# Die geologischen Verhältnisse im Eem-Vorkommen Jänschwalde, Südbrandenburg

Geological setting of the Jaenschwalde Eemian deposit, South Brandenburg

RALF KÜHNER

# 1 Einleitung

Eemzeitliche Ablagerungen sind im südlichen Teil von Brandenburg in relativ großer Häufigkeit bekannt. Allein für den Lausitzer Raum listen HERMSDORF & STRAHL (2008) rund 200 Fundstellen auf, von denen etwa die Hälfte durch z. T. sehr detaillierte pollenanalytische Untersuchungen gesichert sind (vgl. dazu auch Beitrag STRAHL in diesem Band). Die Kenntnis über die meist kleinräumig und isoliert auftretenden Vorkommen beruht jedoch überwiegend auf den Ergebnissen der Bohrerkundung, vielfach sind Vorkommen lediglich durch eine Bohrung belegt. Nur ein geringer Teil der Eem-Becken war unmittelbar in Baugruben oder an Tagebauböschungen aufgeschlossen und konnte temporär für umfangreiche Untersuchungen genutzt werden. Einer gezielten und umfassenden Kartierung, Beprobung und Dokumentation wurden jedoch durch ungünstige Aufschlussverhältnisse, einer schnellen Überbaggerung der relativ kleinen Becken innerhalb weniger Tage oder Wochen bzw. einer Beschränkung der Aufschlüsse auf einen Anschnitt im End- bzw. Randböschungsbereich Grenzen gesetzt.

Der Aufschluss des Eem-Vorkommens Jänschwalde im gleichnamigen Braunkohlentagebau der Vattenfall Europe Mining AG erfolgte dagegen unter einmalig günstigen Verhältnissen. Durch den Anschnitt des Beckens senkrecht zum Streichen der Struktur und die nahezu komplette Lage der Schichten im Bereich der lange gut zugänglichen Vorschnittböschung wurde es möglich, kontinuierlich über einen Zeitraum von 5 Jahren detaillierte geologische, paläontologische sowie archäologische Untersuchungen durchzuführen. Damit konnte erstmals eine komplexe, dreidimensionale Dokumentation eines Eem-Beckens erstellt werden, das mit einer Länge von 1 700 m und einer Breite bis zu 500 m zudem auch das größte jemals im Tagebau aufgeschlossene Vorkommen darstellt.

Die Entdeckung erfolgte im Vergleich zu den anderen Vorkommen erst relativ spät und stand in Zusammenhang mit der Erkundung der Braunkohlenlagerstätte Bärenbrück. Als erster Nachweis wurde 1981 in der Bohrung BAER Kt 18/81 eine 3,2 m mächtige Wechsellagerung aus "Samen und Muschelschalen führender Torf-Mudde" mit vivianithaltiger Schluffmudde und grauem Sand über einem kompakten "Torfhorizont" von 2,9 m Mächtigkeit beschrieben und, noch mit Fragezeichen, als eemzeitliche Ablagerung angesprochen (OTTO & LIESKOW 1981). Durch die Lage im zukünftigen Abbaubereich des Tagebaus Jänschwalde machte sich in Folge eine ausführliche Erkundung zur Klärung der petrographischen und geometrischen Beschaffenheit erforderlich. Dazu wurden vorwiegend in den Jahren 1990 und 2006 bis 2008 insgesamt 32 Bohrungen abgeteuft. Die Bohrung THW 11685/06 lieferte einen 5 m langen, repräsentativen Bohrkern der organogenen Beckenfüllung, dessen pollenanalytische Bearbeitung erstmals die stratigraphische Einordnung der Ablagerungen sicherte und einen im Saale-Spätglazial einsetzenden und bis ins mittlere Eem andauernden Sedimentationszyklus (STRAHL in KÜHNER et al. 2008) belegte.

Der erste Anschnitt des Beckens erfolgte im Mai 2010 im Vorschnitt des Tagebaus Jänschwalde und endete im Juni 2015 im Bereich der Ablaschung zur Ortslage Jänschwalde. Durch die Lage der Baggerböschung senkrecht zum Streichen der Struktur war, mit Ausnahme der tiefsten, lokal bis 3 m unter die Arbeitsebene abtauchenden Muldenbereiche, das Becken in seiner gesamten Breite aufgeschlossen und für eine direkte Beobachtung zugänglich. Diese günstigen Aufschlussverhältnisse ermöglichten eine regelmäßige und detaillierte Kartierung der jeweiligen Sedimentabfolgen und ihrer Lagerungsverhältnisse (Abb. 1). Insgesamt war es möglich, 31 Baggerdurchgänge durch E-W gerichtete Profile im Abstand von 30-70 m zu dokumentieren. Zusätzlich wurden während der Überbaggerung in den Jahren 2010 bis 2013 weitere 32 Erkundungsbohrungen, Brunnen und Pegel aus geotechnischen Gründen abgeteuft.

Im Frühjahr 2011 begann die kontinuierliche Begleitung der im Zuge der Abraumgewinnung freigelegten Schichtenfolge durch ein Ausgrabungsteam des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseums (BLDAM), das durch Paläozoologen und -botaniker der Freien Universität Berlin (anfangs Senckenberg Forschungsstation für Quartärpaläontologie Weimar) unterstützt wurde. Der Schwerpunkt der Grabungen konzentrierte sich auf die Erfassung und Bergung archäologischer







Abb. 1: Auswahl von Kartierungsschnitten

Weichsel-Kaltzeit:

*I* – Periglaziale Deckschicht; 2 – Sande und Kiese des Taubendorfer Sanders; 3 – Mittel- bis Feinsand;

4 – Feinsand, schluffig; 5 – Schluff; 6 – Fein- und Mittelsandfüllung der Deflationsmulden; 7 – Eem-Gerölle; 8 – umgelagerte Eem-Sedimente

*Eem-Warmzeit:* 

9 – Mudde; 10 – Mudde, stark schluffig

Saale-Spätglazial:

11 – Schluff, feinsandig bis tonig, schwach organisch; 12 – Mittel- bis Feinsand, "Sanddorn-Schichten"; 13 – Mittel- bis Feinsand

Saale-Hochglazial: 14 – Sand, kiesig; 15 – Bänderschluff; 16 – Geschiebemergel; 17 – Geschiebesand

Saale-Frühglazial: 18 – Mittelsand, fein- bis grobsandig; 19 – Grobsand, kiesig; 20 – Schluff, z. T. stark organisch

21 – Steine, Gerölle; 22 – Kohlegerölle; 23 – Böschung überschüttet

Fig. 1: Selection of mapping profiles

Weichselian:

1 – periglacial sand; 2 – sand and gravel of the Taubendorf outwash plain; 3 – medium to fine grained sand;

4 – fine grained sand, silty; 5 – silt; 6 – fine and medium grained sand in the filling of deflation basins;

7 – Eemian pepples; 8 – drifted Eemian sediments

*Eemian:* 9 – organic mud; 10 – organic mud, heavy silty

Late Saalian Complex: 11 – fine grained to clayey silt, low organic; 12 – medium to fine grained sand, "Sanddorn-layers"; 13 – medium to fine grained sand

*High Saalian:* 14 – gravelly sand; 15 – banded clay; 16 – till; 17 – sandy till

*Early Saalian:* 18 – fine to coarse grained sand; 19 – coarse grained sand, gravelly; 20 – silt, partially heavy organically 21 – boulders, pepples; 22 – pepples of lignite; 23 – slops covered by dump

sowie makro- und mikropaläontologischer Funde für eine hochauflösende Rekonstruktion der Umweltbedingungen während des Saale-Spätglazials und der Eem-Warmzeit. Dazu musste in enger Abstimmung mit den zuständigen Tagebautechnologen, Geotechnikern und dem Vorschnittbetrieb eine Sondertechnologie für die Abraumbaggerung abgestimmt werden, bei der die Oberkante der warmzeitlichen Ablagerungen gezielt zur Schaffung einer Arbeitsberme für die archäologischen Grabungen freigeschnitten wurde. Nach Abschluss der Arbeiten an der Vorschnittböschung verlagerten sich die Grabungen auf die in Tieflagen unterhalb der Vorschnittarbeitsebene verbliebenen Sedimente. Die Untersuchungen wurden durch das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) mit Kleingeschiebeanalysen der das Becken auskleidenden Geschiebemergel, Faziesanalysen von Sanden, Pollenanalysen (vgl. Beitrag STRAHL in diesem Band) sowie mit absoluten Altersbestimmungen der Sedimente im Basisbereich des Beckens mittels OSL-Datierung an der Universität Bayreuth (vgl. Beitrag ZöLLER & SCHMIDT in diesem Band) ergänzt.

## 2 Regionalgeologische Übersicht

Das Vorkommen befindet sich östlich der Ortslage Jänschwalde im Bereich der spornartig in das Baruther Urstromtal hineinragenden Fläche des Taubendorfer Sanders (Abb. 2). Er wird als Schmelzwasserablagerung der Haupteisrandlage des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit interpretiert (MARCINEK 1961) und überdeckt erosiv eine wechselhafte, der mittelmiozänen Meuro-Formation aufliegende Sedimentfolge aus elster- und saalezeitlichen Bildungen.

Die ältesten quartären Ablagerungen werden durch einen Geschiebemergel der Elster-Kaltzeit sowie den entsprechenden Schmelzwassersanden und glazilimnischen Staubeckensedimenten vertreten. Sie können in den teilweise bis auf den prätertiären Untergrund eingeschnittenen subglazialen Rinnenstrukturen Mächtigkeiten bis zu 200 m errei-



chen. Außerhalb der Rinnen beschränken sich elsterzeitliche Bildungen auf lokale Erosionsreste eines schwarzbraunen, sehr festen und zähen Geschiebemergels mit örtlich groben Schmelzwassersanden und -kiesen im Hangenden. Die Abtrennung zum glaziären Saale-Stockwerk erfolgt über den elsterspät- bis saalefrühglazialen Schotterkomplex des Tranitzer Fluviatils. Es setzt sich vorwiegend aus den Ablagerungen der Flusssysteme von Lausitzer Neiße und Spree zusammen und ist als lithostratigraphischer Leithorizont in der östlichen Niederlausitz großräumig verbreitet (KÜHNER 2011, KÜHNER et al. 2008). Seine überwiegend noch originär erhaltene Oberkante wird, meist ohne Ausbildung entsprechender Vorschüttsedimente, durch einen brettartig aufliegenden Geschiebemergel überlagert. Während in großen Teilen der südlichen und nordwestlichen Lausitz zwei durch glazilimnische und glazifluviatile Ablagerungen ge-

### Abb. 2:

Geologische Übersichtskarte (vereinfacht nach GÜK 1 : 200 000, CC 4750 Cottbus und ergänzt) Holozän:

1 – Tagebau, Kippen; 2 – äolische Ablagerungen, Dünen

## Weichsel-Kaltzeit:

3 – Ablagerungen des Baruther Urstromtals und seiner
Nebentäler; 4 – Sander des Brandenburger Stadiums;
5 – Endmoräne des Brandenburger Stadiums

#### Eem-Warmzeit:

- 6 Lage ausgewählter Eem-Vorkommen (A Kerkwitz,
- B-Jänschwalde, C-Tranitz-Süd, D-Klinge)

#### Saale-Komplex:

7 – Grundmoräne Warthe-Stadium; 8 – Grundmoräne Drenthe-Stadium; 9 – glazifluviatile Sande; 10 – fluviatile Sande des Saale-Frühglazials (Tranitzer Fluviatil)

#### Fig. 2:

Geological survay map (simplified after GÜK 1 : 200 000, CC 4750 Cottbus and added) Holocene: 1 – opencast mine, dump; 2 – aeolian sediments, dunes

#### Weichselian:

3 – sediments of the Brandenburg ice-marginal valley and their tributary valleys; 4 – outwash plain (sandur) of the Brandenburg stage; 5 – end moraine of the Brandenburg stage

#### Eemian:

6 – selected Eemian deposits (A – Kerkwitz, B – Jaenschwalde, C – Tranitz-Süd, D – Klinge)

## Saalian:

7 – ground moraine of the Warthian stage, 8 – ground moraine of the Drenthian stage; 9 – glaciofluvial sands; 10 – fluvial sands of the Early Saalian Complex (Tranitzer Fluviatil) trennte saalezeitliche Geschiebemergelhorizonte entwickelt sind, lässt sich hier nur eine Grundmoräne nachweisen. Sie wird im Bereich des Taubendorfer Sanders erosiv von den weichselzeitlichen Schmelzwasserablagerungen des Brandenburger Stadiums überlagert. Östlich der Sanderflächen, im Bereich der Hornoer Hochfläche, spaltet sie in zwei Geschiebemergelhorizonte auf, die aufgrund ihrer signifikant unterschiedlichen Kleingeschiebespektren dem Drentheund Warthe-Stadium zugeordnet werden (KÜHNER 2003).

Eine weichselzeitliche Eisbedeckung des Gebietes konnte durch entsprechende Ablagerungen bislang nicht belegt werden, jedoch weisen HORN, KUHNER & THIELE (2005) auf die Existenz eines Cottbuser Lobus während der Maximalausdehnung des Brandenburger Stadiums hin, der bis in das Gebiet unmittelbar nördlich von Cottbus reichte. Auch östlich der Neiße machen weichselzeitliche Endmoränen bei Mielno [Geologische Übersichtskarte (GÜK) CC 4750, 2003] ein Überfahren des Jänschwalder Raumes wahrscheinlich.

Auffallend ist die Position des Eem-Beckens unmittelbar über einem glazigen angelegten Stauchungsgebiet (Faltenzone Radewiese). Es wird durch mehrere, parallel zueinander liegende Sattel-Mulden Strukturen mit Amplituden bis zu 11 m charakterisiert. Die Deformationen haben die gesamte hangende Schichtenfolge des 2. Miozänen Flözkomplexes (2. MFK) erfasst und sind z. T. bis in das Liegende des Flözes zu verfolgen. Sie sind Teil der Faltenzone Radewiese-Briesnig und werden mit einer Rückzugsstaffel des warthezeitlichen Gletschers in Verbindung gebracht (Küh-NER 2013). Analoge Verhältnisse mit ausgebildeten Eem-Ablagerungen über einem saalezeitlichen Stauchungsgebiet finden sich auch im südsüdwestlich gelegenen Störungsgebiet Westmarkscheide sowie in der Tranitzer Flözfaltenzone und dem Störungsgebiet Weiße Berge im benachbarten Tagebau Cottbus-Nord.

## 3 Schichtenfolge und Lagerungsverhältnisse

Die eemzeitlichen Sedimente sind an eine N–S orientierte, rinnenförmige Struktur gebunden, die sich ca. 20 m in die hellgrauen Kiessande des saalefrühglazialen Tranitzer Fluviatils eingetieft hat (Abb. 1). Sie wird durch einen saalezeitlichen Geschiebemergelhorizont ausgekleidet, der östlich und westlich der Depression in nahezu ebener, ungestörter und brettartiger Lagerung in einer Mächtigkeit um 3 bis 4 m verbreitet ist. Im vertikalen Aufbau deutet sich eine Abfolge aus zwei dunkelbraunen, kompakten Horizonten an, die durch hellgraue, ± geschichtete diamiktische Sande ("Geschiebesande") getrennt werden. Mit Annäherung an die Rinne kann er lokal durch Einschaltung glazifluviatiler Sande und Kiese in zwei Bänke aufspalten. Dabei fällt die untere Bank vielfach aus.

In der Kleingeschiebezusammensetzung (4–10 mm, nach TGL 25 232) zeigen weder der kompakte Geschiebemergelhorizont noch die einzelnen Bänke signifikante Spektren in Bezug auf eine stratigraphische Zuordnung. Die einzelnen Komponenten sind in stark schwankender Häufigkeit vertreten, so dass sich untypische Geschiebeassoziationen ergeben, die nicht mit der charakteristischen Zusammensetzung der gut differenzierbaren drenthe- und warthezeitlichen Geschiebemergel in der ca. 5 km südöstlich liegenden Hornoer Hochfläche bzw. der südöstlichen Lausitz vergleichbar sind (Tab. 1). Die regional niedrigen NK/D-Quotienten einer "normalen" Drenthe-Moräne von < 11 werden hier nur vereinzelt erreicht und treten sowohl in der unteren als auch in der oberen Bank auf. Dabei zeigt die obere Bank mit einem Dolomit (D)-Gehalt zwischen 2,1 und 3,5 % tendenziell leicht höhere Werte als die untere Bank (0,9 bis 3,7 %). Paläozoische Kalke (PK) und Nordisches Kristallin (NK) schwanken in weiten Grenzen und bedingen für beide Bänke vergleichbare, zwischen 0,76 und 1,23 liegende Quotienten. Auch der Flint (F)-Anteil lässt keinerlei Auffälligkeiten hinsichtlich einer horizontbezogenen Verteilung erkennen. Er setzt sich überwiegend (teilweise bis zu 100 %) aus frischen, weißrindigen Feuersteinen zusammen, verwitterte bzw. lackglänzende Flinte sind nur vereinzelt vorhanden. Bezüglich der Häufigkeit wechseln sich in beiden Geschiebemergelbänken feuersteinreiche (4,2 bis 7,3 %) und feuersteinarme (1,7 bis 2,8 %) Partien ab. Ungewöhnlich ist der im Vergleich zu den beiden Geschiebemergeln des Hornoer Berges [Paläozische Schiefer (PS) durchschnittlich 0,6 %] auffallend hohe Gehalt an paläozoischen, vorwiegend grauen Schiefern. Er liegt durchschnittlich um 2,1 % und kann bis auf 7,1 % ansteigen.

Generell ist festzustellen, dass der Saale-Geschiebemergel im Nordwesten des Tagebaus Jänschwalde keine charakteristischen Drenthe-Spektren mit dolomitreicher und feuersteinarmer Zusammensetzung besitzt. Der vorhandene Kleingeschiebebestand tendiert eher zu einer warthezeitlichen Moräne, in der unregelmäßig Schlieren und Schollen des älteren Saale-Geschiebemergels eingearbeitet, verschmiert und unterschiedlich stark akkumuliert worden sind. Offenbar blieb das zerfallende Eis des Drenthe-Stadiums hier in der nördlichen Lausitz bereits großflächig liegen und wurde, wie bereits LIPPSTREU (1995) vermutet, im sich zeitnah anschließenden Warthe-Stadium reaktiviert und in den Gletscheraufbau einbezogen. Die beiden geschiebeanalytisch adäquaten Geschiebemergelbänke spiegeln dabei die hohe Dynamik des Warthe-Eises wider, das in diesem Raum mehrfach oszillierte. Dabei wurden in Stagnationsphasen eisrandnahe Blockpackungen abgesetzt und der Untergrund bis ins Liegende des 2. MFK deformiert (Faltenzone Radewiese-Briesnig; KÜHNER 2013).

Der Geschiebemergel taucht aus der Normalablagerung sehr steil in die Depression ab und zeigt vielfältige, sowohl an der Ost- als auch an der Westflanke in unterschiedlicher Intensität auftretende Störungsformen. Meist biegt er flexurartig in die Tieflage ein, dabei kann er, oft bis zum Zerreißen des Schichtverbandes, im Flankenbereich auf wenige Dezimeter ausdünnen. Vielfach treten auch staffelförmige Abbrüche auf. Wie die Kartierungsergebnisse zeigen, ist der Geschiebemergel auch an der Rinnenbasis durchgängig verbreitet, wobei überwiegend ein dunkelbrauner, kompakter Horizont in einer Mächtigkeit um 1 m ausgebildet ist. Die Korrelation mit einer der abtauchenden Geschiebemergelbänke konnte aufschlussbedingt nicht eindeutig belegt wer-

E/NK	NK/PS		NK/PK	Efr/PK		PS/S	Q	Südl.	Untersuchtes/r Sediment/Bereich
				1 11/1 1	(11(10))0	1 0/0	in %		onersuches/r ocamen/Dercien
0,13	71,2	15,2	1,35	0,12	4,9	0,08	12,3	0,4	Ø-Werte des Warthe-Geschiebemergels der Hornoer Hochfläche
0,06	15,12	10,9	1,31	0,05	6,7	0,13	18,4	2,0	Ø-Werte des Drenthe-Geschiebemergels der Hornoer Hochfläche
0.12	57	12	1.01	0.12	0.62	0.17	0.4	0.6	
0,12	57	12	1,21	0,12	0,03	0,17	9,4	0,0	Obere Bank
0,20	14	8,6	0,96	0,15	4,81	0,30	11,7	0,3	
0,06	4,63	15,8	0,84	0,05	7,7	1,28	6,2	0,3	
0,06	21,9	11,8	0,96	0,05	13,2	0,54	8,1	0,5	
0,18	41,20	15,85	1,23	0,10	5,48	0,15	10,78	0,74	
0,06	191,00	27,29	1,16	0,07	4,07	0,02	9,5	0	
0,09	67,25	19,21	2,15	0,14	4,21	0,12	10,8	0	Untere Bank
0,20	34,67	20,8	1,65	0,28	5,67	0,25	19,1	0,4	
0,04	12,17	21,9	0,96	0,03	10,35	0,78	8,7	0	
0,13	206,0	12,12	1,18	0,10	11,24	0,6	12,5	0,58	
0,05	15,08	36,2	0,76	0,03	6,59	0,32	4,1	0	
0,09	20,2	8,42	0,81	0,07	5,27	0,19	10,3	0	
0.40	40.40	40.5	0.0	0.00	0.00	0.40	40.0	0.4	<b>-</b>
0,12	12,46	13,5	0,9	0,08	6,89	0,46	10,8	0,4	Rinnenbasis
0,12	13,5	33	3,91	0,29	2,13	0,55	20,5	2,2	(Obere Bank)

Tab. 1: Ergebnisse der Kleingeschiebeanalyse nach TGL 25 232 (SONNTAG 2002, 2014, 2015, SCHLAAK 2014, LIPPSTREU 2001, alle unveröff.)

NK – Nordisches Kristallin; PK – Paläozoische Kalke; PS – Paläozoische Schiefer; D – Dolomit;

F – Feuerstein; Ffr – Feuerstein frisch, unverwittert; MK – Mesozoische Kalke; S – Sandstein und Quarzit; Q – Quarz; Südl. – Südliche Gerölle

*Tab. 1:* Till gravel analysis results after TGL 25 232 (SONNTAG 2002, 2014, 2015, SCHLAAK 2014, LIPPSTREU 2001, all unpublished)

NK – nordic crystalline; PK – Palaeozoic lime stones; PS – Palaeozoic schists; D – dolomite; F – flint; Ffr – flint, unweathered; MK – Mesozoic lime stones; S – sandstones and quartzites; Q – quartz; Südl. – southern pebbles

den, jedoch machen die im Liegenden reliktisch erhaltenen hellgrauen "Geschiebesande" eine Zuordnung zur oberen Bank wahrscheinlich.

Über dem Geschiebemergel folgen mittel- bis grobsandige Schmelzwassersedimente mit einzelnen kiesigen Einschaltungen. Sie wurden, wie die Ergebnisse von Schüttungsrichtungsmessungen zeigen (FENTROHS 2010), durch die nach Westen abfließenden Schmelzwässer geschüttet und lassen keinen Bezug zum Verlauf der Rinne erkennen. Auffallend ist ein lokal hoher Anteil an Braunkohlegeröllen (Schwemmkohle) unterschiedlicher Größe, Anordnung und Verbreitung. Kohleflitter und kleinstückige Gerölle (bis ca. 5 cm Durchmesser) bilden oft mehrere Meter aushaltende Lagen und Schmitzen oder sind auf den Schichtflächen parallel- und schräggeschichteter Sand- und Kieshorizonte angereichert. In den gröberen Partien finden sich auch einzelne, überwiegend kantige Gerölle bis ca. 60 cm Durchmesser.

Der 4 bis 6 m mächtige Komplex schließt mit einem markanten, im gesamten Beckenbereich aushaltend entwickelten Schwemmkohlehorizont ab. Er setzt sich aus hellgrauen Mittel- und Grobsanden mit lagenweise eingeschwemmten Braunkohlebröckchen zusammen. Intensive kryoturbate Deformationen machen ihn zu einem wichtigen lithologischen Leithorizont in der saalezeitlichen Abfolge (Unterer Brodelboden, Abb. 1, 3). Auf die ehemalige, noch unter hochglazialen Verhältnissen gebildete Geländeoberfläche folgen hellgraue bis graubraune Mittel- und Grobsande in Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern. Sie liegen erosionsdiskordant auf dem Kryoturbationshorizont und beginnen vereinzelt mit einer kiesigen Lage, gefolgt von geringmächtigen, schräggeschichteten Grobsanden.

Bis in dieses Niveau entspricht die Schichtenfolge sowohl in der Lithologie als auch in der Mächtigkeit den Verhältnissen im Umfeld des Beckens. Erst mit dem Auftreten glazilimnischer Bildungen setzt eine beckentypische Sequenz ein, die nur im Bereich der Depression ausgebildet wurde bzw. nur hier von den weichselzeitlichen Erosionen verschont und damit erhalten geblieben ist.

Sie beginnt, in analoger Entwicklung zu zahlreichen anderen Eem-Vorkommen der Lausitz, mit der Ablagerung von Bänderschluff, dessen ursprünglicher Sedimentationsraum durch ein ausgedehntes flaches Becken charakterisiert war. Die heute anzutreffenden Lagerungsverhältnisse sind dagegen erst auf postgenetische Dislokationen im Zuge des Austauens der unregelmäßig im Untergrund verteilten Toteisblöcke zurückzuführen. Im Ergebnis formte sich ein sehr bewegtes, durch hohe Niveauunterschiede geprägtes Relief mit einer sehr differenzierten Feingliederung, welches den Sedimentationsraum für die sich anschließende warmzeitliche Entwicklung bildete.



- Abb. 3: Hochglaziale Schichtenfolge im Liegenden des Eem-Beckens (Foto: R. KÜHNER 2015)
  A – Bänderschluff; B – Fein- bis Grobsand;
  C – schräggeschichtete Grobsande mit Kieslage an der Basis; D – fossiler Bodenhorizont mit dominierendem Gehalt an Braunkohle-Geröllen und kryoturbater Überprägung
- Fig. 3: High glacial sediment succession below the Eemian basin (photo: R. KÜHNER 2015) A – banded silt; B – fine to coarse grained sand; C – cross bedded sand, at the base layer of gravel; D – cryoturbated fossil soil horizon, consisted of reworked lignite pebbles

Generell wurden durch die Absenkungen zwei Teilbecken geschaffen, die durch eine E-W streichende Schwelle getrennt sind (Abb. 4). Die morphologische Ausbildung des Südbeckens wird in seinem südlichen Abschnitt durch eine schmale, ca. 250 m breite und relativ gleichmäßig geformte Mulde gekennzeichnet. Sie weitet sich nach Norden bis zu 480 m auf und ist im östlichen Beckenbereich verhältnismäßig flach mit kleineren lokalen Tieflagen und Schwellen im Niveau um +60 m NHN entwickelt. Im Westteil taucht der Bänderschluff bis auf +50 m NHN ab. Hier prägen tiefe, im Streichen der Rinne langgezogene Mulden mit steilen Flanken und einzelne, teilweise sehr schmale Hochlagen das Relief. Im Allgemeinen kann festgestellt werden, dass der Bänderschluff trotz der oftmals sehr schroffen Flanken nicht mit Bruchstörungen oder Abschiebungen reagiert hat. Während der Absenkung führten Dehnungsprozesse zum Ausdünnen des tonig-schluffigen, ausschließlich plastisch reagierenden Horizontes, ohne dass die Bruchgrenze überschritten wurde und ein Zerreißen des Schichtverbandes erfolgte.

Im Bereich der Schwelle liegt der Bänderschluff flachwellig um +55 m NHN und fällt von hier bis auf ca. +47 m NHN in die Nordmulde ab. Sie ist weniger stark gegliedert, zeigt aber steilere Flanken und eine wesentlich stärkere Beanspruchung des Bänderschluffs. Er ist hier vielfach durch Bruchstörungen mit Versatzbeträgen im dm-Bereich gekennzeichnet und in zahlreiche, unregelmäßig verstellte Kleinschollen zerbrochen.

Im heutigen Südbecken setzte sich die Sedimentation, noch über Toteis, mit 3 bis 4 m mächtigen, schwach geschich-



Abb. 4:3D-Darstellung des Liegenden im Eem-BeckenFig. 4:3D-view of bottom floor in the Eemian basin

teten gelbbraunen Mittelsanden fort, die zum Hangenden in hellgraue Feinsande überleiten (Sanddorn-Schichten; Abb. 5, 6). Hier fanden sich in den oberen Dezimetern vor allem Wurzel- und Astreste des Sanddorns (Hippophaë rhamnoides). Zeitlich korreliert diese Phase mit der für die Pollenzone (PZ) B (HERMSDORF & STRAHL 2008, STRAHL in KÜHNER et al. 2008 und in diesem Band) typischen Ausbreitung von Sanddorn-Sträuchern im frühen Saale-Spätglazial. Im Hangenden folgt eine Wechsellagerung aus cm-starken, schwarzen Sandmudden mit hellgrauen Feinsandlagen, die bereits als Folge einer einsetzenden Vernässung des Gebietes und dem Beginn limnischer Faziesverhältnisse zu werten ist (Abb. 7a). Neben zahlreichen Makroresten einer sich etablierenden Waldtundren-Vegetation (vgl. Kossler in diesem Band) lieferte dieser Abschnitt auch Knochenfunde von Großsäugern (vgl. RAUFUSS & BÖHME in diesem Band), wie Wolf (Canis lupus), Steppenbison (Bison priscus), Elch (Alces alces) und Pferd (Equus sp.). Von überregionaler Bedeutung sind zwei Feuersteinartefakte des Homo neandertalensis, der älteste Beleg menschlicher Besiedlung in Brandenburg (vgl. Beiträge Bönisch & Schneider sowie Wechler in diesem Band). Graugrüne bis olivgrüne, z. T. intensiv mit blauschwarzen Schlieren durchsetzte Schluff- und Tonmudden leiten lithologisch in den eemzeitlichen Schichtkomplex über, wobei sich der stratigraphische Beginn der Warmzeit makroskopisch in den Sedimenten nicht abzeichnet.

Die Ablagerung der Sanddorn-Schichten in der angetroffenen Ausbildung stellt im Gegensatz zu anderen Eem-Vorkommen der Niederlausitz eine Besonderheit dar. Während sich in der Vielzahl der Becken überwiegend ein kontinuierlicher Übergang von den glazilimnischen Bänderschluff-Ablagerungen über limnische Schluffe und Mudden bis zu den organogenen Ablagerungen der tieferen warmzeitlichen Gewässer abzeichnet, fiel der Jänschwalder Staubeckensee am Ende des Saale-Hochglazials wieder trocken. Dadurch konnte sich, noch über dem im Untergrund liegenden Toteis, eine begehbare Oberfläche entwickeln, auf der sich eine offene Waldtundrenlandschaft mit seichten Tümpeln und Seen etablierte. Ähnliche Verhältnisse sind bislang nur aus dem kleinen Eem-Becken Klinge-Nord beschrieben (KÜHNER et al. 1989), in dem ebenfalls saalespätglaziale Sande mit (unbestimmten) Wurzel- und Holzresten auftraten.

Die Sanddorn-Schichten sind im Südbecken in geschlossener, großflächiger Verbreitung ausgebildet. Im Nordbecken blieben sie nur in den westlichen Bereichen erhalten bzw. kamen originär nur dort zur Ablagerung. In den mittleren und östlichen Abschnitten folgen unmittelbar über dem Bänderschluff vorwiegend hellgraue bis hellgraubraune fluviatile Mittel- und Grobsande mit vereinzelten kiesigen Lagen und einer ausgeprägten Schüttungsrichtung von Ost nach West. Sie liegen mit kleineren kolkartigen Übertiefungen schwach erosiv über dem Bänderschluff, dessen Aufarbeitungsprodukte sich als mm-große Schluffgerölle und -schmitzen im unteren Teil der schräggeschichteten Sande angereichert haben. Die im westlichen Beckenbereich noch ausgebildeten Sanddorn-Schichten keilen in Richtung Osten über diesen Sanden aus (Abb. 6).



Abb. 5: Ast- und Wurzelreste im Sanddorn-Horizont (Foto: R. KÜHNER 2011) Fig. 5: "Sanddorn-horizon" with residuals of limbs and roots (photo: R. KÜHNER 2011)



- Abb. 6: Auskeilen des Sanddorn-Horizontes und der saalespätglazialen Wechsellagerung aus Sanden und Schluffmudden an fluviatilen Sanden im Bereich des Nordbeckens (Foto: M. GUSKO 2013)
- Fig. 6: "Sanddorn-horizon" and Late Saalian alternation sequence of silty mud und sand wedge towards on fluvial sands in the north basin (photo: M. GUSKO 2013)



- Abb.7a: Saalespätglaziale Schichtenfolge im Südbecken: Die Wechsellagerung von Schluffmudden und Feinsanden im Hangenden des Sanddorn-Horizontes dokumentiert die einsetzende Vernässung (Foto: KÜHNER 2011).
- Fig 7a: Sediment succession of the Late Saalian complex, south basin: The alternation sequence of silty mud und fine grained sand on the top of the "Sanddorn horizon" shows the beginning of soil wetness (photo: R. KÜHNER 2011).

Vereinzelt finden sich auch fluviatile Sande unmittelbar auf dem Wurzelhorizont, die ihn oberflächig anerodieren bzw. lokal auch durchschneiden. Über den fluviatilen Sanden begann die limnische Entwicklung offensichtlich etwas später und setzte direkt mit schwarzgrauen, zum Liegenden scharf abgegrenzten, kompakten Schluffmudden ein (Abb. 7b). Sie repräsentieren bereits das Ende des Saale-Spätglazials (PZ C2, vgl. Beitrag STRAHL in diesem Band). Dagegen ist im Westteil eine kontinuierliche Entwicklung von den hier als niveo-äolische Bildungen interpretierten Sanden im Hangenden des Bänderschluffs über die vorwiegend sandigen Bildungen der Pollensubzonen B1 bis B4 bis in die schluffig-sandigen Mudden der PZ C erkennbar (vgl. Beiträge KOSSLER, NÖLSCHER & HÖLZ-MANN sowie STRAHL in diesem Band).

Ablagerungen der Eem-Warmzeit treten in beiden Teilbekken in einer Mächtigkeit bis ca. 8 m auf. Im Wesentlichen dominieren kalkhaltige Mudden mit wechselnden Ton- und Schluffgehalten, in deren äußerem Erscheinungsbild ma-



Abb. 7b: Saalespätglaziale Schichtenfolge im Ostteil des Nordbeckens: Die Schluffmudden des ausgehenden Saale-Spätglazials (PZ C2) liegen mit scharfer Grenze über fluviatilen, schräggeschichteten Sanden (Foto: R. KÜHNER 2013).

Fig. 7b: Sediment succession of the Late saalian complex, eastern part of north basin: silty mud (PZ C2) with sharp border overlies directly fluvial cross bedded sands (photo: R. KÜHNER 2013).

kroskopisch kaum eine lithologische Differenzierung erkennbar wird (Abb. 8). Der untere Abschnitt weist mitunter feine Laminierungen bzw. eine ebene Feinschichtung im mm-Bereich auf, im mittleren und oberen Abschnitt gehen sie in schlecht geschichtete bis bankige Ablagerungen über. Ihre Färbung reicht von olivgrünen bis zu schwarzgrauen Tönen, sie ist nicht horizontbezogen ausgebildet, sondern geht wolkig bis schlierig ineinander über. Zum Hangenden entwickelt sich die Serie unter allmählichem Übergang in hellgraubraune Kalkmudden (CaCO<sub>3</sub> bis 71,4 Gew.-% und C<sub>org</sub> bis 5,92 Gew.-% nach HEINKELE 2010), die in trockenem Zustand eine schneeweiße Färbung annehmen.

An den östlichen und westlichen Flanken schalten sich sporadische Lagen von cm- bis dm-starken, graugrünen und schwach schluffigen Mittelsanden ein. Sie bilden jedoch keine aushaltenden Horizonte, sondern dünnen zum Beckentiefsten aus bzw. verzahnen sich mit den organogenen Bildungen (Abb. 9). Vermutlich handelt es sich um



## Abb. 8:

Graugrüne, makroskopisch kaum differenzierbare Mudden der Eem-Warmzeit mit einer Mächtigkeit von ca. 5,5 m (Foto: R. KÜHNER 2010)

## Fig. 8:

Grayish green, macroscopic hard to subdivided Eemian muds in a thickness of approx. 5,5 m (photo: R. KÜHNER 2010)

# Abb. 9:

Schichtenfolge im Südbecken

- A Sande mit Holz- und Wurzelresten (Sanddorn-Horizont);
- *B* Wechsellagerung Sandmudde/Feinsand;
- *C stark tonige Schluffmudde mit blauschwarzen Schlieren und Streifen;*
- D-Feinsand, mittelsandig, schluffig;
- *E Schluffmudde*, *geflasert*, *vereinzelt Feinsandschlieren*;
- F Mittelsand, feinsandig, vereinzelt Holzreste;
- *G Feinsand*, *stark schluffig*, *schwach organisch*;
- *H*-*Fein bis Mittelsand, schwach schluffig;*

*I* – *Schluffmudde mit hellbraunen und blauschwarzen Schlieren;* 

J – Schmelzwassersande des Brandenburger Stadiums (Taubendorfer Sander)

## Fig. 9:

Sediment succession in the south basin

A – medium to fine grained sand with residuals of limb and roots ("Sanddorn-horizon");

- *B* alternating sequence sandy mud/fine grained sand;
- *C*-heavy clayey silty mud with bluish black smears and stripes;
- D-fine to medium grained sand, silty;
- E-silty mud, partly with smears of fine grained sand;
- F-fine to medium grained sand, partly residuals of wood;
- G-fine grained sand, heavy silty, low organic;
- H-fine to medium grained sand, low silty;
- *I*-silty mud with light brown und bluish smears;

*J* – melt water sand of the Brandenburg stage (Taubendorf sandur)



Fig. 10: 3D-view of the deflation basins, deepened in the Eemian sediments

die Schwemmkegel kleinerer, in den See mündender Fließgewässer. Die eemzeitlichen Ablagerungen sind nach den Ergebnissen palynologischer Untersuchungen (STRAHL in KÜHNER et al. 2008) nur bis in das Niveau der PZ 5b (Hasel-Eiben-Linden-Zeit nach Erd 1973) erhalten. Das Fehlen der jüngeren eemzeitlichen Abschnitte und des Übergangs in das Weichsel-Frühglazial lässt sich auf die flächenhafte und tiefreichende Erosion der über den Taubendorfer Sander abfließenden Schmelzwässer des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit zurückführen. Dabei sind auch die ehemaligen Uferbereiche zerstört worden, so dass sich die ursprünglichen Sedimentmächtigkeiten und die Ausdehnung des Sees nicht mehr rekonstruieren lassen. Das Hangende der eemzeitlichen Ablagerungen wird durch langgezogene, muldenförmige Strukturen geprägt, die bis in den unteren Teil der organogenen Folge eingetieft sind. Sie haben eine Breite bis zu 60 m und folgen in ihrem Verlauf grundsätzlich dem Streichen des Beckens (Abb. 10). Ein einheitliches Gefälle ist nicht ausgebildet, die Muldenbasis liegt nahezu konform zum an- und absteigenden Liegendrelief des Eem-Beckens und bewegt sich hauptsächlich innerhalb der stärker tonig werdenden Schichten im Übergangsbereich zum Saale-Spätglazial. Je nach Gesamtbreite des Beckens waren bis zu fünf parallel zueinander liegende, durch schmale, steilwandige Hochlagen getrennte Mulden entwickelt, wobei sich durch mehr-

System abzeichnet. Als Füllung dominieren hellgelbe, ungeschichtete Sande, die in den Siebanalysen (je zwei Proben aus dem unteren und oberen Teil) eine markante Splittung im Fein- und Mittelsandbereich erkennen lassen (Abb. 11). Zwei deutliche Korngrößenmaxima liegen zwischen 0,20-0,25 mm und 0,08-0,125 mm, ein drittes, kleineres Maximum ist um 0,16 mm ausgebildet. SCHLAAK (schriftl. Mitt.) stuft die Sande als äolisch abgelagertes Material ein, wobei die "Mehrgipfeligkeit" in der Sortierung als typische Erscheinung derartiger Bildungen hervorgehoben wird. Im Basis- und Flankenbereich waren die Sande z. T. sehr stark mit erheblichen Mengen an umgelagerten Muddegeröllen durchsetzt. Darunter fanden sich auch Lebertorfe, die autochthon in der noch anstehenden Schichtenfolge nicht mehr erhalten waren (Abb. 12). Ihre pollenanalytische Einstufung (STRAHL 2011) in die PZ 9 nach ERD (1973) bestätigt einerseits die zu erwartende, ehemals vollständige Entwicklung der eemzeitlichen Folge bis in die abschließende Kiefern-Zeit und liefert andererseits ein Mindestalter für die Entstehung der als Deflationsmulden interpretierten Strukturen. Sie werden in eine nicht näher verifizierbare stadiale Phase des Weichsel-Frühglazials gestellt, in der unter semiariden, kalten Klimaverhältnissen die ausgetrockneten organogenen Sedimente zerfroren, zerfielen und durch Wind ausgeblasen wurden. Die Verfül-

fache Aufspaltung und Wiedervereinigung ein netzartiges



*Abb. 11:* Siebkurve der Sande aus der Füllung der Deflationsmulden (SCHLAAK 2015, unveröff.) Fig. 11: Grain-size curve of the sand from filling of deflation basins (SCHLAAK 2015, unpublished)



- Abb. 12: Lebertorf-Gerölle mit intensiven Vivianit-Ausblühungen in der Sandfüllung einer Deflationsmulde (Foto: R. KÜHNER 2011)
- Fig. 12: Pebbles of black glossy mud, covered with blue iron ore, in the sand filling of a deflation basin (photo: R. KÜHNER 2011)

lung der Mulden erfolgte noch vor dem ersten weichselzeitlichen Eisvorstoß durch das Einwehen von Flugsanden. In das Weichsel-Frühglazial ist auch die Ausbildung eines ausgedehnten, polygonalen Eiskeilnetzes (Abb. 13) zu stellen. Sie scheinen jünger als die Deflationsmulden zu sein, da sie in keinem Fall von ihnen angeschnitten oder überlagert werden. Dennoch beschränken sich die bis zu 4 m langen Frostspalten ausschließlich auf die Bereiche mit organogenen Sedimenten. Als Füllung treten mittel- bis grobkörnige, teils kiesige Schmelzwassersande auf, in denen auch einzelne Gerölle eingelagert sein können. Sie stammen augenscheinlich aus den überlagernden weichselzeitlichen Schmelzwasserablagerungen, wobei der unmittelbare An-



Abb. 13: Polygonales Netz von sandgefüllten Eiskeilpseudomorphosen im oberen Teil der Eem-Sedimente (Foto: R. KÜHNER 2012)
Fig. 13: Sand-filled, crossing Weichselian ice-wedge cast network in the upper part of the Eemian sediments (photo: R. KÜHNER 2012)

satz der Frostspalten aufschlussbedingt nicht beobachtet werden konnte.

Starke Lagerungsstörungen an den Ostflanken der Deflationsmulden lassen vermuten, dass der weichselzeitliche Gletscher das Vorkommen während des Brandenburger Stadiums überfahren hat. Dabei wurden die östlichen Bereiche steilgestellt und in westliche Richtungen überkippt. Vielfach sind auch die angrenzenden Eem-Mudden über die Muldenfüllung geschleppt bzw. intensiv mit ihr verknetet (Abb. 14) worden. Derartige Strukturen traten grundsätzlich nur an den Ostflanken auf, die Westflanken waren ungestört und zeigten keine glazigenen Beanspruchungen.



- Abb. 14: Ostflanke einer Deflationsmulde: Die stark mit aufgearbeiteten Eem-Geröllen durchsetzte Sandfüllung ist wie die Muldenflanke durch intensive, vermutlich glazigene Deformationen gekennzeichnet. Im Hangenden werden die Eem-Sedimente und die deformierte Muldenfüllung diskordant durch grobe Schmelzwassersande des Taubendorfer Sanders (Brandenburger Stadium) abgeschnitten (Foto: R. KÜHNER 2011).
- Fig. 14: Eastern edge of a deflation basin, the sandy filling with reworked Eemian pebbles is probably disturbed by glacigenic deformations. Deflation basin and Eemian sediments are cutted by gravely melt water sand of the Taubendorf sandur (Brandenburg stage; photo: R. KÜHNER 2011).

Mit dem Abfluss der Schmelzwässer über den Taubendorfer Sander war eine weiträumige und tiefgründige Abtragung der Geländeoberfläche bis auf ein Niveau um +64 m NHN verbunden, wobei das Umfeld des Sees und die eemzeitlichen Ablagerungen bis in die PZ 5b hinabreichend zerstört worden sind. Die relativ ebene Erosionsfläche wird, neben der sehr markanten Diskordanz zu den unterlagernden Schichten, durch eine cm-starke Lage aus Mittel- und Grobkiesen sowie kleineren Geröllen charakterisiert. Darüber folgen sandig-tonige Schluffe und schluffige Feinsande. Sie sind im Bereich des Eem-Beckens noch deutlich eingemuldet und wurden offenbar in einer durch die Kompaktionen der unterlagernden organogenen Sedimente gebildeten flachen Senke abgesetzt. Sie werden durch grobe, um 7 m mächtige Schmelzwasserschotter aus der Zerfallsphase der Haupteisrandlage des Brandenburger Stadiums überdeckt. Damit wurde das Becken endgültig versiegelt, das seitdem oberflächenmorphologisch nicht mehr in Erscheinung trat.

## Zusammenfassung

Das Eem-Vorkommen Jänschwalde war von 2010 bis 2015 im Braunkohlentagebau Jänschwalde aufgeschlossen. Es ist an eine saalezeitliche Rinnenstruktur gebunden, die mit Geschiebemergel und Bänderschluff ausgekleidet ist.

Die Sedimentation begann im ausgehenden Saale-Hochglazial und setzte sich mit der Ablagerung der saalespätglazialen Sanddorn-Schichten noch vor dem Austauen des Toteises fort. Sie enthalten neben zahlreichen Holz- und Wurzelresten auch Wirbeltierknochen sowie Feuersteinartefakte des Neandertalers. Eemzeitliche Ablagerungen setzen sich aus tonigen Schluffmudden und Kalkmudden zusammen und umfassen die PZ 1 bis 5b nach ERD (1973). Die stratigraphisch höheren Abschnitte wurden durch die Schmelzwassersande des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Eiszeit erodiert. Die Oberfläche der Eem-Ablagerungen wird durch Deflationsmulden und Eiskeil-Netze geprägt.

#### Summary

The Jaenschwalde Eemian deposit was disclosed in the Jaenschwalde opencast lignite mine from 2010 to 2015. It is bounded to a formerly, sealed by dead ice channel structure, lined with till and banded silt.

The sedimentation started in transition from the Saalian Glacial to the Late Saalian with the accumulation of the "Sanddorn-layers", even before the disintegration of the dead ice in the underground. This distinctive layer contains residuals of limbs and roots, bones of vertebrates and flint artifacts of the Neanderthals. Eemian sediments are assembled of clayey mud, organic silt and lime gyttja (PZ 1 up to 5b after ERD 1973). The stratigrafical higher parts are eroded by melt water sands of the Brandenburg stage of the Weichselian. The surface of the Eemian sediments is shaped in the Early Weichselian by deflation basins and ice-wedge cast networks.

## Literatur

- ERD, K. (1973): Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. – Z. geol. Wiss. 1, 9, S. 1087–1103, Berlin
- FENTROHS, A. (2010): Lithologische und genetische Charakterisierung der Sedimente des Eem-Vorkommens Jänschwalde, Südbrandenburg. – Bachelorarbeit an der Freien Universität Berlin, 36 S., Berlin (unveröff.)
- GÜK (2003): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 4750 Cottbus. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- HEINKELE, Th. (2010): Pflanzenbauliche Bewertung von Sedimenten der Eem-Warmzeit im Hinblick auf ihre Eignung als Rekultivierungssubstrate im Tagebau Jänschwalde. – Abschlussbericht Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. vom 03.11.2010, 29 S., Finsterwalde (unveröff.)
- HERMSDORF, N. & J. STRAHL (2008): Karte der Eem-Vorkommen des Landes Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 15, 1/2, S. 23–55, Kleinmachnow/Cottbus
- HORN, M., KÜHNER, R. & R. THIELE (2005): Die Ausräumung "Merzdorfer Ausbauten" im Tagebau Cottbus-Nord und ihre Beziehung zur Ausdehnung des Weichsel-Eises in Südostbrandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 37–44, Kleinmachnow
- KÜHNER, R. (2003): Ausbildung und Gliederung des saalezeitlichen Sedimentkomplexes im Bereich der Hornoer Hochfläche. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 10, 1/2, S. 111–121, Kleinmachnow

- KÜHNER, R. (2011): Quartär. In: Autorenkollektiv (2011): Die geologische Entwicklung der Lausitz. – S. 97–134, Cottbus (Vattenfall Europe Mining AG)
- KUHNER, R. (2013): Die Faltenzone Radewiese-Briesnig im Tagebau Jänschwalde (Südbrandenburg) – eine warthezeitliche Eisrandlage?. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 20, 1/2, S. 109–116, Cottbus
- KÜHNER, R., ERD, K., STRIEGLER, U. & R. STRIEGLER (1989):
  Das Eem-Interglazial von Klinge-Nord. Natur u.
  Landsch. Bezirk Cottbus 11, S. 45–58, Cottbus
- 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
- LIPPSTREU, L. (1995): Brandenburg. In: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands. S. 116–147, Stuttgart (Borntraeger)
- MARCINEK, J. (1961): Über die Entwicklung des Baruther Urstromtals zwischen Neiße und Fiener Bruch. – Wiss. Z. Univ. Berlin, math.-nat. R. **10**, 1, S. 13–46, Berlin
- OTTO, M. & CH. LIESKOW (1981): Schichtenverzeichnis der Bohrung BAER 18/81. – BuS Welzow (unveröff.)
- STRAHL, J. (2011): Kurzbericht zur pollenanalytischen Untersuchung von zwei Proben aus dem Eem-Vorkommen Jänschwalde, Land Brandenburg. – Bericht LBGR vom 24.01.2011, 4 S., Cottbus (unveröff.)
- TGL 25 232 (1971): Analyse des Geschiebebestandes quartärer Grundmoränen. – Fachbereichsstandard, Bl. 1–6, Staatssekretariat f. Geologie, Berlin

## **Anschrift des Autors**

Dipl. Ing. (FH) Ralf Kühner Vattenfall Europe Mining AG Vom-Stein-Str. 39 03050 Cottbus ralf.kuehner@vattenfall.de