

## Saara's Geheimnis – Vorkommen von Zwerg-Birke (*Betula nana*) und Echter Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*) in spätglazialen bis frühholozänen Sedimenten der Sprotteae bei Saara (Thüringen, Altenburger Land)

Mit 8 Abbildungen

ELISABETH ENDTMANN

### Abstract

ENDTMANN, E.: Saara's secret – Occurrence of dwarf birch (*Betula nana*) and common bearberry (*Arctostaphylos uva-ursi*) in Lateglacial to early Holocene sediments of the Sprotte floodplain near Saara (Thuringia, district Altenburger Land)

Unexpectedly, drilling for a geological survey in the floodplain of the river Sprotte near Saara revealed a 100 cm thick calcareous deposit embedding peat layers. Lithological research and macrofossil analyses provided data on vegetation history and landscape development. Remains of *Betula nana* and *Arctostaphylos uva-ursi* demonstrate that the lower layers date from the Weichselian Lateglacial, which is also confirmed by mollusc analyses. A 12 cm thick, partly decomposed peat layer contains most likely a hiatus, and the overlying calcareous sediments were formed during the Holocene. Alluvial clay was deposited during Late Medieval and modern times.

*Keywords:* plant macrofossil analyses, river Sprotte, calcareous deposit, Late glacial, Early Holocene

### Kurzfassung

In einer geologischen Erkundungsbohrung in der Sprotteae bei Saara wurde überraschenderweise ein etwa 100 cm mächtiger Komplex aus kalkigen Quellablagerungen und eingelagerten Torfschichten entdeckt. Durch lithologische Untersuchungen und Makrofossilanalysen an den erbohrten Sedimenten ergaben sich Hinweise zur Vegetations- und Landschaftsentwicklung des Standortes. Aufgrund der Nachweise von *Betula nana* und *Arctostaphylos uva-ursi* und in Übereinstimmung mit Molluskenuntersuchungen wurde der untere Bereich des Quellkalks als spätglaziale Bildung eingestuft. In einem ca. 12 cm mächtigen, teils stark zersetzten Torf innerhalb dieses Quellkalks ist vermutlich ein Hiatus entwickelt. Der jüngere Teil des Quellkalks wurde im Holozän gebildet. Der überlagernde Auelehm datiert in das Spätmittelalter bis in die Neuzeit.

*Schlüsselwörter:* Makroflorenanalysen, Sprotte, Quellkalkbildung, Spätglazial, Frühholozän

## 1 Einleitung

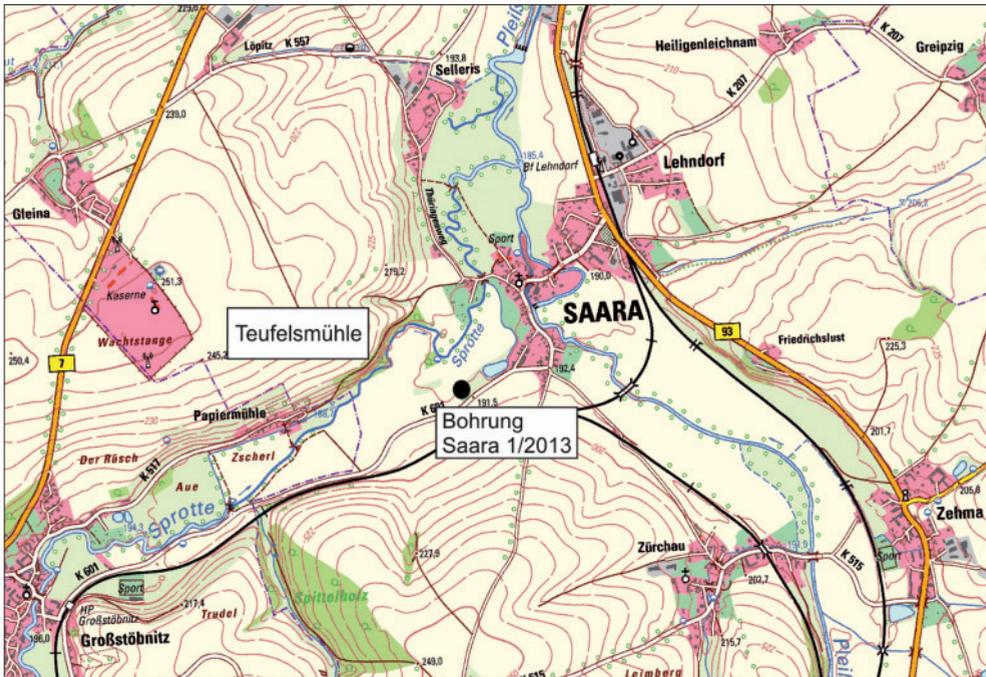
Normalerweise stellen Fließgewässer ein dynamisches System dar. In ihnen entstehen und verschwinden Kleingewässer in einem natürlichen Zyklus. Im Zuge der Intensivierung der Landwirtschaft, der Begradigung, Regulierung und dem Ausbau der Flüsse und Bäche seit dem 18. Jahrhundert verringerte sich ihre Eigendynamik in erschreckender Weise. Kleingewässer, von verschiedenen Amphibien als Laichgewässer genutzt, gingen im Auenraum zunehmend verloren. Gemäß der FAUNA-FLORA-HABITAT-RICHTLINIE (FFH) aus dem Jahre 1992 kommt der Zustandsverbesserung der Habitate verschiedener nach dieser Richtlinie geschützter Amphibienarten, wie z.B. Wechselkröte (*Bufo viridis*), Knoblauchkröte (*Pelopates fuscus*), Kreuzkröte (*Bufo calamita*), Springfrosch (*Rana dalmatina*), Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) eine wichtige Rolle zu. Die Anlage künstlicher Laichgewässer ist in Deutschland inzwischen gängige Naturschutzpraxis (STOLZ & RIEDEL 2014). Deshalb wurden im von Freistaat Thüringen und Europäischer Union geförderten Projekt mit dem Titel „Sprotteae und FFH-Eremit-Lebensräume, Altenburger Land“ im Rahmen des Programms zur „Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung von Natur und Landschaft“ (ENL) im Auenraum der Sprotte Amphibienlaichgewässer angelegt (vgl. ENDTMANN et al. 2015). Die Maßnahmen zielen einerseits auf eine Strukturbereicherung entlang der Sprotte. Andererseits können die so geschaffenen Trittsteinbiotope die genetische Isolation einzelner Populationen aufbrechen und damit den Erhalt der jeweiligen Art begünstigen.

Die Neuanlage von Amphibienlaichgewässern soll sich jedoch auf Standorte konzentrieren, welche in historischer Zeit bereits Feuchtgebiete aufwiesen bzw. bei denen heute Zeichen einer Vernässung beobachtet werden. Gemäß den Forderungen von STOLZ & RIEDEL (2014) sind geologische Erkundungen zur Ermittlung des Grundwasserflurabstandes und der Lage stauender und wasserleitender Schichten im Zielgebiet im Vorfeld der Gewässeranlage unabdingbar. Im Bereich einer sprothenahen Streuobstwiese bei Saara konnten bei solchen Erkundungsbohrungen überraschend kalkige Quellablagerungen mit zahlreichen Molluskenschalen beobachtet werden. Obwohl die holozänen Bildungen im Bereich der Sprotteae, im Gegensatz zu denen der Pleißeae, nicht generell entkalkt sind, war dieser Befund beachtenswert und führte deshalb zu umfassenden Makrofossilanalysen.

## 2 Das Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet im weiteren Sinne fungiert der Auenbereich der Sprotte, dem wichtigsten Nebengewässer der Pleiße, bei Saara (vgl. Abb. 1). Unweit der Ortschaft mündet die Sprotte bei Selleris bei 186,4 m ü NN in die Pleiße (Angaben nach BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE 2013). Die Sprotte ist bei Saara mehr als 2,0 m in die Talaue eingetieft.

Die Angaben zum geologischen Untergrund des Untersuchungsgebietes wurden der GEOLOGISCHEN KARTE THÜRINGENS BLATT 5040 (1995) sowie den dazugehörigen Erläuterungen (GLÄSSER 1995) entnommen. Das Tafeldeckgebirgsstockwerk besteht im Randbereich der Zeit-Schmöllner-Mulde überwiegend aus diagenetisch verfestigten klastischen und chemischen, marinen Flachwassersedimenten des Oberperms (Zechstein) und der untersten Trias (Unterer Buntsandstein). Ablagerungen des Oberen Zechsteins streichen im Auenrandbereich der Pleiße oberflächlich aus. Plattendolomit wurde z.B. in den Steinbrüchen der nahegelegenen Ortschaften Lehdorf, Zehma und Goldschau sowie zwischen Heiligenleichnam



**Abb. 1:** Lage des Untersuchungspunktes im Auenraum der Sprotte bei Saara (Kartengrundlage: TOPOGRAPHISCHE KARTE BLATT 5040 Altenburg (2014), © GeoBasisDE/TLVermGeo, Gen.-Nr. 00618/2015).

und Mockern abgebaut (KIRSTE 1912). Im Auenbereich der Sprotte sind insbesondere an der sog. Teufelsmühle nahe der Ortschaft Papiermühle gut geklüftete Sandsteine und Konglomerate des Unteren Buntsandsteins angeschnitten. Erst im Quartär fungierte das Untersuchungsgebiet erneut als Ablagerungsraum. Inlandvereisungen erfolgten nach bisherigem Kenntnisstand mindestens zweimal. Im jüngeren Pleistozän bildeten sich mächtige Lößdecken, welche heute die hohe Bodenfruchtbarkeit und die damit verbundene intensive landwirtschaftliche Nutzung des Altenburg-Zeiter-Lößhügellandes bedingen. Im Bereich der Pleißeau (zwischen Zürchau und Schmölln) folgt auf frühweichsel- und holozäne Kiese ein ca. 200 cm mächtiger Auelehm. HÄNDEL (1967) beschreibt eine Zweiteilung des Auelehms, wobei eine Bodenbildung den unteren vom oberen Auelehm trennen soll. Bohrungen bei Großstöbnitz (vgl. ENDTMANN et al. 2015) bestätigen dieses „Normalprofil“ für den Auenbereich der Sprotte weitgehend, wobei die beschriebene Bodenbildung zwischen oberem und unterem Auelehm nicht beobachtet wurde. Zusätzlich wurden im Raum Großstöbnitz Organomudden angetroffen. Sie werden als Bildungen von Paläomäandern angesprochen.

Stark kalkhaltige, quartäre Sedimente wurden für die Umgebung Altenburgs bisher lediglich für die Grube Viktoria bei Lobstädt (W Borna) und Altkirchen (N Schmölln) beschrieben. WEBER 1919 (zitiert in FRENZEL 1930 sowie in FUHRMANN 1999) beschreibt für Aufschlüsse bei Lobstädt das Auftreten einer Kalkmudde. Anhand der darin enthaltenen Mollusken wurde das Material als glaziale Bildung eingestuft. In der darüber aufgeschlossenen Lebermudde wurden Makroreste von *Betula nana* nachgewiesen und damit die Mudde als spätglaziale Bildung angesehen. In den Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Altenburg wird bei Baugrundbohrungen für den Kleinspeicher Altkirchen (Auenbereich

der Blauen Flut) über vergleytem Löß ein molluskenführender, spätweichselzeitlicher Schluff und ein nachfolgender dunkelgrauer Schluff, mit schlecht erhaltener Molluskenfauna aber Nachweisen von *Carex* und *Potamogeton*, das Vorkommen einer fossilreichen holozänen Seekreide erwähnt (FUHRMANN 1972 unveröff., Angaben nach GLÄSSER 1995). Eine genauere stratigraphische Einstufung dieses Materials existiert nicht.

Zur Gewinnung von Material für Makrofossilanalysen wurden im Rahmen des o.g. Projektes im geländetiefsten Bereich einer aufgelassenen Streuobstwiese westlich von Saara eine Bohrung mit den Koordinaten 50°55'46.5"N und 12°24'59.9"E abgeteuft.

Infolge der Nutzungsaufgabe der Streuobstwiese entwickelte sich auf der Fläche ein dichtes Gestrüpp aus Himbeeren, Brombeeren und Brennnesseln. Im Rahmen des o.g. ENL-Projektes durchgeführte Beräumungs- und Freischnittarbeiten sowie eine nahezu ganzjährige Beweidung der Fläche mit Ziegen und Schafen ermöglichen inzwischen den freien Zugang. Dennoch sind die oben genannten Gattungen in der derzeitigen Vegetation noch stark etabliert. Im Frühjahr ist ein relativ großer Bestand von Bärlauch (*Allium ursinum*, Abb. 2) bemerkenswert. Er verweist auf sickerfeuchte Standorte (OBERDORFER 1994). Im geländetiefsten (grundwassernächsten) und Sprotte-nächsten Teil der Streuobstwiese wurden 2014 Einzelpflanzen des Sumpf-Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) beobachtet. Auch sie verweisen auf nasse bis feuchte Standorte (ROTHMALER 2002).



**Abb. 2:** Bärlauch (*Allium ursinum*) als Zeiger sickerfeuchter Standorte (Foto: E. Endtmann).

### 3 Methodik

Die Bohrung Saara 1/2013 wurde im Dezember 2013 abgeteuft. Ein Durchteufen der pleistozänen Schotter bzw. jüngerer stark kiesiger Ablagerungen war mit dem verwendeten Edelmann-Bohrer (Fa. Eijkelkamp) nicht möglich. Es wurden aufeinanderfolgende Kerne mit einer Länge von maximal 20 cm und einem Durchmesser von 10 cm gewonnen. Nach Säuberung des Bohrgutes erfolgte eine petrografische Ansprache des Materials im Gelände. In Abhängigkeit von der Schichtenfolge wurden maximal 10 cm lange Kernsegmente als eine Probe entnommen. Das Material lagerte bis zur weiteren Bearbeitung kühl und verschlossen.

Für Glühverlustbestimmungen (LOI) wurden ca. 5 g analysenfein gemahlene Material bis zur Gewichtskonstanz (105°C, ca. 8 h) getrocknet und anschließend mit einer Genauigkeit von 0,02 g eingewogen. Danach erfolgte das Glühen der Proben im Muffelofen bei 550°C bis zur Gewichtskonstanz über einen Zeitraum von 3 Stunden. Der Glühverlust wurde durch nochmaliges Wiegen bestimmt. Allgemeine Angaben zum Karbonatgehalt der Sedimente beziehen sich auf Beobachtungen bei der Prüfung des Materials mit Salzsäure im Gelände. Aufgrund fehlender apparativer Ausstattung erfolgte keine exakte Bestimmung des Karbonatgehaltes.

Für die Makrofossilanalysen wurden nach Möglichkeit bis zu 270 g bergfeuchtes Material für drei bis fünf Tage in 5 %er Kaliumhydroxid-Lösung eingeweicht und anschließend durch Siebe mit der Maschenweite 1,00 mm und 0,25 mm geschlämmt. Die Siebrückstände wurden in Wasser überführt und bis zu ihrer weiteren Bearbeitung kühl gelagert. Das Durchmusterung und Auslesen der Siebrückstände sowie das Bestimmen gefundener pflanzlicher und tierischer Makrofossilien erfolgte mit einem Auflichtmikroskop (Zeiss Stemi DV4) bei 8- bis 32-facher Vergrößerung. Bei sehr kleinen Resten fand zusätzlich ein Durchlichtmikroskop (Olympus CX41) mit 40- bis 400-facher Vergrößerung Verwendung. Gefundene pflanzliche Makroreste wurden mit Hilfe einer Vergleichssammlung rezenter Diasporen sowie folgender Literatur bestimmt: AALTO (1970), BEIJERINCK (1976), BERGGREN (1969, 1981), BERTSCH (1941), BROUWER & STÄHLIN (1955), CAPPERS et al. 2012, FRAHM & FREY (1992), JESSEN (1949), KATZ et al. (1965), KÖRBER-GROHNE (1964), MICHAELIS (2001), PARTZSCH et al. (2006) und SCHOCH et al. (1988). Zusätzlich erfolgte ggf. ein Vergleich der Funde mit im Internet veröffentlichten Diasporenfotos (DIGITALE ZADENATLAS VAN NEDERLAND) und Messdaten (BIOLFLORE).

Für einige der gefundenen Pflanzenfossilien liegt eine Fotodokumentation vor. Kleinere und durchscheinende Objekte wurden am bereits erwähnten Durchlichtmikroskop mit der Olympus-Kamera SC 30 aufgenommen und die Fotos mit der Software cellSense 1.12 bearbeitet. Größere Objekte wurden von Herrn Dr. A. Stark (Ampyx-Verlag, Halle/S.) mit der Kamera Olympus E5 an einem Olympus SZH 10 Stereomikroskop mit dem Objektiv D.F. Plan 2x schichtweise unter Bedeckung der Objekte mit Wasser fotografiert und mit Helicon Focus Software berechnet.

Die Siebrückstände der Bohrung Saara 1/2013 wurden aufgrund des Auftretens zahlreicher Mollusken und vereinzelter Ostrakoden sowie Schill und Kalkbröckchen nach dem Auslesen der pflanzlichen Makroreste einer weiteren Behandlung durch Flotation und Dekantieren unterzogen. Dabei wurde der mineralische Anteil größer 0,25 mm (Molluskenschalen, Ostrakoden, Quellschlickbröckchen und Silikate) von der organischen Fraktion abgetrennt, bei 30°C getrocknet und zur Bearbeitung an Dr. R. Fuhrmann (Leipzig, vgl. auch FUHRMANN 2015) übergeben. Der unbestimmbare organische Anteil (Gewebereste) wurde weiterhin in Wasser aufbewahrt.

Die gewonnenen Makrofossil-Daten wurden mit Hilfe der Computerprogramme TILIA, TILIA GRAPH und TILIA VIEW in einem Histogramm in Abhängigkeit von der Tiefe als Anzahl zählbarer Makrofossilien dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass keine konstanten Probenvolumina verwendet wurden. Die Zählwerte entsprechen deshalb nicht der Konzentration der nachgewiesenen Makroreste pro Volumeneinheit. Die Anordnung der nachgewiesenen Typen erfolgte in Gruppen mit ähnlichem Herkunftsgebiet bzw. ähnlichen ökologischen Ansprüchen (Wasserpflanzen/Feuchtezeiger, Gehölze/Zwergsträucher und übrige) sowie aus chronologischer Sicht. Bei der Ordnung aus ökologischer bzw. soziologischer Sicht werden heutige Indikatorwerte der Art (vgl. u.a. FRAHM & FREY 1992, OBERDORFER 1994, PARTZSCH et al. 2006 bzw. ROTHMALER 2002) zugrunde gelegt. Das ist insofern problematisch, da diese nicht zweifelsfrei in die Vergangenheit übertragen werden können. Klimatische Variationen, Änderungen in der Konkurrenzkraft einzelner Arten und Intensitätsschwankungen der anthropogenen Vegetationsbeeinflussung können eine Analogisierung mit den heutigen Verhältnissen behindern (BIRKS 2003).

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Angaben zur Lithologie der Bohrung Saara 1/2013

Von 215 bis 180 cm unter Geländeoberkante (uGOK) wurde ein mittelgrauer, schluffiger Sand, dem vereinzelt Kies beigemischt war, erbohrt. Ab 190 cm fehlten Kiese. Der Gehalt an organischer Substanz lag um 2 % und war überwiegend auf kleinstückige Holzreste zurückzuführen. Zwischen 180 cm und 160 cm folgte ein grauer, sandiger Schluff dessen Karbonat- und Organogengehalt nach oben zu anstieg (LOI von ca. 2 % auf 5 % ansteigend). Vermutlich erfolgte hier der Übergang einer rein fluviatilen Sedimentation zu einer Muddesedimentation im beruhigten Wasser. Dabei wurden, gemäß den Ausführungen von SUCCOW & JOOSTEN (2001), allgemein als unter Wasser abgelagerte Sedimente mit einem Anteil an organischer Substanz von mindestens 5 % als Mudde bezeichnet. Dies ist bei den vorliegenden Proben gegeben. LUTHARDT & ZEITZ (2014) schränken den Begriff Mudde dagegen auf rein limnische Ablagerung ein. Fraglich ist aber, wie Ablagerungen eines beruhigten Flussabschnittes von denen beginnender Totarm-Sedimentation im Gelände zu unterscheiden sind. Ab 160 cm uGOK wurde graubrauner bis beigefarbener Schluff mit einem Organogengehalt von 10–13 % und eckigen Kalkbröckchen erbohrt. Diese eckigen Kalkbröckchen sind typische Bestandteile von Quellschichten. Vermutlich trat mit dem Grundwasser gelöstes Calciumcarbonat an Quellaustritten oberflächennah aus und es kam infolge von Druckentlastung und Temperaturanstieg zu einer chemischen Fällung (präzipitative Kalkabscheidung; vgl. MEIER-UHLHERR 2011, SUCCOW & JOOSTEN 2001). Neben dem eigentlichen Quellschicht wurde mehr oder weniger viel Schluff, vermutlich durch Hangeinspülung eingetragen, abgelagert. Damit handelt es sich bei den Ablagerungen um ein Quellschichtderivat, welches im Folgenden vereinfachend als Quellschicht bezeichnet wird. Das gelöste Karbonat stammte vermutlich aus tiefer liegenden Schichten des Zechstein (Plattendolomit) und stieg entlang von Schwächezonen auf. Bei 138 cm und 133 cm waren im Quellschicht ca. 1 cm starke Torfbänder entwickelt. Aufgrund der ausgesprochen geringen Probenmenge konnte kein LOI-Gehalt der Torfe bestimmt werden. Zwischen 110 cm und 100 cm folgte ein zunächst stark vererdeter Torf mit einem LOI-Gehalt von etwa 33 %. Ab 100 cm nahm der Zersetzungsgrad deutlich ab. Zwischen 98 cm und 60 cm setzte sich die bereits beschriebene Ablagerung des Quellschichtes fort, wobei zwischen 90 cm und 80 cm

kein Material erbohrt werden konnte (Kernverlust). Bei dem ab 60 cm erbohrten sandigen Schluff ohne Kalkbröckchen handelte es sich um Auelehm. Zwischen 60 cm und 50 cm wies er eine dunkelgraue Färbung (grauer Auelehm), anschließend eine dunkelgraubraune Färbung (brauner Auelehm) auf. Letzterer war farblich analog zu dem bei rezenten Hochwässern abgelagerten Feinmaterial der Sprotteae. Die graue Färbung des unteren Abschnittes wurde auf die Lage im Bereich des Grundwasserspiegels zurückgeführt (vgl. HÄNDEL 1967). Vereinzelt beigemengte Kiese wurden als temporärer Hochwassereintrag gedeutet. Reste von Ziegelsteinen und Schlackepartikeln gelten als typische Bestandteile spätmittelalterlichen Auelehms. Gefundene Plastikreste datieren in die jüngste Neuzeit. Sie könnten auf gestörte Verhältnisse durch die Anlage eines Entwässerungsgrabens in unmittelbarer Nähe zum Bohrpunkt, eines weitreichenden Drainagesystems in der angrenzenden Ackerfläche sowie die frühere Nutzung der Fläche als Kleingarten mit angeschlossener Streuobstwiese verweisen.

## 4.2 Makrofossilspektrum und zeitliche Einstufung des Materials

Die Ergebnisse der Untersuchung pflanzlicher Makroreste liegen mit der Abbildung 3 vor. Das Vorkommen von Laubmoosen wird lediglich im Text erwähnt. Das Profil Saara 1/2013 wird hinsichtlich seines Gehaltes an pflanzlichen Makrofossilien in fünf Zonen unterteilt. Die Korrelation dieser Zonen mit den von R. Fuhrmann für das Profil beschriebenen Zonen der Mollusken- und Ostrakodenfauna erfolgt in FUHRMANN (2015, Tab. 1). Die einzelnen, aufgrund der Pflanzenfossilien ausgehaltenen Zonen werden nachfolgend vom Liegenden zum Hangenden kurz beschrieben und soweit möglich, zeitlich eingestuft.

### Zone Saara 1 (215–190 cm)

Dieser Profilabschnitt mit überwiegend silikatischen Ablagerungen und einem geringen Karbonatgehalt wird durch das Auftreten von Characeae und *Potamogeton* (cf. *filiformis*) charakterisiert. Characeae besiedeln rasch neue Lebensräume und wachsen überwiegend bei geringer bis mäßiger Trophie (DOEGE 2008). Auch *Potamogeton filiformis* bevorzugt oligotrophe Gewässer mit geringer oder fehlender Strömung (ROTHMALER 2002). Aufgrund der unsicheren Bestimmung kann aber nicht zweifelsfrei auf solche Bedingungen geschlossen werden. Andere Pflanzenreste (u.a. Holzreste, Moosreste) sind nachweisbar, aber nicht näher bestimmbar. Als einziger Hinweis auf die Vegetation des Umlandes gilt der Fund von *Rumex* cf. *acetosella*. Möglicherweise existierten sandige Bereiche (Uferwälle?) in Sprottenähe (vgl. ROTHMALER 2002). Eine zeitliche Einstufung der Sedimente ist anhand der Makroflorenreste nicht möglich. Die von FUHRMANN (2015) nachgewiesene Ostrakodenart *Tonnacypris tonnensis* belegt ein kaltzeitliches Klima (FUHRMANN 2012). Demnach muss das Material in das Spätglazial eingestuft werden.

### Zone Saara 2 (190–160 cm)

Auch in der Zone Saara 2 dominieren Siliziklastika. Der Anteil an größerem Material nimmt nach oben hin ab, was auf verringerte Fließgeschwindigkeit im Gewässer hindeutet. Characeae sind in dieser Zone nicht mehr nachweisbar. Funde von *Potamogeton alpinus* charakterisieren das Gewässer als stehend bzw. nur langsam fließend. Mollusken (vgl. FUHRMANN 2015) konnten in allen Proben dieser Zone mit relativ kompletten Schalen nachgewiesen werden, was gleichfalls auf verminderte Strömung hinweist. Der Gehalt an pflanzlichen Makroresten muss insgesamt als gering eingeschätzt werden.



Auf nährstoffreiche Bedingungen und vermutlich offene Standorte deutet der Nachweis von *Chenopodium* spec. Nach HEMPEL (2009) sind viele der heutigen Ruderalarten Relikte der Löss-Steppe und/oder nährstoffreicher Standorte an Viehtränken und -lagerplätzen (Apophyten). Der Uferbereich wurde von *Carex* gesäumt, wobei eine Artbestimmung aufgrund des Fehlens der Schläuche nicht möglich war. Moosreste waren wiederum nachweisbar. *Drepanocladus* kann entweder im Wasser oder im Uferbereich gewachsen sein. *Campylium* cf. *polygamum* verweist vermutlich auf sumpfige Standorte. Anhand der pflanzlichen Makroreste kann keine zeitliche Einstufung vorgenommen werden. Lediglich im Zusammenhang mit den in der nachfolgend beschriebenen Zone Saara 3 beobachteten pflanzlichen Makrofossilien und lithologischen Befunden wird geschlussfolgert, dass es sich um präallerödzeitliche Ablagerungen handelt. Vermutlich datieren diese Funde in die ausklingende Dryas II (Ältere Tundrenzeit, 13.540–13.350 Warvenjahre BP, vgl. LITT et al. 2007, STRAHL 2005).

Zone Saara 3 (160–100 cm); untergliedert in Subzonen Saara 3a–3c

Die Zone Saara 3 fasst unterschiedliche lithologische Befunde aufgrund ihres Makrofossilienpektrums zusammen. Dabei wird der Übergang von überwiegend siliziklastischen Material mit geringem Karbonatgehalt zu einem Querkalk erfasst. Bereichsweise wird letzterer durch Torflagen unterbrochen. Vermutlich sind die Torfbänder Zeugnisse eines Bult-Schlenken-Regimes innerhalb eines Quellmoorkomplexes in der Nähe des Auenrandes (vgl. SUCCOW & JOOSTEN 2001). Der zum Zonenende gebildete Torf weist einen hohen Zersetzungsgrad auf. Das deutet auf verstärkte Oxidationsprozesse, welche mit einer geringeren Wasserschüttung einhergehen können.

Eine grobe zeitliche Einstufung ist anhand der lithologischen Verhältnisse möglich. Generell sind Kalkausfällungen überwiegend in klimatisch wärmeren Phasen zu beobachten (vgl. JÄGER 1965). Für Nordostdeutschland wird eine beginnende Seekreide-Bildung für das Alleröd bei durchschnittlichen Juli-Temperaturen von etwa 14,0–14,8°C beschrieben (VAN ASCH et al. 2012). MANIA et al. (1993) stuften gelblich-braune Kalkmudden für das Profil Mücheln im Geiseltal ebenfalls als allerödzeitlich ein. Durch den dort erbrachten Nachweis der Laacher See Tephra in Kalkmudde war eine eindeutige Datierung in das ausgehende Alleröd möglich. Im vorliegenden Profil war ein Erkennen der vor ca. 12.900 cal. a BP abgelagerten Tephra (vgl. SCHMINCKE et al. 1999) aufgrund der angewandten Bohrtechnik und der Färbung des Querkalkes nicht möglich. LANGE & SCHULTZ (1965) gaben für die Bildung von Kalkmudde im zentralen Thüringer Becken (Asperstedter Ried) den Zeitraum vom beginnenden Boreal bis in das Ältere Atlantikum an. Eine bessere zeitliche Einstufung des Materials der Bohrung Saara ist durch die Befunde zur Mollusken- und Ostrakodenfauna von FUHRMANN (2015) und der beobachteten pflanzlichen Makrofossilien möglich.

Die Abgrenzung der Zone Saara 3 erfolgte aufgrund des z.T. sehr zahlreichen Auftretens von *Carex*. In vier Proben dieser Zone konnte *Carex acutiformis* zweifelsfrei bestimmt werden. Die unzähligen weiteren *Carex*-Nüsschen stammten vermutlich ebenfalls von dieser Art. Fehlende bzw. nur unvollständig erhaltene Schläuche erlaubten aber keine gesicherte Bestimmung. Zusätzlich traten in dieser Zone arktisch-alpin bzw. boreal verbreitete Arten auf. Dazu gehörte die Zwerg-Birke (*Betula nana*), eine Art die während des Spätglazials und Frühholozäns in Mitteleuropa verbreitet war und heute nur noch vereinzelt als Glazialrelikt in Hochmooren des Norddeutschen Tieflands, im Harz, Böhmerwald und Erzgebirge sowie im Alpenvorland überdauert. In ihrem heutigen Hauptverbreitungsgebiet, im Bereich der

Zwergstrauch-Tundren und anschließenden Wald-Tundren an der polaren Waldgrenze, bildet die , offene, mehr oder weniger baumlose Strauchgesellschaften auf mineralischen Böden (Angaben nach BIOLFLOR, FLORAWEB, LANG 1994). Weiterhin wurde die Echte Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*) nachgewiesen. Diese Art ist heute überwiegend boreal verbreitet. Mäßig trockene, neutrale bis mäßig saure Böden werden als Standort für diese Art angegeben (vgl. BIOLFLOR, FLORAWEB, OBERDORFER 1994). Die Abgrenzung der Zone Saara 3 zur nachfolgenden Zone Saara 4 erfolgte anhand des Fehlens der arktisch-alpin und boreal verbreiteten Arten.

In den Proben der Subzone Saara 3a (160–140 cm) wurden neben nicht weiter bestimmbar Resten von *Betula* auch Nüsse von *Betula nana* nachgewiesen (vgl. Abb. 4). Aufgrund der äußerst gering ausgeprägten oder gar fehlenden Beflügelung der Nüsse sind diese sehr charakteristisch und damit sicher bestimmbar. Gefundene Blattreste (Abb. 5) wiesen bereichsweise einen stumpf gekerbten Blattrand auf und stammten mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls von der Zwerg-Birke. Vermutlich war eine Zwergstrauch-Tundra entwickelt. Samenfunde von *Typha* (Abb. 6) lassen die Existenz feuchter Bereiche oder eines Röhrichs vermuten. Das Gewässer wäre dann als meso- bis eutroph und stehend bzw. langsam fließend zu charakterisieren. Das Vorkommen von *Poa pratensis* und *Rumex spec.* impliziert frische bis feuchte, von *Sambucus nigra* und *Chenopodium* nährstoffreiche Verhältnisse im Umland. Es konnten die Moosgattungen *Drepanocladus* (*D. vernicosus/revolvens?*), cf. *Brachythecium* und *Campylium* (*Campylium* cf. *polygamum*) nachgewiesen werden.

Fehlende <sup>14</sup>C-Datierungen erschweren die zeitliche Einstufung des Materials. FUHRMANN (2015) datiert die Ablagerung anhand der Molluskenfauna in das jüngere Spätglazial. Anhand des lithologischen Befundes erscheint, wie bereits erwähnt, eine Datierung der Sedimente in das Alleröd (13.350–12.680 Warvenjahre BP, vgl. LITT et al. 2007, STRAHL 2005) wahrscheinlich.



**Abb. 4:** Nüsschen von *Betula nana* (ca. 1,0–1,5 mm groß), Fossilmaterial der Bohrung Saara 1/2013 Probe 150–140 cm (Foto: A. Stark).



**Abb. 5:** Blattreste vermutlich von *Betula nana* (max. Länge: 4 mm), Fossilmaterial der Bohrung Saara 1/2013 Probe 150–140 cm (Foto: A. Stark).



**Abb. 6:** Samen von *Typha* (max. Länge: 1 mm), Fossilmaterial der Bohrung Saara 1/2013 Probe 110–100 cm (Foto: E. Endtmann).

Subzone 3b (140–130 cm) umfasst ein geringmächtiges Torfband sowie nachfolgend Quellkalkablagerungen. Die Subzone zeigt lediglich eine Dominanz von *Carex* (vermutlich alles *Carex acutiformis*). Auch wenn die Art (wahrscheinlich) in der gesamten Zone nachgewiesen wurde, ist die beschriebene Dominanz hier klar mit der Ausbildung eines Torfbandes korreliert. Damit muss von der Existenz eines Großseggenriedes ausgegangen werden. Die Nachweise von *Alopecurus* cf. *geniculatus* und *Ranunculus* cf. *scelerathus* verweisen auf zeitweise überschwemmte Pionierfluren am Gewässer und einen gewissen Nährstoffreichtum. Auch Diasporen von *Poa annua* deuten auf nährstoffreiche und frische Bodenverhältnisse hin. *Chenopodium*-Funde belegen gleichfalls Nährstoffreichtum sowie offene Vegetation. Weiterhin konnten Reste von *Campyllum* cf. *polygamum* beobachtet werden.

In der Subzone 3c (130–100 cm) setzte sich die Ablagerung von Quellkalk zunächst fort. Der erbohrte Torf am Zonenende hatte einen hohen Zersetzungsgrad, was auf verlangsamtes Torfwachstum und/oder vermehrte Abbauprozesse hinweist. Als Ursache könnte eine verminderte Wasserschüttung angesehen werden, möglicherweise durch eine klimatisch trockenere Phase verursacht.

Am unmittelbaren Bohrpunkt war offenbar ein Großseggenried entwickelt. *Carex* (vermutlich überwiegend/ausschließlich *C. acutiformis*) fungierte weiterhin als Torfbildner. Der Fund von *Typha*-Diasporen verweist, wie bereits erwähnt, auf das Vorhandensein eines Röhrichts. Auf weiterhin nährstoffreiche Verhältnisse mit zeitweiser Überflutung deuten die Funde von *Ranunculus* cf. *scelerathus*. Erstmalig wurde *Urtica dioica* beobachtet. Als weiterer Zeiger für Nährstoffreichtum gilt neben *Chenopodium* auch *Sambucus nigra* (alle Angaben zur Ökologie nach ROTHMALER 2002). Die wenigen gefundenen Moosreste konnten nicht näher bestimmt werden.

Sowohl in den stark kalkhaltigen Sedimenten als auch im stark zersetzten Torf der Subzone 3c wurden Steinfrüchte von *Arctostaphylos uva-ursi* nachgewiesen (vgl. Abb. 7). Die Diasporen wurden vermutlich eingespült, denn die durch das Vorkommen von *Carex acutiformis* und *Typha* definierten feuchten Standorte werden von *Arctostaphylos* gemieden. Ein Vorkommen der Art wäre auf kiesig-sandigen Standorten flussnaher Sandbänke bzw. Uferwälle oder auf oberflächennah anstehendem Buntsandstein mit dünner Rohhumusaufgabe denkbar. Anstehender Buntsandstein findet sich derzeit in ca. 400 m Luftlinie an der sog. Teufelskirche (Abb. 1 und 8) bei Papiermühle (vgl. GEOLOGISCHE KARTE 1995; GLÄSSER 1995). HEMPEL (2009) vermutet, dass sich nicht an Torf gebundene Heidekrautgewächse erst im wärmebegünstigten Alleröd (13.350–12.680 Warvenjahre BP, vgl. LITT et al. 2007, STRAHL 2005) ausbreiten konnten. Damit könnte ein Maximalalter für die Diasporen der Bärentraube angegeben werden. Ein Minimalalter ergibt sich aus den Nachweisen der kaltzeitlichen Molluskenarten *Pupilla densegyrata* und *P. loessica* von FUHRMANN (2015). Beide Arten erloschen nach Angaben von FUHRMANN (1973) spätestens im beginnenden Präboreal (Präboreal: 11.590–10.640 Warvenjahre BP, vgl. LITT et al. 2007, STRAHL 2005).



**Abb. 7:** Steinkerne von *Arctostaphylos uva-ursi* (Länge ca. 3,0–4,0 mm), Fossilmaterial der Bohrung Saara 1/2013 Probe 110–100 cm (Foto: A. Stark).



**Abb. 8:** Anstehende, gut geklüftete Sandsteine und Konglomerate (Unterer Buntsandstein) an der Teufelskirche nahe des Schmöllner Ortsteiles Papiermühle (Foto: E. Endtmann).

#### Zone Saara 4 (100–70 cm)

Auf den stark zersetzten Torf der Subzone 3c folgt ein nur ca. 2 cm mächtiger gering zersetzter Torf. Anschließend setzt sich die Bildung des Quellkalkes fort. *Carex* war zunächst offenbar der Haupttorfbildner, da Moose für diese Zone nicht nachgewiesen wurden. Mit dem Aussetzen der Torfbildung ist *Carex* nur noch sporadisch belegt. Der Nachweis von *Typha* lässt den Fortbestand eines Röhrichs sowie meso- bis eutrophe Bedingungen vermuten. Auf das Vorhandensein nasser, zeitweise überfluteter Standorte deuten auch Funde von *Alopecurus cf. geniculatus*. Sie belegen, wie auch solche von *Urtica dioica* und *Cirsium arvense*, nährstoffreiche Bedingungen. Zwischen 90 cm und 80 cm konnte kein Sedimentmaterial erbohrt werden.

Bemerkenswert ist der Nachweis von *Alnus glutinosa*-Diasporen in der ältesten Probe (100–98 cm) dieser Zone. Nach pollenanalytischen Angaben von LITT (1994, Profile Bindersee, Zöschen, Elbe-Saale-Gebiet) und SCHNEIDER (2006, Profil Säulingsee, Werra-Aue) wandert die auf sicker- bis staunasse, zeitweise überschwemmte, nährstoffreiche Standorte (ROTHMALER 2002) hinweisende Schwarz-Erle erst im ausgehenden Boreal in Mitteldeutschland ein (Boreal: 10640–ca. 9200 Warvenjahre BP, vgl. LITT et al. 2007, STRAHL 2005). Ein jüngeres Alter der Nüsschen kann nicht ausgeschlossen werden. Der Quellkalk oberhalb 98 cm uGOK wird von FUHRMANN (2015) anhand der Befunde der Molluskenuntersuchung als eine Bildung des jüngsten Holozäns angesehen

Zwischen der Subzone 3c und der Zone 4 ist mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Hiatus von ca. 2.400 Jahren oder mehr ausgeprägt. Der beschriebene wechselnde Zersetzungsgrad im Torf wäre dabei als Hinweis auf eine solche zeitliche Lücke zu werten.

#### Saara 5 (70 cm–Geländeoberkante)

Die Bildung von Quellkalk setzt sich auch in dieser Zone zunächst fort, wobei im Gelände kein scharfer Übergang zum nachfolgenden Auelehm erkennbar war. Da aber ab einer Teufe von 60 cm uGOK keine Quellkalkbröckchen zu beobachten waren, wird hier die Grenze zum nachfolgenden Auelehm gezogen. Im Auelehm war ein Farbwechsel von grau zu braungrau zu beobachten. Vermutlich befand sich der untere, graue Bereich kontinuierlich im Bereich des Grundwassers, organisches Material fiel in geringerem Maße einer oxidativen Zersetzung anheim. Dennoch ist der Gehalt an pflanzlichen Makrofossilien eher gering. Im oberen, braungrauen Bereich verweisen Verockerungen und Bleichungsflecken auf wechselnde Grundwasserstände und damit Oxidationsprozesse. Zu belegen ist dies auch durch einen sich zunächst verringernden Organogengehalt des Sediments. Erst im Oberboden werden wieder höhere Organogengehalte beobachtet, die mit der vormaligen Nutzung als Streuobstwiese und Garten im Einklang stehen. In der Bohrung Saara betrug die Mächtigkeit des Auelehms nur 60 cm. Bohrungen in der Sprotteaue bei Großstörnitz ergaben ca. 200 cm mächtige Auelehmablagerungen (ENDTMANN et al. 2015). Im Bereich der Pleißeau wurden Mächtigkeiten von durchschnittlich 180 cm beobachtet (ENDTMANN et al. 2012). Aufgrund der hier beobachteten geringen Mächtigkeit der Auelehmablagerungen wird vermutet, dass ein weiterer Hiatus ausgeprägt ist.

Im Auelehm wurden neben Holzkohlepartikeln regelmäßig Ziegelreste und Schlackepartikel nachgewiesen. Aufgrund der Ziegelfunde datieren die Ablagerungen maximal in das Spätmittelalter. Geringere Alter sind durchaus möglich. Plastikreste verweisen auf eine Einstufung in die jüngere Neuzeit, wobei das Material auch infolge einer tiefgründigeren Bodenbearbeitung in tiefere Schichten verbracht worden sein könnte.

Bei den nachgewiesenen Pflanzenfossilien wurde ein reicheres Artenspektrum als zuvor beobachtet. Der untersuchte Teufenbereich von 70–30 cm bot ein recht einheitliches Bild. Die in dieser Zone nachgewiesenen Pflanzenarten bzw. -gattungen *Urtica dioica*, *Capsella bursa-pastoris*, *Euphorbia peplus*, *Chenopodium*, *Rumex*, *Polygonum* und *Silene* repräsentieren heute oftmals Unkrautgesellschaften (ROTHMALER 2002). Ihre Reste wurden vermutlich bei Hochwasserereignissen aus der Acker- und Grünlandvegetation vom Oberlauf der Sprotte eingetragen. Zusätzlich ist mit einem mehr lokal geprägten Eintrag zu rechnen. Eine Unterscheidung von autochthonen und allochthonem Pflanzenmaterial ist nicht möglich.

Funde von *Sambucus nigra*, *Rubus fruticosus* und *Silene* könnten die Existenz von Wald- und Wegrändern oder Gebüschsäumen belegen. Diasporen von *Phalaris arundinacea* und *Juncus* deuten auf zumindest bereichsweise feuchtere Verhältnisse. Dies steht vermutlich mit dem oberflächennah anstehendem Grundwasser und den sickerfeuchten Verhältnissen im Zusammenhang. Gleichzeitig könnte das Auftreten von *Juncus* Bodenverdichtung signalisieren. Nährstoffreiche Verhältnisse belegen die zahlreichen Funde von *Urtica dioica*, insbesondere in der obersten untersuchten Probe. Sie entstammen aber mit Sicherheit dem Diasporenpotential der sich spätestens mit der Nutzungsaufgabe entwickelnden und bis zum Projektbeginn im Oktober 2012 bestehenden Brennesselfur. Auskeimende Samen belegten eindrucksvoll den nahezu rezenten Charakter. Nach BEHRE (1981) verweisen Chenopodiaceae-Pollen insbesondere auf den Anbau von Sommergetreide, Brachflächen oder Ruderalgesellschaften, für Samen sollte dies ebenfalls gelten. Der Fund von *Euphorbia peplus* wird als Hinweis auf die Existenz lückiger Unkrautfluren in Gärten oder auf Äckern in Dorfnähe (OBERDORFER 1994) gewertet. In der Moosflora waren die Gattungen *Campyllum* (*C. cf. polygamum*) und *Brachythecium* etabliert.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Analyse pflanzlicher Makroreste der hier vorgestellten Bohrung gibt einen ersten Einblick über die landschafts- und vegetationsgeschichtliche Entwicklung der Sprotte bei Saara. Bemerkenswert sind die relativ mächtigen spätglazialen Quellschlammablagerungen. Wichtig wäre es nun, diese ersten Aussagen zu lokalen Umweltbedingungen mit pollenanalytischen Methoden zu hinterlegen. Damit wären weiterführende Aussagen sowohl zur lokalen als auch zur regionalen Entwicklung des Untersuchungsraumes möglich. Mit Hilfe zusätzlicher absoluter Altersdatierungen am ausgelesenen Pflanzenmaterial könnten die gewonnenen Informationen in einen exakten zeitlichen Kontext gesetzt werden. Die auf diese Weise gewonnenen komplexen vegetationsgeschichtlichen Daten wären im Zusammenhang mit den von FUHRMANN (2015) vorgelegten Untersuchungen zur Mollusken- und Ostrakodenfauna im hohen Maße geeignet, die spätglaziale und holozäne Landschaftsentwicklung des heutigen Altenburger Landes zu dokumentieren. Bisher gibt es lediglich wenige Einzeldarstellungen zum Einwanderungs- und Ausbreitungsgeschehen der früher bzw. heute in Ost-Thüringen etablierten Tier- und Pflanzenarten (vgl. u.a. MEYRICK 2002, STEBICH & SCHNEIDER 2002).

## 6 Danksagung

Bei den Bohrarbeiten half Frau Cordula Winter (Mauritianum Altenburg). Herr Dr. Andreas Stark fotografierte die Fossilfunde von *Betula nana* und *Arctostaphylos uva-ursi*. Eine kritische Diskussion der Ergebnisse erfolgte durch Dr. Roland Fuhrmann (Leipzig). Allen genannten Personen sei hiermit herzlich gedankt.

## 7 Quellenverzeichnis

- AALTO, M. (1970): Potamogetonaceae Fruits 1 – Recent and Subfossil Endocarps of the Fennoscandian Species. – *Acta Botanica Fennica* **88**: 1–85.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollendiagrams. – *Pollen et Spores* **23**: 225–245.
- BEIJERINCK, W. (1976): Zadenatlas der nederlandsche Flora: Ten behoeve van de Botanie, Paleontologie, Bodemcultuur en Warenkennis. – H. Veenmann & Zones, Wageningen.
- BERGREN, G. (1969): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions, Part 2 Cyperaceae. – Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- BERGREN, G. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions, Part 3 Salicaceae–Cruciferae. – Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. – Ferdinand Enke, Stuttgart.
- BIOLFLOR. – <http://www2.ufz.de/biolflor/overview/merkmale.jsp>.
- BIRKS, H. (2003): The importance of plant macrofossils in the reconstruction of Lateglacial vegetation and climate: examples from Scotland, western Norway and Minnesota, USA. – *Quaternary Science Reviews* **22**: 453–473.
- BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE (2013): Erstellung eines intergrierten Hochwasserschutzkonzeptes im Einzugsbereich der Sprotte. – Unveröff. Studie im Auftrag der Stadt Schmölln, Erfurt.
- BROUWER, W. & STÄHLIN, A. (1955): Handbuch der Samenkunde für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft. – DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/M.
- CAPPERS, R.T.J.; BEKKER, R.M. & JANS, J.E.A. (2012): Digitale Zadenatlas van Nederlands. – Groningen Archaeological Studies 4. – Barkhuis & Groningen University Library, Groningen.
- DIGITALE ZADENATLAS VAN NEDERLAND. – [<http://seeds.eldoc.ub.rug.nl>].
- DOEGE, A. (2008): Rote Liste Armleuchteralgen Sachsen. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Abt. Natur, Landschaft, Boden, Radebeul.
- ENDTMANN, E.; MORGENSTERN, U. & WINTER, C. (2012): Auf der Suche nach paläoökologischen Archiven in der Pleißeau zwischen Windischleuba und Remsa. – *Mauritiana* **23**: 239–269.
- ENDTMANN, E.; BAUMKÖTTER, G.; WINTER, C.; MORGENSTERN, U. & STEGEMANN, M. (2015): Ergebnisbilanz des ENL-Projektes „Sprotteau und FFH-Eremit-Lebensräume, Altenburger Land“. – *Mauritiana* **26**: 3–70.
- FFH-RICHTLINIE (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- FLORAWEB. – [<http://www.floraweb.de/pflanzenarten/artenhome.xsql?suchnr=828&>].
- FRAHM, J.P. & FREY, W. (1992): Moosflora. – Ulmer, Stuttgart.

- FUHRMANN, R. (1973): Die spätweichselglaziale und holozäne Molluskenfauna Mittel- und Westsachsens. – Freiburger Forschungshefte **C 278**.
- FUHRMANN, R. (1999): Klimaschwankungen im Holozän nach Befunden aus Talsedimenten Mitteldeutschlands. – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **11**: 3–41.
- FUHRMANN, R. (2012): Atlas quartärer und rezenter Ostrakoden Mitteldeutschlands. – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen **15**.
- FUHRMANN, R. (2015): Die Mollusken- und Ostrakodenfauna einer Bohrung in der Sprotte-Aue bei Saara (Landkreis Altenburger Land). – Mauritiana **26**: 116–128.
- GEOLOGISCHE KARTE VON THÜRINGEN 1:25.000, BLATT ALTENBURG 4050 (1995): Thüringer Landesanstalt für Geologie, Weimar.
- GLÄSSER, W. (1995): Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25.000 von Thüringen, Blatt Altenburg, Nr. 5040. – Thüringer Landesanstalt für Geologie, Weimar.
- HÄNDEL, D. (1967): Das Holozän der nordwestsächsischen Flußauen. – Hercynia **4**: 152–198.
- HEMPEL, W. (2009): Die Pflanzenwelt Sachsens von der Späteiszeit bis zur Gegenwart. – Weissdorn-Verlag, Jena.
- JÄGER, K.-D. (1965): Holozäne Binnenwasserkalke und ihre Aussagen für die eiszeitliche Klima- und Landschaftsentwicklung im südlichen Mitteleuropa. – Diss., Universität Jena.
- JESSEN, K. (1949): Studies in late quaternary deposits and flora-history of Ireland. – Proceedings of the Royal Irish Academie **52**/ Section B/ 6. – Hodges, Figgis & Co, Dublin.
- KATZ, N.J., KATZ, S.V. & KIPIANI, M.G. (1965): Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the quaternary deposits of the USSR. – Nauka, Moskau.
- KIRSTE, E. (1912): Geologisches Wanderbuch für Ostthüringen und Westsachsen. – Verlag Ferdinand von Enke, Stuttgart.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1964): Bestimmungsschlüssel für subfossile *Juncus*-Samen und Gramineen-Früchte. – Probleme der Küstenforschung **7**.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – Gustav Fischer, Jena.
- LANGE, E. & SCHULTZ, A. (1965): Pollenanalytische Datierung spätglazialer und holozäner Sedimente im zentralen Thüringer Becken. – Wissenschaftliche Zeitschrift Universität Jena, Math.-Nat. Reihe **14** (4): 55–58.
- LITT, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland. – Diss. Bot. **227**.
- LITT, T.; BEHRE, K.-E.; MEYER, K.-D.; STEPHAN, H.-J. & WANSCHA, S. (2007): Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. – Eiszeitalter und Gegenwart **56** (1/2): 7–65.
- LUTHARDT, V. & ZEITZ, J. (Hrsg.) (2014): Moore in Brandenburg und Berlin. – Natur+Text, Rangsdorf.
- MANIA, D.; SEIFERT, M. & THOMAE, M. (1993): Spät und Postglazial im Geiseltal (mittleres Elbe-Saalegebiet). – Eiszeitalter und Gegenwart **43**: 1–22.
- MEIER-UHLHERR, R.; SCHULZ, C. & LUTHARDT, V. (2011): Steckbriefe Moorsubstrate. – HNE Eberswalde (Hrsg.), Berlin.
- MEYRICK, R. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 2: Mollusken. – Beiträge zur Geologie von Thüringen N.F. **9**: 145–172.
- MICHAELIS, D. (2001): Schlüssel zur Bestimmung von Braunmoosen aus Torfen anhand einzelner Blättchen. – Telma **31**: 79–104.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – Ulmer, Stuttgart.
- PARTZSCH, M.; CREMER, J.; ZIMMERMANN, G. & GOLTZ, H. (2006): Acker- und Gartenunkräuter – ein Bestimmungsbuch. – Agrimedia, Bergen/Dumme.
- ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland. Band 4. Gefäßpflanzen. Kritischer Band. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

- SCHMINCKE, H.-U.; PARK, C. & HARMS, E. (1999): Evolution and environmental impacts of the eruption of Laacher See Volcano (Germany) 12,900 a BP. – *Quaternary International* **61**: 61–72.
- SCHNEIDER, H. (2006): Die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des oberen und mittleren Werratales. – Diss. Bot. **403**.
- SCHOCH, W.H.; PAWLICK, B. & SCHWEINGRUBER, F.H. (1988): Botanische Makroreste. – Paul Haupt, Bern.
- STEBICH, M. & SCHNEIDER, H. (2002): Bedeutende Fossilvorkommen des Quartärs in Thüringen. Teil 1: Mikro- und Makrofloren. – Beiträge zur Geologie von Thüringen N. F. **9**: 119–144.
- STOLZ, C. & RIEDEL, W. (2014): Die Anlage künstlicher Kleingewässer. Auswirkungen in Bezug auf Natur-, Landschafts- und Bodenschutz. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **46** (12): 370–376.
- STRAHL, J. (2005): Zur Pollenstratigraphie des Weichselspätglazials von Berlin-Brandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beiträge* **12** (1/2): 87–112.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TOPOGRAPHISCHE KARTE BLATT 5040 ALTENBURG (2011): Maßstab 1:25.000. – Thüringisches Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Erfurt, © GeoBasisDE/TLVermGeo, Gen.-Nr. 00618/2015.
- VAN ASCH, N.; KLOOS, M.E.; HEIRI, O.; DE KLERK, P. & HOEK, W.Z. (2012): The Younger Dryas cooling in northeast Germany: summer temperature and environmental changes in the Friedländer Große Wiese region. – *Journal of Quaternary Science* **27** (5): 531–543.
- WEBER, H. (1919): Über spät- und postglaziale lakustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhraniederung b. Lobstädt und Borna und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremen* **24**: 189–268. – zitiert in: FRENZEL, H. (1930): Entwicklungsgeschichte der sächsischen Moore und Wälder seit der letzten Eiszeit. – *Abhandlungen des Sächsischen Geologischen Landesamtes* **9**.

Eingegangen am 26.03.2015

Dr. ELISABETH ENDTMANN  
 Naturkundliches Museum Mauritium  
 Parkstraße 1  
 D-04600 Altenburg  
 Email: endtmann@mauritianum.de