar sind Sedimente, die der PZ B4 zugeordnet werden können (Abb. 3, 4), nur an sehr wenigen Stellen des Süd- und Nordbeckens überliefert (vgl. STRAHL in diesem Band), aber diese zeigen deutlich an, dass mit der PZ B4 eine erneute Vernässung des Standorts erfolgte (siehe auch KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band). Wie in der PZ B2, ist dieses wieder unmittelbar an das durch die zunehmende Erwärmung verursachte Austauen des Toteises im Untergrund gekoppelt. Postsedimentäre Setzungsbrüche in den Sanddorn-Schichten zeugen nun von nachsackendem Sediment über abtauendem Toteis. In Verbindung mit einem ansteigenden Grundwasserspiegel kam es unter feuchteren und wärmeren Klimabedingungen erneut zur Bildung von flachen Gewässern. Diese waren innerhalb der Jänschwalder Beckenstruktur anscheinend zunächst nur auf tiefergelegene Senken im Bereich des Nordbeckens beschränkt (Abb. 2: Nr. 10 und 11, Abb. 4). Im Südbecken konnten die Sedimente der PZ B4 pollenstratigraphisch gesichert bisher nur an wenigen Stellen nachgewiesen werden (u. a. Fundstelle Pferde-Knochen, Schnitt13, Pollenprofil J94334 sowie nachfolgend noch im Referenzprofil der Bohrung THW 11685/06, STRAHL in diesem Band). Anhand der Makroreste konnte die PZ B4 noch an weiteren Stellen im Südbecken belegt werden. Wie die massenhaften Nachweise der Oosporen und Gyrognite der Armleuchteralgen (*Chara* sp. indet.) sowie der Biegsamen Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*), die für die Sande der PZ B4 charakteristisch sind, sowie die geochemischen Daten (Faziestyp 4 in KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band) anzeigen, handelte es sich noch um oligotrophe Flachgewässer, in denen die Armleuchteralgen anscheinend regelrechte Rasen am Grund ausbildeten. An aquatischen Pflanzen sind nach wie vor die Laichkräuter dominierend. Das häufige Vorkommen des Fädigen Laichkrauts belegt wieder oligotrophe Nährstoffverhältnisse der kalkreichen Gewässer. Erstmals liegt nun auch ein einzelner Nachweis für die Dreifurchige Wasserlinse (*Lemna trisulca*) sowie des Wasser-Hahnenfußes (*Batrachium* sp.) vor. Zahlreiche Funde von Weiden-Resten deuten erneut auf ein Weiden-Gehölz im Uferbereich, in dem auch wieder Sanddorn und die Moor-Birke vorkamen. Bei den Birken erscheint neben der Moor-Birke, jedoch nur sehr vereinzelt und wahrscheinlich auf die trockeneren Standorte beschränkt, nun die Hänge-Birke. An Sauergräsern ist u. a. die Alpen-Rasenbinse, die Gewöhnliche Sumpfbirse, die Rote Quellbinse und die Zweifarbige Segge noch untergeordnet vertreten. Selten sind auch Nachweise von Laubmoosen, des Dornigen Moosfarns sowie der Kleinblütigen Sumpfkresse (*Rorippa islandica*). Auffällig ist jetzt der häufigere Beleg von aquatischer Fauna, u. a. sind hier erneut die Larven der Zuckmücken sowie die Statoblasten des Gallertmoostierchens zu nennen. Dass sich während der PZ B4 im Gegensatz zur PZ B2 beständigere Wasserkörper ausbildeten, wird darüber hinaus durch den Nachweis eines Hechtes

(*Esox lucius*, J94330) belegt, der aus Schichten der PZ B4 des Südbeckens im Bereich der Fundstelle der Pferde-Knochen (Schnitt13, Pollenprofil J94334, STRAHL in diesem Band) geborgen wurde (Abb. 3). Von diesem Tier ist nur noch der Kopf überliefert, aber der Vergleich der Größe der Zähne mit rezentem Material lässt auf ein mehrjähriges, kapitales Exemplar von ca. 1,5 m Länge schließen.

Ähnlich wie bei der PZ B2, bildete sich somit mit der erneuten Einstellung von interstadialen Umweltbedingungen innerhalb der Beckenstruktur von Jänschwalde eine feuchte Niederung aus, die von flachen Gewässern durchzogen war. Im Gegensatz zur PZ B2 lagen für diese anscheinend etwas günstigere und beständigere Verhältnisse vor, wodurch die Ausbreitung von dichten Armleuchteralgenwiesen am Gewässergrund und die Besiedlung durch Zuckmücken, Süßwasserbryozoen und Fischfauna ermöglicht wurde. Die PZ B4, mit der die PZ B endet, war vermutlich nur von sehr kurzer Dauer und kann quasi als Übergangszeit zur PZ C1 betrachtet werden. Hinsichtlich der Floren und Faunen spiegelt sie die initiale Seephase des sich allmählich entwickelnden ehemaligen Jänschwalder Sees wider.

#### 4.2.2 Basale limnische Schluffmudden, PZ C1 und C2

*PZ C1 (Zeit der Birken-Wacholder-Sanddorn-Gemeinschaften)*

Die merklich steigenden Temperaturen zum Ende des Saale-Spätglazials bewirkten ein vertärktes Tiefertauen des Toteises im Untergrund, was die Vertiefung der Jänschwalder Beckenstruktur vorantrieb. Ein deutlicher Anstieg der Temperatur ab ca. 128 000 Jahren v. h. ist ebenfalls aus einem grönländischen Eiskern belegt (NEEM COMMUNITY MEMBERS 2013), was gut mit dem hiesigen Anstieg der Temperaturen zu Beginn der PZ C1 korreliert. Mit der Vertiefung des Ablagerungsraumes in Verbindung mit einem Grundwasserspiegelanstieg stellten sich dabei in der gesamten Beckenstruktur flächendeckend limnische Bedingungen ein. Dieses ist durch die Sedimentation von grauen Schluffmudden dokumentiert, die sich deutlich von den älteren, unterlagernden Sedimenten absetzen (Abb. 1, D in Fig. a, b) und den Beginn der PZ C1 dokumentieren (STRAHL in diesem Band). In der Regel lassen sich in den Schluffmudden keine Setzungsbrüche mehr beobachten, was zum einen auf ein noch recht plastisches Verhalten der Mudden während des weiteren Absackens infolge des nun kontinuierlichen Toteistaus hinweist. Zum anderen wurde die Vertiefung des Ablagerungsraumes anscheinend auch synsedimentär durch die hohe Sedimentationsrate ausgeglichen. Nur im mittleren Bereich des Nordbeckens zeigten auch die Mudden deutlich ausgeprägte Setzungsbrüche (Abb. 5b). Hier sind größere Mengen an Toteis anscheinend erst sehr spät ausgetaut, so dass ein weiteres Nachsacken zu einem Zeitpunkt erfolgte, wo die Lagerungsverhältnisse der Mudden keine plastischen Verformungen mehr zuließen. In diesem Bereich sind zwischen den Bänderschluften und den limnischen Mudden nur schrägschichtete Mittel- bis Grobsande zwischengeschaltet, die charakteristischen Sanddorn-Schichten fehlen.

Diese Sande haben keine verwertbaren Fossilien hervorgebracht und datieren vermutlich noch in das ausgehende Saale-Hochglazial (siehe Angaben unter Kap. 4.1). Das Fehlen der Sanddorn-Schichten ist eventuell ein weiteres Indiz für größere Toteismengen im Untergrund, die erst sehr spät austauten. Dieser Bereich lag dadurch wahrscheinlich morphologisch etwas höher, so dass die Sanddorn-Schichten hier nicht zur Ablagerung kamen bzw. noch vor Ablagerung der Mudden wieder abgetragen wurden.

Generell lässt sich beobachten, dass die Schluffmudden der PZ C1 ähnlich wie die Sande der PZ B4 zunächst unter Flachwasserbedingungen sedimentiert wurden. Die Mudden, die in den untersten ein bis zwei Dezimeter noch dünne sandige Einschaltungen aufweisen (Fig. 5a, b; KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMAN in diesem Band) sind noch relativ reich an aquatischen Pflanzenmakroresten, was allgemein für Ablagerungen des flacheren Wassers charakteristisch ist (BIRKS 1980). Besonders häufig sind wieder Reste der Armleuchteralgen überliefert. Wie zuvor, handelt es sich überwiegend um Gyrogonite und Oosporen der Gattung *Chara*, seltener sind Oosporen der Biegsamen Glanzleuchteralge zu finden. Bei den höheren Pflanzen sind es nach wie vor die Laichkräuter, die mit dem Alpen-Laichkraut, dem Fädigen Laichkraut, dem Gras-Laichkraut, dem Scheidenblättrigen Laichkraut sowie dem Durchwachsenen Laichkraut divers vertreten sind. Seltener sind weitere aquatische Pflanzen wie der Wasser-Hahnenfuß, das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und der Froschbiss (*Hydrocharis morsus-ranae*) vertreten (Abb. 6). Bei den Pflanzen der Ufergesellschaften liegen die Schnabel-Segge, die Gewöhnliche Sumpfbirse, Vertreter der Juncaceae (*Juncus* sp.), des Nördlichen Igelkolbens (*Sparganium hyperboreum*), der Kleinblütigen Sumpfkresse, des Gift-Hahnenfußes (*Ranunculus sceleratus*) und vereinzelt auch schon der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*) sowie Laubmoose vor (Abb. 6, 7, 9). Als Pflanze trockener Standorte ist der Nördliche Mannsschild (*Androsace septentrionalis*) vertreten (Abb. 9).

Die Vergesellschaftung der aquatischen Flora wie auch die geochemischen Analysen (Faziestyp 5 in KOSSLER, NÖLSCHER & HOELZMANN in diesem Band) zeigen allmählich ansteigende Nährstoffverhältnisse an. Während die pollenanalytischen Untersuchungen z. T. nur Einzelnachweise der aquatischen Pflanzen für die PZ C1 erbrachten (STRAHL in diesem Band), belegen die vielen Samenfunde einen recht üppigen Bewuchs des Gewässergrundes, was generell auf ein noch gut durchlichtetes Gewässer hinweist. Karpologisch nicht nachgewiesen sind dagegen Hornblatt (*Ceratophyllum*) sowie Seerosen, die, wie der pollenanalytische Befund anzeigt, anscheinend auch schon vereinzelt vorkamen. Ob das thermophile Hornblatt schon eingewandert war, ist in Frage zu stellen. Eine mögliche Einschleppung könnte über Wasservögel erfolgt sein oder es handelt sich hierbei um Umlagerungen. Diese sind zwar mit dem Beginn der PZ B1 rückläufig, besitzen aber immer noch Anteile am Sporomorphen-Inventar (STRAHL in diesem Band). Die zwar noch sehr untergeordnet vorkommenden Belege des Breitblättrigen Rohrkolbens bestätigen jedenfalls die eben-

falls von STRAHL (in diesem Band) pollenanalytisch nachgewiesene Präsenz dieser Röhrichtpflanze am Standort. Nach ISARIN & BOHNKE (1999) benötigt der eher wärmeliebende Rohrkolben eine mittlere Juli-Temperatur von mindestens 13 °C. Bei den Gehölzen stammen die Funde überwiegend von Weide und Moor-Mirke, seltener vom Sanddorn und von der Hänge-Birke (Abb. 6), die weiterhin die Ausbreitung eines Weiden-/Birken-Gehölzes am Ufer durch die entsprechenden Fossilreste anzeigen. Die nur noch untergeordnet vorkommenden Reste des Sanddorns dokumentieren die zunehmende Verdrängung dieser konkurrenzschwachen Pionierart. Der Wacholder (*Juniperus* sp.) und dessen Ausbreitung während der PZ C1 konnten karpologisch nicht nachgewiesen werden. Dessen Standorte beschränkten sich vermutlich auf eher uferferne trockene Bereiche, so dass Nadeln, Früchte und Samen nicht in die Seesedimente gelangten.

Somit lässt sich während der PZ C1 eine Seenlandschaft inmitten einer noch relativ offenen, von den oben genannten Gehölzen dominierten Vegetation rekonstruieren. In diesem Lebensraum wanderten u. a. Steppen-Bison (*Bison priscus*) und der Elch (*Alces alces*) ein, wie die aus entsprechenden Schichten des Südbeckens gefundenen Knochen und eine Geweihschaukel belegen (KOSSLER et al. 2013, RAUFUSS 2014 sowie Beiträge BREDÄ & RAUFUSS und RAUFUSS & BÖHME in diesem Band). Die mit der zunehmenden Klimaamelioration einhergehende Vertiefung des Ablagerungsraumes spiegelt sich auch in den Sedimenten wider. Die zunächst noch an der Basis der limnischen Abfolge zu beobachtenden Flachwasserablagerungen mit der charakteristischen Wechsellagerung von Schluffmudden und feinklastischen Einschaltungen gehen allmählich in eine reine Schluffmudden-Sedimentation der Beckenfazies über, die zur PZ C2 überleitet.

#### *PZ C2 (Zeit der Kiefern-Birken-Wacholder-Gemeinschaften)*

Die Einführung der PZ C2 erfolgte aufgrund einer Vielzahl von brandenburgischen Pollenspektren spätsaalezeitlicher Sedimentabfolgen, in denen jeweils ein auffällig einheitlicher Anstieg der Kiefern-Kurve nachgewiesen wurde (HERMSDORF & STRAHL 2008). In der Vergangenheit wurde dieses kontrovers diskutiert und der Kiefern-Pollen oft nur auf Fernflug zurückgeführt (siehe Diskussion in STRAHL in diesem Band). Die nun aus Jänschwalde vorliegenden Makrorest-Funde belegen eindeutig die Präsenz der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) am Standort. Bemerkenswert sind dabei nicht nur die etlichen Nadeln und Samen, die durchweg in den Sedimenten überliefert sind (Tab. 1, Abb. 6), sondern auch der im Jahr 2014 getätigte Fund eines bis zu 15 m langen Kiefernstammes (Abb. 1, Fig. d). Auch aus den spätsaalezeitlichen Schichten von Klinge (Übergangsschichten) vermerkt STRIEGLER (2008) Samenflügel und Zapfen der Wald-Kiefer, die nach den hiesigen Erkenntnissen höchstwahrscheinlich mit der PZ C2 korrelieren. Das vorangehende Tieftauen und das allmähliche Verschwinden des Permafrostes im Untergrund ermöglichten das frühe Einwandern der Wald-Kiefer, da diese mit ihren frostempfindlichen

Keimlingen (LATAŁOWA, TOBOLSKI & NALEPKA 2004) generell Permafrostböden meiden. Doch trotz zunehmender Klimagunst zeigten die Holzuntersuchungen (schriftl. Mitt. Dr. R. Neef, DAI vom 10.12.2014), dass der Stamm sehr enge Jahresringe aufweist, was auf nicht optimale Wachstumsbedingungen hinweist. Dass noch vor der charakteristischen eemzeitlichen Birken-Ausbreitung (u. a. MENKE & TYNNI 1984, HERMSDORF & STRAHL 2008) nachgewiesene Vorkommen der Wald-Kiefer ist somit eventuell auf ausgeprägt trockenere kontinentale Klimaverhältnisse während der PZ C2 zurückzuführen, welche die Ausbreitung von xeromorphen Nadelgehölzen gegenüber der Birke zunächst begünstigten. Die engen Jahresringe sind somit eventuell auf Trockenheit in Verbindung mit noch langen Wintern und entsprechend kürzeren Vegetationsperioden in Verbindung zu bringen. Birken sind in den Schichten der PZ C2 zwar ebenfalls durch Makroreste überliefert, dabei handelt es sich aber hauptsächlich wieder um die Moor-Birke, die mit den gleichermaßen überlieferten Weiden-Resten auf den Bewuchs der Uferregion hindeuten. Die Hänge-Birke ist dagegen nur sehr untergeordnet belegt. Der Wacholder konnte nach wie vor karpologisch nicht nachgewiesen werden.

Die signifikant vorangehende Vertiefung des Ablagerungsraumes während der PZ C2 spiegelt sich auch im Fossilinhalt der Sedimente wieder. Generell weisen Flachwassersedimente deutlich mehr Makroreste als die Sedimente der Beckenfazies auf (BIRKS 1980), was zum einen darin begründet ist, dass die Photosynthese betreibenden Pflanzen ausreichend durchlichtete Bereiche benötigen. Zum anderen konzentrieren sich Samen, Früchte sowie weitere Pflanzenreste vor allem auf die Standorte, wo die Pflanzen auch wachsen und werden so nur vereinzelt und sehr untergeordnet in die tieferen Bereiche des Seebeckens umgelagert. Das ist auch durch die deutlich abnehmenden Makrorest-Fossilinhalte in den becken tiefen Sedimenten zu beobachten. Vereinzelt Nachweise von Wasserpflanzen liegen wieder mit dem Fädigen und Scheidenblättrigen Laichkraut vor, erstmalig tritt das Langblättrige Laichkraut (*Potamogeton praelongus*) sowie der Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) auf. Letztere bevorzugen ebenfalls kalkreiche, klare Gewässer. Die Häufigkeit von Oosporen der Armleuchteralgen nimmt ebenfalls deutlich ab. Neben dem Rohrkolben ist nun erstmalig auch das Schilfrohr (*Phragmites australis*) vertreten. Darüber hinaus bildeten sich mit größerer Wassertiefe und weiter steigender Trophie am Gewässergrund ungünstigere Bedingungen aus. Der Rückgang von benthischer Fauna in den Beckenseesedimenten deutet auf sich einstellende sauerstoffarme bzw. -freie Verhältnisse in den tieferen Bereichen, was ebenfalls durch die dunklen, organikreichen und fein laminierten Schluffmudden angezeigt wird. Abnehmende Sauerstoffgehalte werden auch durch die im Laufe der PZ B2 aus der fossilen Überlieferung verschwindende Ostrakode *Cytherissa lacustris* aufgezeigt, die mit ihrer interstitiellen Lebensweise auf ausreichend hohe Sauerstoffgehalte angewiesen ist (u. a. DANIEŁOPOŁ et al. 1990). Dasselbe gilt auch für die benthischen Larven der Zuckmücken, die zunächst noch recht häufig vertreten, dann aber mit abnehmendem Sauerstoffgehalt nur noch vereinzelt nachzu-

weisen sind. Zunehmend charakteristisch für den Fossilinhalt sind Reste von Organismen der freien Wassersäule, wie von Fischen [Flussbarsch, Hecht, Plötze (*Rutilus rutilus*) etc., RAUFUSS & BÖHME in diesem Band], von Kieselalgen (Diatomeen) sowie leicht verdriftbaren Fortpflanzungsprodukten (z. B. Statoblasten des Gallert-Moostierchens), die jetzt generell in größerer Häufigkeit vorkommen.

### 4.3 Eem-Warmzeit

Mit dem Beginn der Eem-Warmzeit vor ca. 127 000 Jahren v. h. stellten sich in Jänschwalde warmzeitliche Bedingungen ein. Ohne sedimentologische Änderungen setzte sich die Ablagerung der monotonen, fein laminierten Mudden (Schluff- und Diatomeenmudden) fort, die weiterhin die uferferne Beckenfazies eines großen und tiefen Sees, der sich über die gesamte Rinnenstruktur von Jänschwalde erstreckte, repräsentieren. Wie schon unter Kapitel 3 aufgeführt, sind die Mudden nach dem Referenzprofil der Bohrung THW 11685/06 aufgrund nachfolgender weichselzeitlicher Erosionsprozesse nur noch bis zur PZ 5b (Hasel-Eiben-Linden-Zeit sensu ERD 1973) überliefert (KÜHNER et al. 2008). Somit dokumentieren die eemzeitlichen Schichten von Jänschwalde nach den auf Warvenzählungen basierenden Zeitangaben für die Pollenzonen des Eem in MÜLLER (1974) nur noch den Zeitbereich von ca. 127 000 bis ca. 119 000 Jahre v. h. Der Nachweis von aufgearbeitetem Sedimentmaterial der PZ 9 und eines Tannen-Astes aus der PZ 8 aus weichselzeitlichen Rinnen zeigt aber auf (KÜHNER et al. 2008, Beiträge von BIGGA, BÖNISCH & SCHNEIDER sowie STRAHL in diesem Band), dass der See zumindest bis zum Ende der Eem-Warmzeit existierte. Ebenfalls erodiert wurden die Ablagerungen der Uferregionen, so dass nur noch die uferfernen Beckensedimente für die Untersuchungen zur Verfügung standen. Man kann daher davon ausgehen, dass sich der See noch weit über die Grenzen der heute überlieferten Beckenstruktur erstreckte. Schichten mit größerem Sedimentmaterial innerhalb der Muddenabfolge, die auf Ufernähe schließen lassen, ließen sich nur noch vereinzelt in den Flankenbereichen der Beckenstruktur beobachten (u. a. KÜHNER in diesem Band). Unter den hier vorgestellten Profilen erfasste nur das Profil 070211 (Abb. 2: Nr. 1) vom Ostrand des Südbeckens solch einen Bereich. Abweichend von der sehr monotonen Muddensedimentation, sind hier wiederholt Schüttungen sandigeren Materials zwischengeschaltet. Auffällig ist in diesem Profil auch der relativ größere Fossilreichtum der Schichten, vor allem an Fisch- und Pflanzenresten. Während normalerweise aragonitische Schalen in den Jänschwalder Sedimenten nicht erhalten sind, liegen hier Steinkerne mit fragmentarischer Schalenerhaltung von Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia) vor, die sich aufgrund der schlechten Erhaltung zwar nicht näher bestimmen lassen, aber von der Präsenz dieser Organismengruppe im eemzeitlichen See zeugen. Weiter anzumerken ist, dass sich in diesem Profil auch Umlagerungen von saalespätglazialen Pflanzenresten in den eemzeitlichen Schichten fanden. Sowohl die abwei-

chende sedimentologische Ausbildung, die Aufarbeitung von älterem Material und der größere Fossilreichtum als auch die Lage des Profils am Ostrand des Südbeckens deuten somit zumindest auf Ufernähe hin. Eventuell ist hier sogar ein Deltabereich überliefert, wo der Jänschwalder See einen Zufluss hatte. Auch rezent lässt sich in Seen mit Deltabereichen häufig eine größere Biodiversität und Abundanz sowie der Eintrag von größerem bzw. auch älterem Material durch die Erosionstätigkeit der Zuflüsse beobachten. Abgesehen von dieser Lokalität, ist in den Sedimenten der restlichen untersuchten eemzeitlichen Abfolgen generell wenig Material an Pflanzenmakroresten und weiterem Fossilmaterial zu beobachten. Die Gründe hierfür wurden schon weiter oben genannt (siehe Anmerkungen zur PZ C2). Aufgrund des geringen Fossilmaterials wird generell eine stratigraphische Zuordnung nur basierend auf den Makroresten, vor allem bei den jüngeren Pollenzonen ( $\geq$  PZ 3), zusätzlich erschwert. Die Bedeutung der Kontrolle der stratigraphischen Einstufung durch pollenanalytische Untersuchungen kommt hier besonders zum Tragen (STRAHL in diesem Band). Diese konnten jedoch begleitend nur bei einigen ausgewählten Proben, wie z. B. den Wirbeltierfunden durchgeführt werden, so dass die nur auf den Makroresten basierenden stratigraphischen Einstufungen mit gewisser Unsicherheit behaftet sind.

#### 4.3.1 Limnische Schluff- und Diatomeen-Mudden, PZ 1 bis 5

##### PZ 1 (Birken-Zeit)

Der Beginn der Eem-Warmzeit definiert sich im Pollenspektrum durch einen starken Anstieg des Birken-Pollens, womit sich die charakteristische früheemzeitliche Ausbreitung von Birkenwäldern dokumentiert (u. a. MENKE & TYNNI 1984, HERMSDORF & STRAHL 2008, STRAHL in diesem Band). Auch durch die Birken-Makroreste ist der Beginn der Eem-Warmzeit gut zu fassen. Die Ausbreitung von Birkenwäldern wird dabei in den Sedimenten durch die auffällig ansteigenden Vorkommen von Samen und Fruchtschuppen angezeigt, die neben der schon im Saale-Spätglazial relativ häufig vorkommenden Moor-Birke nun auch zunehmend von der Hänge-Birke stammen. Die starke Ausbreitung der Birken führte dabei zunächst zu einer Verdrängung der Weiden und Wald-Kiefern, was durch die nur noch vereinzelt nachgewiesenen Makroreste dieser Gehölze unterstrichen wird und mit dem Rückgang der Kiefern-Kurve in den Pollenspektren korreliert (STRAHL in diesem Band). Auch bei den Ufer- und Wasserpflanzen ist ein drastischer Florenwechsel zu vermerken. Mit dem Einstellen warmzeitlicher Klimabedingungen breitete sich am Gewässerrand mit der Binsenschneide (*Cladium mariscus*), der Gewöhnlichen Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*), Seggen (*Carex* sp. indet.), dem Schilfrohr und dem Breitblättrigen Rohrkolben ein diverser Schilfgürtel aus (Abb. 7, 8, Tab. 1). Insbesondere letztere erscheinen nun deutlich häufiger als noch in den saalespätglazialen Sedimenten. Die Binsenschneide ist in Jänschwalde erst mit dem Beginn des Eem zu verzeich-

nen, nach STRIEGLER (2008) ist sie im benachbarten Klinge wohl auch schon vereinzelt in saalespätglazialen Sedimenten zu finden. Erstmals nachgewiesen sind auch Uferpflanzen, wie die Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*) und die Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*). Das Große Nixkraut (*Najas marina*) ist ebenfalls erstmalig durch seine Samen dokumentiert (Abb. 8). Nach CASPER & KRAUSCH (1980) ist es vor allem in nährstoffreichen Hartwasserseen verbreitet. Für Jänschwalde kann das Große Nixkraut als charakteristisches Eem-Florenelement bezeichnet werden, welches von nun ab beständig und durchgehend in den untersuchten eemzeitlichen Sedimenten vertreten ist und den eher eutrophen Charakter des ehemaligen Jänschwalder Sees unterstreicht. Funde von Steinkernen der Laichkräuter, wie vom Langblättrigen Laichkraut, dokumentieren weiterhin die Präsenz dieser Gruppe. Vorkommen von Armleuchteralgen sind noch vereinzelt durch ihre Oosporen bzw. Gyrogonite belegt. Neben den Pflanzenresten finden sich nach wie vor die Statoblasten des Gallert-Moostierchens sowie Reste von Fischen. Häufig sind hier die charakteristischen Schuppen des Flussbarschs, die Schlundzähne von Weißfischen [Karpfenfische (Cyprinidae): Plötze, Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Brasse (*Abramis brama*)] und deren typisch dreieckig brechende Schuppen sowie vereinzelt Nachweise des Hechtes (RAUFUSS & BÖHME in diesem Band). Erwähnenswert ist auch das Vorkommen der kalzitischen Deckel der Gemeinen Schnauzenschnecke (*Bythinia tentaculata*), die in warmzeitlichen Seesedimenten generell häufig vertreten ist (u. a. KOSSLER 2010).

##### PZ 2 (Kiefern-Birken-Zeit)

Die nur eine kurze Zeitspanne von ca. 100 Jahren umfassende PZ 1 (MÜLLER 1974, siehe auch Anmerkungen von STRAHL in diesem Band) wird relativ rasch durch die PZ 2 abgelöst. Nach STRAHL (dieser Band) etablieren sich zu dieser Zeit boreale, Taiga-ähnliche Kiefern-Birken-Wälder, in denen aber auch schon Ulme (*Ulmus*) und Eiche (*Quercus*) einwanderten. Dieses wird durch die Makroreste in den Sedimenten bestätigt, die nun neben Birkenresten wieder häufiger Nachweise der Wald-Kiefer führen. Die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) konnte in Jänschwalde vor allem durch ihre Blätter nachgewiesen werden (Abb. 1, 9). Nach eigenen Beobachtungen an Brandenburger Seen sind Blätter von Bäumen oftmals sehr weit draußen auf dem Wasser zu finden, wo sie zunächst auf der Wasseroberfläche treiben, später absinken und somit in den Beckensedimenten zur Ablagerung kommen. Dadurch lässt sich auch der relativ häufige Nachweis von Blättern in den Jänschwalder Sedimenten erklären. Nach STRIEGLER (2008) ist die Stiel-Eiche in Klinge ebenfalls ab der PZ 2 belegt. Erwähnenswert ist der Nachweis des Faulbaums (*Frangula alnus*), der ebenfalls schon im frühen Eem einwanderte. Wie in der PZ 1, ist der Schilfgürtel durch Binsenschneide, Segge, Teichbinse, Schilfrohr und Breitblättrigem Rohrkolben charakterisiert. Bei den Wasserpflanzen sind das Große Nixkraut, Laichkräuter und Seerosengewächse (Nymphaeaceae) zu nennen. Das heute ausgestorbene Laichkraut *Potamogeton marginatus*, welches im Pleistozän Europas und Eurasiens noch eine weite

Verbreitung aufwies (u. a. MAI 1990, MARTINETTO 2009), ist nun ebenfalls vertreten. Vor allem die Seerosengewächse scheinen sich während der PZ 2 zunehmend auszubreiten. Während Funde der Samen hier extrem selten sind und nur sehr vereinzelt für die Weiße Seerose (*Nymphaea alba*; Proben-Nr. 241111/1: Wels-Fund) und die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) vorliegen, zeugen vor allem die massenhaft in den Sedimenten vorkommenden charakteristischen Innenhaare bzw. Sternhaarzellen der Blätter (Idioblasten, Abb. 8) von der Ausbreitung dieser Schwimmblattpflanzen. Bei den Armleuchteralgen ist erstmals der Nachweis der Stern-Armlauchteralge (*Nitellopsis obtusa*) zu nennen (Abb. 6).

Der schon in der PZ 1 genannten Fischfauna kann nun auch der Wels (*Silurus glanis*) zugefügt werden (RAUFUSS & BÖHME in diesem Band), der als thermophiles Faunenelement somit ebenfalls relativ früh in den Ablagerungsraum einwanderte. Darüber hinaus stammen aus Schichten der PZ 2 Funde des Eurasischen Bibers (HEINRICH, KOSSLER & RAUFUSS in diesem Band) und der Sumpfschildkröte (STRIEGLER in diesem Band). Der Biber-Fund aus dem Jahr 2012 (Abb. 4, Profil 300712) ist vermutlich ebenfalls der oberen PZ 2 zuzuordnen. Neben den thermophilen Pflanzen, wie dem Großen Nixkraut, der Binsenschneide sowie dem von STRAHL pollenanalytisch belegten Schwimmpflanz (*Salvinia natans*), liegen mit den hier vorliegenden früheemzeitlichen Nachweisen von Wels und Sumpfschildkröte weitere charakteristische warmzeitliche Faunenelemente vor (u. a. SOMMER et al. 2007). Für deren nördliche Verbreitung ist heute anscheinend der Verlauf der 18 °C-Juli-Isotherme limitierend (siehe Diskussionen in den Beiträgen RAUFUSS & BÖHME und STRAHL in diesem Band). Sowohl die Flora als auch die Fauna belegen somit eine sehr rasche Erwärmung, die durchaus mit dem von KÜHL et al. (2007) für die frühe Eemzeit modellierten Anstieg der mittleren Juli-Temperaturen auf ca. 18 °C korreliert.

#### PZ 3 (Kiefern-Eichenmischwald-Zeit) und PZ 4 (Eichenmischwald-Hasel-Zeit)

Während dieser Zeitabschnitte wanderten zunehmend wärmeanspruchsvollere, ozeanisch bis subozeanisch geprägte Florenelemente wie Esche (*Fraxinus*), Erle (*Alnus*), Hasel (*Corylus*), Efeu (*Hedera*), Ahorn (*Acer*) etc. ein (STRAHL in diesem Band). Basierend auf den Makroresten können somit die Sedimente, in denen erstmalig die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) anhand ihrer Blätter, Nüsschen und Zapfen nachgewiesen ist, dem Ende der PZ 3 zugeordnet werden. Eine Zuordnung der stratigraphisch nachfolgenden Sedimente zur PZ 3 bzw. PZ 4 ist ohne pollenanalytische Kontrolle aus den oben genannten Gründen mit Unsicherheit behaftet bzw. teils auch nicht möglich, so dass sich die Sedimente dieser Pollenzonen nur auf Basis der Makroreste nicht klar abgrenzen lassen. Ein Abgleich der Profile mit dem Referenzprofil der Bohrung THW 11685/06 (KÜHNER et al. 2008) brachte aufgrund der stark variierenden Sedimentmächtigkeit ebenfalls keine zufriedenstellenden Ergebnisse.

Die schon erwähnte Schwarz-Erle zeigte während der PZ 4 eine starke Ausbreitung. In Jänschwalde besiedelte sie als

Pflanze feuchter Standorte bzw. des Uferbereichs die entsprechenden Areale, wovon die vielen Makroreste in den Sedimenten zeugen. Zusammen mit der Stiel-Eiche gehört die Erle von nun ab in Jänschwalde zu den am häufigsten nachgewiesenen Gehölzen. Ab der PZ 3 verschwindet die Moor-Birke aus der fossilen Überlieferung und es liegen nur noch Nachweise der Hänge-Birke vor. Erwähnenswert ist auch der nach wie vor häufige Nachweis (Samen, Zapfen, Nadeln) der Wald-Kiefer, die, wie auch das Pollenspektrum der Referenzbohrung THW 11685/06 anzeigt (KÜHNER et al. 2008, STRAHL in diesem Band), anscheinend auf relativ stabile Bestände dieser Art zurückzuführen ist, die sich jedoch vermutlich nun auf stärker sandige, trockenere Standorte beschränkten. Es ist davon auszugehen, dass hier die Klimabedingungen wie auch heute, in Hinblick auf die geographische Lage von Jänschwalde, stärker kontinental geprägt waren. Die damit einhergehenden trockeneren Sommer begünstigten vermutlich das Vorkommen der Wald-Kiefer. Weitere Nachweise von Gehölzen wie Faulbaum, Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*), Weiß-Pappel (*Populus alba*), Hasel (*Corylus avellana*) und Weide (*Salix* cf. *multinervis*) liegen in der Regel nur durch wenige Einzelfunde vor (Abb. 9), belegen aber die Präsenz dieser Pflanzen am Standort. Funde von Haselnüssen sind der oberen PZ 3 bzw. den stratigraphisch jüngeren Schichten zuzuordnen (vgl. STRAHL in diesem Band). An krautigen Pflanzen sind nun der Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), der Gewöhnliche Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) und das Echte Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) sowie der Gewöhnliche Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) zu verzeichnen (Abb. 9).

Der Fund eines Oberschenkelknochens (*Femur*) eines Riesenhirschs (RAUFUSS & BÖHME in diesem Band) ist diesem Zeitbereich zuzuordnen. Während zunächst nur eine abgeschätzte stratigraphische Zuordnung zur oberen PZ 3 erfolgte (KOSSLER et al. 2012), konnte nun durch die nachfolgende pollenanalytische Untersuchung ein präziseres Alter ermittelt werden, welches mit der PZ 4 korreliert (STRAHL in diesem Band). Das in unmittelbarer Nähe gefundene Exemplar einer Sumpfschildkröte (KAHLKE, FRITZ & KIERDORF 2015, RAUFUSS & BÖHME in diesem Band) datiert somit, wie auch schon durch die Makroreste angenommen (KOSSLER et al. 2013), ebenfalls in die PZ 4.

#### PZ 5 (Hasel-Eiben-Linden-Zeit)

Im Referenzprofil der Bohrung THW 11685/06 endet die sedimentäre Abfolge der Mudden, die generell durch die nachfolgenden weichselzeitlichen Erosionsprozesse gekappt wurde, mit der PZ 5 (KÜHNER et al. 2008). Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Profile reichten, wenn überhaupt, größtenteils nur bis zur PZ 4. Während der Geländearbeiten konnte oftmals aus sicherheitstechnischen Gründen eine Beprobung der Topbereiche besonders mächtiger Muddenabfolgen nicht erfolgen, so dass die Sedimente dieses Zeitabschnitts hier vermutlich nicht erfasst wurden. Dafür spricht, dass in Jänschwalde, abgesehen von der Hasel, die für die PZ 5 charakteristischen Florenelemente (STRAHL in diesem Band), wie Eibe (*Taxus*), Linde (*Tilia*)

und Hainbuche (*Carpinus betulus*) durch botanische Makroreste bisher nicht nachgewiesen werden konnten. Auch der heutzutage in Europa ausgestorbene Wasserschild (*Bra-senia holsatica*), der für eemzeitliche Sedimente noch charakteristisch war (LITT 1994, ŠEIRIENE, KÜHL & KISIELIENE 2014) und nach STRIEGLER (2008) im benachbarten Klinge ab der PZ 5b auftritt, ist aus den hier bearbeiteten Proben nicht belegt. Trotzdem kann man aus dem fehlenden Nachweis dieser Pflanzen, gerade in Hinblick auf die Fossilarmut der Beckensedimente, nicht völlig ausschließen, dass eventuell doch Sedimente der PZ 5 erfasst wurden. Im Vergleich mit der Mächtigkeit der Sedimente des Referenzprofils der Bohrung THW 11685/06 könnten die Proben aus dem Topbereich der Profile 070211 und 140711 (Abb. 3) durchaus in die PZ 5 fallen (zur Problematik der variierenden Sedimentmächtigkeit siehe HEINRICH, KOSSLER & RAUFUSS in diesem Band). Die Proben aus dem Topbereich dieser Profile heben sich hinsichtlich der Wasserpflanzen mit dem Nachweis des Biegsamen Nixkraut (*Najas flexilis*; Abb. 8) von den stratigraphisch älteren eemzeitlichen Proben ab. Aus diesen Bereichen ist auch das Sumpf-Blutauge (*Comarum palustre*) und die Sumpfdotter-Blume (*Caltha palustris*) nachgewiesen (Abb. 9). Ob es sich hierbei wirklich um Sedimente der PZ 5 handelt, wäre noch durch weitere pollenstratigraphische Untersuchungen zu klären.

### Danksagung

Mein besonderer Dank gilt dem BLDAM, hier insbesondere dem Projektleiter Herrn Dr. E. Bönisch sowie dem Grabungsteam. Großer Dank geht auch an die Vattenfall Europe Mining AG für finanzielle und technische Unterstützung. Hier sei auch besonders Herrn Dipl.-Ing. (FH) Ralf Kühner für die Unterstützung bei der Geländearbeit, die Diskussionsbereitschaft und die Hilfe bei der Erstellung der Abbildung 2 gedankt. Für die sehr angenehme und fruchtbare Zusammenarbeit danke ich sehr herzlich meinen Kollegen Dr. Ingo Raufuss und Dr. Jaqueline Strahl. Für die Korrektur des Englischen bin ich Frau Dr. A. Czekay sehr dankbar.

### Zusammenfassung

Die spätsaale- und eemzeitlichen Schichten der Beckenstruktur Jänschwalde haben zahlreiche Pflanzen-Makroreste geliefert, welche die Rekonstruktion des Paläoklimas und der Paläoumwelt des Ablagerungsraumes erlauben. Auch wenn von einigen Pflanzen nur Einzelnachweise vorliegen, zeugen diese doch von der Präsenz der jeweiligen Pflanze am Standort. Während im ausgehenden Saale-Hochglazial (PZ A) noch von einer arktischen Kältewüste auszugehen ist, entwickelte sich zu Beginn des Saale-Spätglazials (PZ B) eine feuchte, staunasse Niederung mit ersten flachen, meist temporären Gewässern in den Senkenbereichen. Zwar lässt sich für den Beginn des Saale-Spätglazials eine deutliche Klimaverbesserung nachweisen, trotzdem war dieser Zeitabschnitt noch von langen, strengen Wintern sowie starken

katabatischen Winden geprägt, wodurch es nach wie vor zur Sedimentmobilisation und Ablagerung von äolischen Sanden kam. Die merkliche Erwärmung der Sommermonate führte jedoch schon zur Entwicklung einer Vegetation, die sich u. a. durch strauchartige Weiden, Birken und vor allem durch den Sanddorn auszeichnete und welche die Einwanderung von Großwild und auch des Neandertalers (PZ B2) ermöglichte. Eine Abkühlung, die vermutlich mit dem HE 11 vor ca. 128 000 Jahren v. h. korreliert (PZ B3), führte erneut zu stadialen Klimaverhältnissen. Diese Abkühlung war bisher für Brandenburg und darüber hinaus, auch nicht für den kontinentalen Bereich Mitteleuropas bekannt. Hier in Jänschwalde konnte sie bislang an zwei vollständigeren Sedimentabfolgen des Nordbeckens erfasst werden. Mit der danach wieder zunehmenden Klimaerwärmung (ab PZ B4) und des Austauens von Toteis im Untergrund kam es zu einer signifikanten Vertiefung des Ablagerungsraumes und über die gesamte Beckenstruktur zur Einstellung von limnischen Verhältnissen (Saale-Spätglazial, PZ C1). Die limnische Mudden-Sedimentation dauerte kontinuierlich und ohne signifikante Sedimentationswechsel bis in die Eem-Warmzeit an. Vom Saale-Spätglazial bis zur Eem-Warmzeit wandelte sich der Jänschwalder Paläosee von einem flachen, zunächst mesotrophen zu einem sehr tiefen, meso- bis eutrophen Hartwassersee, der während der gesamten Eem-Warmzeit existierte.

### Summary

Plant macro-remains from Late Saalian and Eemian sediments of the basin structure Jaenschwalde allow for a reconstruction of the palaeoclimate and the palaeoenvironmental conditions during this time. Even if some plants are only proven through single macro-remains, these findings give evidence of the presence of these plants at this site. The fossil record indicates that the environment changed from an arctic desert (termination of Saalian Glacial, PZ A) to a low-lying area with wet, water-logged soils and at first, mainly temporary water bodies within some shallow depressions (Saalian Late Glacial, PZ B). The Saalian Late Glacial was generally characterized through long harsh winters and strong catabatic winds, which caused sediment mobilization and the accumulation of aeolian sands. However, a distinct climate warming during the summer months encourages the development of the vegetation cover consisting mainly of shrubby birches, willows, and sea buckthorn, which allows for the migration of the big game as well as the Neanderthals into the habitat (PZ B2). A distinct climate deterioration (PZ B3), which correlates most probably with the Heinrich Event 11 at approximately 128 000 years BP, led again to stadial conditions. Up to now, this cooling has not been proven for the Saalian Late Glacial of Brandenburg and continental Central Europe, but here in Jaenschwalde it is documented in two sedimentary successions of the northern basin. Then after the cooling, the subsequent climate amelioration (PZ B4) triggered especially the thawing of the buried dead ice and caused a significant deepening

of the area, which was accompanied by the onset of limnic conditions across the whole basin structure (Saalian Late Glacial, PZ C1). From then on, the accumulation of lake sediments continued without any recognizable changes up to the Eemian. From the Saalian Late Glacial to the Eemian, the water body developed from a shallow mesotrophic to a deep meso- to eutrophic hard water lake, which existed throughout the entire duration of the Eemian.

## Literatur

- ADAM, P. (1977): The ecological significance of 'halophytes' in the Devensian flora. – *New Phytologist* **78**, S. 237–244, Oxford
- ANDERBERG, A.-L. (1994): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions. Part 4. Resedaceae – Umbelliferae. – 281 S., Stockholm (Swedish Natural Science Research Council)
- BEIJERINCK, W. (1947): Zadenatlas der nederlandsche flora, ten behoeve van de botanie, paleontologie, bodemcultuur en warenkennies. – 316 S., Wageningen (Veenman & Zonen)
- BELL, F. G. (1969): The occurrence of southern, steppe and halophyte elements in Weichselian (Last-glacial) floras from southern Britain. – *New Phytologist* **68**, S. 913–922, Oxford
- BERGGREN, G. (1970): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions. Part 2. Cyperaceae. – 110 S., Stockholm (Swedish Natural Science Research Council)
- BERGGREN, G. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions. Part 3. Salicaceae – Cruciferae. – 259 S., Stockholm (Swedish Natural Science Research Council)
- BIRKS, H. H. (1980): Plant macrofossils in Quaternary lake sediments. – *Archiv für Hydrobiologie, Beihefte* **15**, S. 1–60, Stuttgart
- BIRKS, H. H. (2001): Plant macrofossils. – In: SMOL, J. P., BIRKS, H. J. B. & W. M. LAST (Hrsg.): *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments Volume 3: Terrestrial, algal, and Siliceous Indicators*. – *Developments in Paleoenvironmental Research*, **3**, S. 49–74, Dordrecht (Kluwer Academic Publishers)
- BÖNISCH, E. & M. SCHNEIDER (2014): Neandertaler in der Niederlausitz. Ausgrabungen auf dem ältesten Fundplatz des Landes Brandenburg. – *Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg* **27**, S. 17–43, Cottbus
- BÖNISCH, E., KOSSLER, A., KÜHNER, R., RAUFUSS, I. & M. SCHNEIDER (2014): Tierknochen und ein Schaber – Erstmals Funde aus der Zeit des Neandertalers in Brandenburg. – *Archäologie in Deutschland* **1**, S. 6, Darmstadt
- BRANDE, A. (2002): Zur Palynologie des Großen Stechlinsees (Brandenburg). – *Greifswalder Geographische Arbeiten* **26**, S. 135–138, Greifswald
- BRAUER, A., ALLEN, J. R. M., MINGRAM, J., DULSKI, P., WULF, S. & B. HUNTLEY (2007): Evidence for Last Interglacial chronology and environmental change from Southern Europe. – *Proceedings of the National Academy of Science* **104**, S. 450–455, Washington
- BROOKS, S. J. & H. J. B. BIRKS (2000): Chironomid-inferred Late-glacial air temperatures at Whitrig Bog, southeast Scotland. – *Journal of Quaternary Science*, **15**, 8, S. 759–764, New York
- CASPER, S. J. & H.-D. KRAUSCH (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil: Lycopodiaceae bis Orchidaceae. – In: Ettl, H., Gerloff, J. & H. Heynig (Hrsg.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* **23**, 403 S., Stuttgart
- CASPERS, G., MERKT, J., MÜLLER, H. & H. FREUND (2002): The Eemian Interglaciation in Northwestern Germany. – *Quaternary Research* **58**, S. 49–52, Amsterdam
- CONOLLY, A. P. & E. DAHL (1970): Maximum summer temperature in relation to the modern and Quaternary distributions of certain arctic-montane species in the British Isles. – In: WALKER, D., WEST, R. G. & H. GODWIN (Hrsg.): *Studies in the vegetational history of the British Isles*. – S. 159–223, Cambridge (Univ. Press)
- DANIELOPOL, D. L., OLTEANU, R., LÖFFLER, H. & P. CARBONEL (1990): Present and past ecological distribution of *Cytherissa* (Ostracoda, Cytherideidae). – In: DANIELOPOL, D.L., CARBONEL, P. & J. P. COLIN (Hrsg.): *Cytherissa* (Ostracoda) – The Drosophila of Paleolimnology. – *Bulletin de l'Institut de géologie du Bassin d'Aquitaine* **47–48**, S. 97–118, Talence
- DAVY, A. J. & G. F. BISHOP (1991): *Triglochis maritima* L. (*Triglochis martinum*) L. – *Journal of Ecology* **79**, 2, S. 531–555, Oxford
- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. – *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* **1**, S. 1087–1103, Berlin
- ERD, K. (1991): Vegetationsentwicklung und Pollenanalyse im Eem-Interglazial und Weichsel-Frühglazial von Schönfeld, Kr. Calau. – *Natur und Landschaft in der Niederlausitz, Sonderheft*, S. 71–81, Cottbus

- HAMMER, U. T. & J. M. HESELTINE (1988): Aquatic macrophytes in saline lakes of the Canadian prairies. – *Hydrobiologia* **158**, S. 101–116, Dordrecht
- HEINRICH, H. (1988): Origin and Consequences of Cyclic Ice Rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the Past 130,000 Years. – *Quaternary Research* **29**, S. 142–152, Amsterdam.
- HERMSDORF, N. & J. STRAHL (2008): Karte der Eem-Vorkommen des Landes Brandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **15**, 1/2, S. 23–55, Kleinmachnow
- ISARIN, R. F. B. & J. P. BOHNCKE (1999): Mean July temperatures during the Younger Dryas in Northwestern and Central Europe as inferred from climate indicator plant species. – *Quaternary Research* **51**, S. 158–173, Amsterdam
- KAHLKE, R.-D., FRITZ, U. & U. KIERDORF (2015): Badger (*Meles meles*) predation on European pond turtle (*Emys orbicularis*) during the Eemian interglacial (MIS 5e). – *Palaeodiversity and Palaeoenvironments* **95**, S. 223–235, Berlin
- KATZ, N. J., KATZ, S. V. & M. G. KIPIANI (1965): Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the Quaternary deposits of the USSR. – Academy of Sciences of the USSR, 367 S., Moskau (Nauka) (in russisch)
- KOLSTRUP, E. (1980): Climate and stratigraphy in Northwestern Europe between 30,000 B.P. and 13,000 B.P., with special reference to The Netherlands. – *Meded. Rijks Geol. Dienst* **32-15**, S. 181–238, Haarlem
- KOSSLER, A. (2010): Faunen und Floren der limnisch-telmatischen Schichtenfolge des Paddenluchs (Brandenburg, Rüdersdorf) vom ausgehenden Weichselhochglazial bis ins Holozän. – *Berliner paläobiologische Abhandlungen* **11**, 422 S., Berlin
- KOSSLER, A. (2014): Pflanzenreste aus den spätsaalezeitlichen Sanddorn-Schichten des Tagebaus Jänschwalde – Hinweise zur Paläoumwelt des Neandertalers. – *Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg* **27**, S. 83–95, Cottbus
- KOSSLER, A., RAUFUSS, I. & K. LEHMANN (2012): Wels, Riesenhirsch und Pflanzenreste. Neue Grabungstechnik an Seesedimenten des Eem-Interglazials von Jänschwalde. – *Archäologie in Berlin und Brandenburg* **2011**, S. 31–33, Stuttgart (Theiss in Kommission)
- KOSSLER, A., RAUFUSS, I., SCHNEIDER, M., KÜHNER, R., RÖSLER, H. & E. BÖNISCH (2013): Die Saale-Spätglazial/Eem-Interglazial-Grabung von Jänschwalde (Niederlausitz, Brandenburg). – In: RAAB, T., HIRSCH, F., RAAB, A., SCHOPPER, F. & K. FREYTAG (Hrsg.): Tagungsband und Exkursionsführer zur Arbeitskreis Geoarchäologie-Jahrestagung 2013. – *Geopedology and Landscape Development, Research Series* **2**, S. 65–73, Cottbus
- KRBETSCHKE, M. R., DEGERING, D. & W. ALEXOWSKY (2008): Infrarot-Radiofluoreszenz-Alter (IR-RF) der Unteren Saale Mittel- und Ostdeutschlands. – *Z. dt. Ges. Geowiss.* **159**, 1, S. 133–140, Stuttgart
- KÜHL, N., LITT, T., SCHÖLZEL, C. & A. HENSE (2007): Eemian and Early Weichselian temperature and precipitation variability in northern Germany. – *Quaternary Science Reviews* **26**, S. 3311–3317, Oxford
- KÜHNER, R. (2014): Entstehung, Schichtenfolge und Lagerungsverhältnisse des Eem-Vorkommens Jänschwalde. – *Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg* **27**, S. 71–82, Cottbus
- KÜHNER, R. & J. STRAHL (2010): Tagebau Jänschwalde. – In: SCHRÖDER, J. (Hrsg.): Cottbus und Landkreis Spree-Neiße. – *Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg* **10**, S. 150–163, Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)
- KÜHNER, R., STRAHL, J., SÜSSMILCH, P. & H. U. THIEKE (2008): Lithologische und pollenanalytische Befunde aus dem saalefrühglazialen Fluviatilkomplex (Tranitzer Fluviatil) und dem Eem-Interglazial im Tagebau Jänschwalde, Südbrandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **15**, 1/2, S. 1–21, Kleinmachnow
- LAMBRACT, E., WESTBERG, E. & J. W. KADEREIT (2007): Phylogeographic evidence for the postglacial colonization of the North and Baltic Sea coasts from inland glacial refugia by *Triglochin maritima* L. – *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* **202**, S. 79–88, Amsterdam
- LANDAIS, A., DREYFUS, G., CAPRON, E., JOUZEL, J., MASSON-DELMOTTE, V., ROCHE, D. M., PRIÉ, F., CAILLON, N., CHAPPELLAZ, J., LEUENBERGER, M., LOURANTOU, A., PARRENIN, F., RAYNAUD, D. & G. TESTE (2013): Two-phase change in CO<sub>2</sub>, Antarctic temperature and global climate during Termination II. – *Nature Geoscience* **6**, S. 1062–1065, London
- LATALOWA, M., TOBOLSKI, K. & D. NALEPKA (2004): *Pinus* L. subgenus *Pinus* (subgen. *Diploxylon* (Koehne) Pilger) – Pine. – In: RALSKA-JASIEWICZOWA, M., LATALOWA, M., WASYLKOWA, K., TOBOLSKI, K., MADEYSKA, E., WRIGHT, H.E. & C. TURNER (Hrsg.): Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps. – *W. Szafer Institute of Botany*, S. 165–169 Krakau (Polish Academy of Science)

- LITT, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland. Unter besonderer Berücksichtigung des Elbe-Saale-Gebietes. – *Dissertationes Botanicae* **227**, 185 S., Berlin, Stuttgart
- LITT, T., BEHRE, K.-E., MEYER, K.-D., STEPHAN, H.-J. & S. WANSA (2007): Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. – *Eiszeitalter und Gegenwart (Quaternary Science Journal)* **56**, 1/2, S. 7–65, Hannover
- LOTOTSKAYA, A. & G. M. GANSSSEN (1999): The structure of Termination II (penultimate deglaciation and Eemian) in the North Atlantic. – *Quaternary Science Reviews* **18**, S. 1641–1654, Oxford
- MAI, D.-H. (1990): Die Flora des Interglazials von Gröbern (Kreis Gräfenhainichen). – *Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen* **5**, S. 106–115, Altenburg
- MAI, D. H. (2010): Karpologische Untersuchungen in einem Interglazial von Neumark-Nord (Geiseltal). – *Palaeontographica Abteilung B* **282**, Lieferung 4–6, S. 99–187, Stuttgart
- MARTINETTO, E. (2009): Palaeoenvironmental significance of plant macrofossils from the Piànico Formation, Middle Pleistocene of Lombardy, North Italy. – *Quaternary International* **204**, S. 20–30, Amsterdam
- MENKE, B. & P.-H. ROSS (1967): Der erste Fund von Kieselgur in Schleswig-Holstein bei Brokenlade, südlich von Neumünster. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **18**, S. 113–126, Öhringen
- MENKE, B. & R. TYNNI (1984): Das Eem-Interglazial und das Weichsel-Frühglazial von Redderstall/Dithmarschen und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Jungpleistozän-Gliederung. – *Geologisches Jahrbuch A* **86**, 120 S., Hannover
- MÜLLER, H. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen an der eem-zeitlichen Kieselgur von Bispingen/Luhe. – *Geologisches Jahrbuch A* **21**, S. 3–120 S., Hannover
- NEEM COMMUNITY MEMBERS (2013): Eemian interglacial reconstructed from a Greenland folded ice core. – *Nature* **493**, S. 489–494, London
- NILSSON, Ö. & H. HJELMQVIST (1967): Studies on the nutlet structure of South Scandinavian species of *Carex*. – *Botaniska notiser* **120**, S. 460–485, Lund
- NÖTZOLD, T. (1965): Die Fazies der spätquartären Ablagerungen von Königsau bei Gatersleben auf Grund der karpologischen Pflanzenreste. – *Geologie* **14**, S. 699–721, Berlin
- ØKLAND, K. A. & J. ØKLAND (2000): Freshwater bryozoans (Bryozoa) of Norway: distribution and ecology of *Cristatella mucedo* and *Paludicella articulata*. – *Hydrobiologia* **421**, S. 1–24, Dordrecht
- OPPO, D. W., McMANUS, J. F. & J. L. CULLEN (2006): Evolution and demise of the Last Interglacial warmth in the subpolar North Atlantic. – *Quaternary Science Reviews* **25**, S. 3268–3277, Oxford
- PIP, E. (1987): The ecology of *Potamogeton* species in central North America. – *Hydrobiologia* **153**, S. 203–216, Dordrecht
- RAUFUSS, I. (2014): Ökosystemanalyse durch vermeintlich nichtsignifikante Wirbeltierfunde aus Jänschwalde - Faunenwandel am Übergang von der Saale-Kaltzeit zur Eem-Warmzeit. – *Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg* **27**, S. 99–119, Cottbus
- ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 948 S., Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag)
- SCHLÜCHTER, C. (1988): Neue geologische Beobachtungen bei der Mammutfundstelle in Niederweningen (Kt. Zürich). – *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* **133/2**, S. 99–108, Alpnach Dorf
- SEIFERT-EULEN, M. (2007): Vegetationsentwicklung (Pollenanalyse) des Klinger Interglazials. – *Natur und Landschaft in der Niederlausitz* **24**, S. 108–119, Cottbus
- ŠEIRIENE, V., KÜHL, N. & D. KISIELIENE (2014): Quantitative reconstruction of climate variability during the Eemian (Merkinė) and Weichselian (Nemunas) in Lithuania. – *Quaternary Research* **82**, S. 229–235, Amsterdam
- SOMMER, R.S., PERSSON, A., WIESEKE, N. & U. FRITZ (2007): Holocene recolonization and extinction of the pond turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758), in Europe. – *Quaternary Science Reviews* **26**, S. 3099–3107, Oxford
- STEINER, A. J. (2002): Die Vegetation der Gemeinde Zermatt. – *Beiträge zur geobotanischen Aufnahme der Schweiz* **74**, 204 S., Zürich
- STRIEGLER, R. (2015): Fossilfunde aus dem großen Eem-Vorkommen südwestlich von Grötsch bei Cottbus, Niederlausitz. – *Natur und Landschaft der Niederlausitz*, **31**, S. 3–15, Cottbus
- STRIEGLER, U. (2008): Pflanzenfossilien aus den eemzeitlichen sowie spätsaalezeitlichen und frühweichselzeitlichen Schichten von Klinge bei Cottbus. – *Natur und Landschaft der Niederlausitz* **27**, S. 16–71, Cottbus

- TURNER, C. (2002): Problems of the duration of the Eemian Interglacial in Europe north of the Alps. – *Quaternary Research* **58**, S. 45–48, Amsterdam
- TZEDAKIS, P. (2007): Pollen records, Last Interglacial of Europe. – In: ELIAS, S. A. (Hrsg.): *Encyclopedia of Quaternary Sciences*. – S. 277–286, Amsterdam
- VELICHKEVICH, F. Y. & E. ZASTAWNIAK (2006): *Atlas of the Pleistocene vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 1 – Pteridophytes and monocotyledons*. – 224 S., Krakau (Polish Academy of Sciences)
- VELICHKEVICH, F. Y. & E. ZASTAWNIAK (2008): *Atlas of the Pleistocene vascular plant macrofossils of Central and Eastern Europe. Part 2 – Herbaceous dicotyledons*. – 379 S., Krakau (Polish Academy of Sciences)
- VINCE, S. W. & SNOW, A. A. (1984): Plant zonation in an Alaskan salt marsh. – *Journal of Ecology* **72**, 2, S. 651–667, Oxford
- WAGNER, H. (1871): *Illustrierte Deutsche Flora. Eine Beschreibung der in Deutschland und der Schweiz einheimischen Blütenpflanzen und Gefäßkryptogamen*. – 939 S., Stuttgart (K. Thienemann's Verlag)
- WEISING, K. & H. FREITAG (2007): Phylogeography of halophytes from European coastal and inland habitats. – *Zoologischer Anzeiger* **246**, 1, S. 279–292, München

#### **Anschrift der Autorin**

Dr. ANNETTE KOSSLER  
Freie Universität Berlin,  
Institut für Geologische Wissenschaften,  
Fachrichtung Paläontologie  
Malteserstraße 74–100, Haus D  
D-12249 Berlin  
kossler@zedat.fu-berlin.de