

1/2
2016

Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge



Titelbild (zum Beitrag SCHLAAK, N. & S. KOWALSKI, S. 59–64):

Kappung der Bodenoberflächen im Umfeld der Rummelsberge, Blick nach Osten, links: Kleiner Rummelsberg mit Aussichtspunkt

Erosion of the soil surfaces around the both Rummelsberge, view to the east, Kleiner Rummelsberg with lookout point on the left side of the picture

Foto: N. SCHLAAK 10/2006

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Präsident: Hans-Georg Thiem
Inselstr. 26, 03046 Cottbus
Telefon: (0355) 48640-0, Telefax: (0355) 48640-510, e-mail: lbgr@lbgr.brandenburg.de, Internet: www.lbgr.brandenburg.de

Schriftleitung: Dr. Jaqueline Strahl

Redaktionsbeirat: Dr. Jaqueline Strahl, Dr. Werner Stackebrandt, Dr. Hans Ulrich Thieke, Angelika Seidemann,
Prof. Dr. Ralf-Otto Niedermeyer, Alexander Limberg, Prof. Dr. Thomas Raab

Fachredaktion: Dr. Jaqueline Strahl
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
Inselstr. 26, 03046 Cottbus
Tel. (0355) 48640-156, Fax (0355) 48640-510, e-mail: jaqueline.strahl@lbgr.brandenburg.de, <http://www.lbgr.brandenburg.de>

Hinweise zur Abfassung der Manuskripte sind auf der 3. Umschlagseite des Heftes angegeben.
Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

Erscheinungsweise: Die Schriftenreihe erscheint i. d. R. jährlich in einem Doppelheft. Gebühr für dieses Heft: 12,00 €

Layout, Satz und Druck: LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)

Printed in Germany
ISSN 0947-1995

Beiträge
zum Grundwasser in Berlin,
zur Landschaftsgenese, Geoökologie und zum Quartär in
Gebieten Brandenburgs,
zu jungen geologischen Aktivitäten des Diapirs Sperenberg,
zur lithologischen Interpretation und zu stratigraphischen
Niveaus reflexionsseismischer Horizonte im Untergrund
Brandenburgs einschließlich Berlins
sowie
zu fossilen Hölzern aus dem Geschiebe Brandenburgs

	INHALT	CONTENTS	Seite
ULRIKE HÖRMANN & HARTMUT VERLEGER	Eine Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das Panketal in Berlin	Map of the expected highest groundwater level for the Berlin Panke valley	3–9
ALEXANDER LIMBERG, OLIVER JONAS & ANNETTE KOLBERG	Detektion möglicher Fehlstellen im Rupelton durch Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit in tiefen Grundwassermessstellen im Land Berlin	Detection of possible defects in the Rupelian clay by measuring the specific electro-conductivity in deep groundwater wells in Berlin	11–15
SIXTEN BUSSEMER, AXEL HEISE, CHRISTOPH KUNKEL, JENS MEISEL, PETER GÄRTNER & NORBERT SCHLAAK	Zu Aspekten der landschaftsgenetischen und geoökologischen Entwicklung im Ruppiner Land (NW-Brandenburg)	Special aspects of landscape genetics and ecology in the Ruppiner Land (NW Brandenburg)	17–32
SIXTEN BUSSEMER, PETER GÄRTNER, AXEL HEISE, CHRISTOPH KUNKEL & JAQUELINE STRAHL	Die Entwicklung des Wandlitzer Sees und seiner Umgebung (Naturpark Barnim) seit dem ausgehenden Weichsel-Glazial	Development of the lake Wandlitz with its surrounding landscape (nature park Barnim) since the very end of the Weichselian glacial	33–58
NORBERT SCHLAAK & SLAWOMIR KOWALSKI	Drumlin vs. Kame – die Rummelsberge bei Brodowin	Drumlin vs. Kame – the so-called `Rummelsberge` near Brodowin	59–64
HERBERT SÜSS	Zwei neue Monimiaceae- Hölzer der Morphogattung <i>Hedycaryoxylon</i> SÜSS, <i>H. kruegeri</i> aus dem Geschiebe von Brandenburg, Deutschland und <i>H. wealdenense</i> aus der Kreide von Sussex, England	Two new Monimimaceae-woods of the morphogenus <i>Hedycaryoxylon</i> SÜSS, <i>H. kruegeri</i> from the erratic blocks of Brandenburg, Germany and <i>H. wealdenense</i> from the Cretaceous of Sussex, England	65–71
HERBERT SÜSS	Ein <i>Sambucus</i> -Holz aus dem Geschiebe des Eberswalder Urstromtals, Brandenburg, Deutschland	A <i>Sambucus</i> -wood from the erratic blocks of Eberswalder Urstromtal, Brandenburg, Germany	73–76
WERNER STACKEBRANDT	Nachweis junger geologischer Aktivitäten des Diapirs von Sperenberg (Brandenburg) mittels Laserscanaufnahmen	Evidence of young geologic activities at the diapir of Sperenberg (Brandenburg) using laserscan records	77–83
MICHAEL GÖTHEL	Lithologische Interpretation und stratigraphisches Niveau der reflexionsseismischen Horizonte im Untergrund Brandenburgs einschließlich Berlins	Evaluation, lithological interpretation and stratigraphic correlation of the seismic reflection interfaces into the deep underground of the federal states Brandenburg and Berlin, Germany	85–90

	INHALT	CONTENTS	Seite
	Aus dem Landesamt	From the Geological Survey	
	Leitung des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) neu besetzt	State Office of Mining, Geology and Raw Materials (LBGR) Brandenburg with new leadership	10
ANGELIKA SEIDEMANN	„Energie bewegt uns“ – Veranstaltung des LBGR zur 26. Cottbuser Umweltwoche	„Energy is moving us“ – event of LBGR on the occasion of the 26th week of environment	16
SILVIO JANETZ & BERND SCHRATH	LBGR-Geoportal mit über 150 digitalen Karteninhalten freigegeben	Geological portal of the LBGR with 150 digital maps is released	72
	Kurzmitteilungen	Short news	
CATHRIN VOGELL	Veranstaltung Gestein des Jahres 2016 am 22. April 2016 in Hartmannsdorf	Event „rock of the year 2016“ in Hartmannsdorf	84

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 3–9	5 Abb., 1 Tab., 4 Zit.
------------------------------	---------	----------------	--------	------------------------

Eine Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das Panketal in Berlin

Map of the expected highest groundwater level for the Berlin Panke valley

ULRIKE HÖRMANN & HARTMUT VERLEGER

1 Einführung und Problemstellung

Die Arbeitsgruppe Landesgeologie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt in Berlin erteilt Auskünfte zum Grundwasserstand. Hierzu zählt auch die Angabe des höchsten Grundwasserstandes, dessen Kenntnis insbesondere für das Bauwesen für die Frage der Bauwerksabdichtung gegen drückendes Wasser und für geotechnische Sicherheitsnachweise von Bedeutung ist.

Die Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes wird durch die Fachleute der Senatsverwaltung seit Jahrzehnten anhand von langjährigen Grundwasserstandsmessungen vorgenommen. Dafür steht im Land Berlin ein umfangreiches Netz von Grundwassermessstellen zur Verfügung, das derzeit rd. 2000 Messstellen umfasst. Unter dem Begriff „höchster Grundwasserstand“, abgekürzt „HGW“, wird hier ein beobachteter höchster Grundwasserstand, d. h. der Maximalwert einer Grundwasserstandsganglinie verstanden. Sofern direkt auf dem Grundstück, für das der HGW angefragt wird, keine Grundwassermessstelle mit hinreichend langer Beobachtungsdauer vorhanden ist – was in der Regel der Fall ist – wird der HGW aus drei registrierten Maximalwerten des Grundwasserstandes in der Umgebung durch Interpolation bestimmt (LIMBERG et al. 2010).

Bei der Ermittlung des HGW muss zunächst eine Beurteilung der verwendeten Daten zu den Grundwassermessstellen, Ganglinien, HGW-Werten und Schichtenverzeichnissen von Bohrungen hinsichtlich ihrer Eignung erfolgen. Gegebenenfalls sind auch Pegeldata von benachbarten Oberflächengewässern hinzuzuziehen. Das bedeutet einen relativ hohen Zeitaufwand von fachkundigem und erfahrener Personal.

Da der HGW als beobachteter Höchststand des Grundwassers auch von der Dauer und der Häufigkeit der Grundwasserstandsmessungen abhängt, kann er für die Bemessung von Bauwerken unmittelbar nur dann verwendet werden, wenn davon auszugehen ist, dass er auch zukünftig nicht überschritten wird, aber in extrem niederschlagsreichen Zeiten durchaus erreicht werden kann. Im Berliner Stadtgebiet ist das keines-

wegs immer der Fall, weil einerseits die Dauer der Grundwasserbeobachtung unterschiedlich lang ist und andererseits die künstlichen Veränderungen der Grundwasseroberfläche, beispielsweise durch Grundwasserentnahmen und -einleitungen, z. T. sehr ausgeprägt sind. Deshalb hat sich die Arbeitsgruppe Landesgeologie zum Ziel gesetzt, Karten des „zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes“, abgekürzt „zeHGW“, zu entwickeln und auch der Öffentlichkeit über das Internet zu Verfügung zu stellen. Dieser für die Bauwerksbemessung ausgeprägtere Wert wird wie folgt definiert:

Der zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) ist derjenige, der sich witterungsbedingt maximal einstellen kann. Er kann nach extremen Feuchtperioden auftreten, sofern der Grundwasserstand in der Umgebung durch künstliche Eingriffe weder abgesenkt noch aufgehört wird.

Die Anfertigung der zeHGW-Karten erfolgt zunächst getrennt für die einzelnen hydrogeologischen Teilräume im Land Berlin:

- das Warschau-Berliner Urstromtal, das das Berliner Stadtgebiet von Südosten nach Nordwesten durchzieht,
- das Panketal, bei dem es sich um ein Nebental des Urstromtals handelt,
- die Barnim-Hochfläche im Nordosten,
- die Teltow-Hochfläche und die Nauener Platte im Südwesten.

Die Gültigkeitsbereiche dieser Karten sind aus der Abbildung 1 zu ersehen. Es ist vorgesehen, sie später zu einer Gesamtkarte zusammenzuführen.

Begonnen wurde mit der Karte für das Urstromtal, die seit 2009 von der Senatsverwaltung für das Grundwasserauskunftsbesuchen benutzt wird. Die ebenfalls schon vorhandene Karte für die Barnim-Hochfläche befindet sich in der Prüfungsphase. Die Karte für die Teltow-Hochfläche und die Nauener Platte auf Berliner Gebiet ist zur Zeit in Arbeit. Fertiggestellt und auch schon in Benutzung ist die Karte für das Gebiet des Panketals. Nach einer Beschreibung der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in diesem Bereich wird diese Karte und die bei ihrer Entwicklung angewendete Methode im Folgenden vorgestellt.

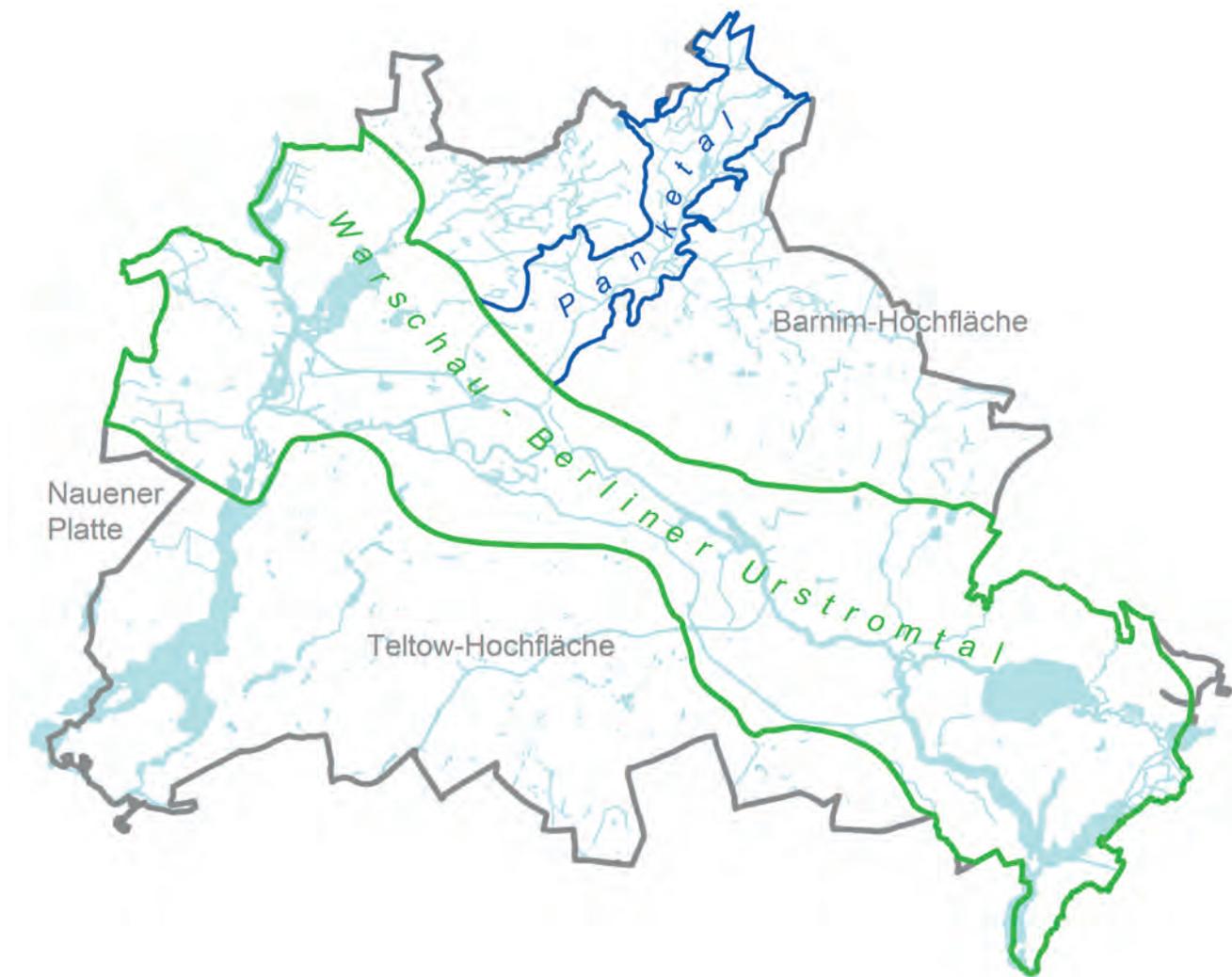


Abb. 1: Gültigkeitsbereiche der Berliner zeHGWL-Karten für das Urstromtal (grün) und das Panketal (blau)
 Fig. 1: Validity ranges of the Berlin maps of the expected highest groundwater level (exp. HGWL) for the glacial valley (green) and the Panke valley (blue)

2 Geologie, Hydrogeologie und Nutzung

Das Panketal im Nordosten Berlins, welches eine Fläche von ca. 30 km² einnimmt, bildet als Erosionsrinne auf der Grundmoräne der Barnim-Hochfläche ein Nebental des Warschau-Berliner Urstromtals.

Spätweichselkaltzeitlich wurden hier vorwiegend Sande abgelagert, die lokal von holozänen Torf- und Muddebildungen bedeckt werden (s. Abb. 2). Im Detail kann ein sehr heterogener Schichtenaufbau vorkommen, wobei Einschaltungen von organischen oder bindigen Sedimenten verbreitet sind.

Die z. T. schwach kiesigen Sande bilden den eigenständigen, ungespannten Panketalgrundwasserleiter über dem bedeckten, gespannten Hauptgrundwasserleiter. Seine Abgrenzung wird im Westen und Osten durch den Ausbiss der holozänen Sande dargestellt, im Norden setzt er sich in oberflächennah anstehenden glazialen Sanden fort. Aufgrund des Auskeilens des Geschiebemergels der Hochfläche in südwestlicher

Richtung verzahnt sich der Panketalgrundwasserleiter mit dem Hauptgrundwasserleiter im Warschau-Berliner Urstromtal, wodurch ein hydrogeologisch komplizierter Übergangsbereich entsteht.

Kennzeichnend sind eine geringe Mächtigkeit von wenigen Metern, selten über 10 m, und ein geringer Flurabstand, der wenige Meter, teilweise auch nur Dezimeter beträgt. Die Vorflut des oberflächennahen Panketalgrundwasserleiters wird durch die Panke und ihre Nebengewässer gebildet.

Im Gegensatz zum Urstromtal, in dem Grundwasserentnahmen für die Trink- und Brauchwasserversorgung von erheblicher Relevanz für die Grundwasserhöhen des Hauptgrundwasserleiters sind, hat der Panketalgrundwasserleiter, bedingt durch seine geringe Ergiebigkeit, nur sehr untergeordnete wasserwirtschaftliche Bedeutung. Für die Grundwasserförderung in den ehemals im Panketal ansässigen Gemeindewasserwerken Pankow, Rosenthal und Niederschönhausen, deren Betrieb bis Mitte der 1930er Jahre ein-

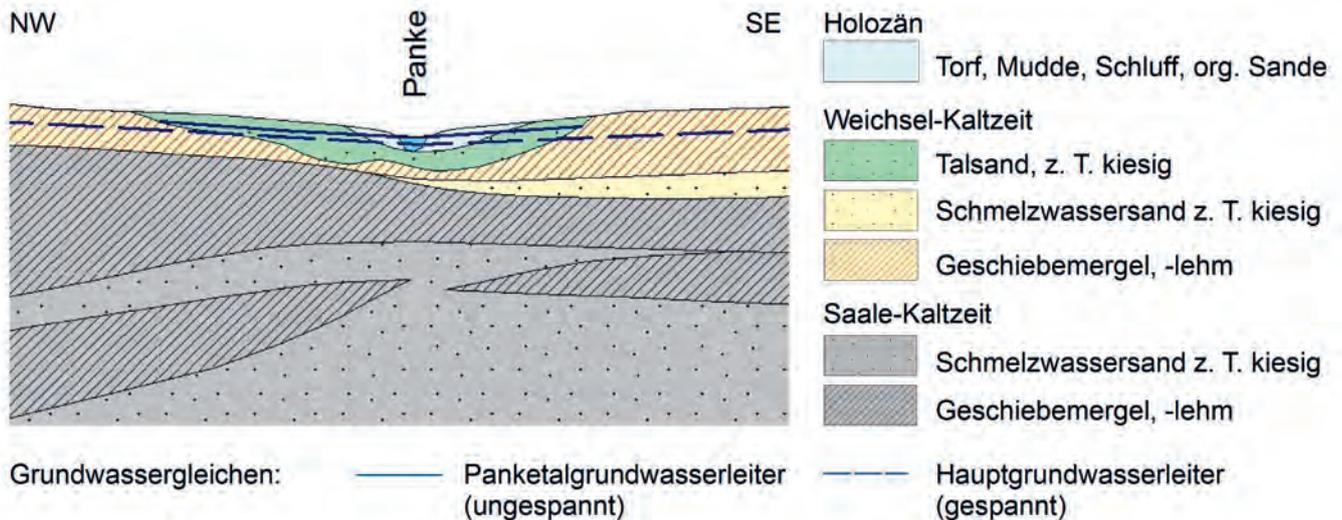


Abb. 2: Schnitt durch das Panketal im nordwestlichen Teil der Barnim-Hochfläche

Fig. 2: Cross section through the Panke valley in the north-western part of the Barnim Plateau

gestellt wurde, sowie in dem 1997 stillgelegten Wasserwerk Buch, wurde der tiefere Hauptgrundwasserleiter genutzt.

Anthropogene Beeinflussungen wirkten sich erheblich im nördlichen Teil des Panketals aus, da ab Ende des 19. Jahrhunderts auf den weitläufigen Feldern in Buch und Hobrechtsfelde ungeklärtes Abwasser aufgebracht wurde. Durch die Rieselfeldbewirtschaftung, bei der eine Reinigung des Abwassers über die Bodenpassage und Ableitung über Entwässerungsgräben in die Vorflut erfolgte, wurde auch im Abstrom eine Erhöhung der Grundwasserstände sowie der Abflüsse verursacht. Mit der Inbetriebnahme des Klärwerks in Schönierlinde wurde die Verrieselung von Abwasser Mitte der achtziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts eingestellt. Infolgedessen kam es durch das Absinken der Grundwasseroberfläche und der Verringerung der oberirdischen Abflüsse zu deutlichen Beeinträchtigungen der ökologischen Bedingungen auf den mittlerweile als Naherholungsgebiet genutzten ehemaligen Rieselfeldflächen.

Andere künstliche Eingriffe in die hydraulischen Verhältnisse des Panketalgrundwasserleiters haben neben den üblichen Grundwasserabsenkungen für Bauzwecke, insbesondere in den südlich der Rieselfeldstandorte anschließenden Siedlungsgebieten stattgefunden. Es handelt sich um die Anlage von Gräben, die wie z. B. der 1938 in Betrieb genommene Nordgraben, zu einer Entlastung der durch Rieselwasser beaufschlagten Panke bei starken Regenfällen führten oder um Entwässerungsgräben, um die Gebäude vor Vernässung durch flurnah anstehendes Grundwasser zu schützen.

3 Methode der Kartenentwicklung

Die Entwicklung der zeHGW-Karte für das Urstromtal geschah mit Hilfe eines numerischen Grundwasserströmungsmodells. Dies war hier nicht zuletzt insofern zwingend

notwendig, da in weiten Bereichen die Grundwasserbeobachtung erst nach der intensiven Grundwassernutzung zur Trinkwasserversorgung durch die Berliner Wasserwerke aufgenommen wurde. Demzufolge sind die gemessenen höchsten Grundwasserstände keine zu erwartenden höchsten Grundwasserstände im Sinne der oben genannten Definition, die für die Bemessung im Bauwesen relevant sind. Die Berechnung der zeHGW-Verteilung im Urstromtal erfolgte über Grundwassersimulationsrechnungen für extrem feuchte Perioden (LIMBERG et al. 2010).

Für die Entwicklung der zeHGW-Karte im Gebiet des Panketals war anfangs dieselbe Methode vorgesehen. Für diesen Bereich ist zunächst ein Grundwassermodell erstellt worden, das im Grundsatz für wasserwirtschaftliche Fragestellungen zur Verfügung steht und auch schon genutzt worden ist. Bereits bei den Arbeiten zu diesem Modell zeigte sich aber, dass die erforderliche Datenlage zur Hydrologie und Hydrogeologie in einigen Bereichen vergleichsweise gering ist. Die Berechnung einer vorläufigen zeHGW-Karte und deren kritische Prüfung führte zu der Bewertung, dass das Modell in diesen Teilbereichen die besonders hohen Qualitätsanforderungen, die an ein zeHGW-Modell zu stellen sind, gegenwärtig noch nicht erfüllt.

Da die anthropogene Beeinflussung der Grundwasserhöhe im Panketal anders als im Berliner Urstromtal relativ gering ist, können hier gemessene HGW-Werte bei der Entwicklung der zeHGW-Karte als Grundlage berücksichtigt werden. Dabei umfasst die zeHGW-Karte des Panketals nicht allein das Panketal im engeren Sinne, wie es auf der geologischen Karte von Berlin ausgewiesen ist, sondern auch einen kleinen angrenzenden Teil des Urstromtals. Es handelt sich hierbei um einen Übergangsbereich zwischen beiden Teilräumen, der hydrogeologisch eher dem Panketal mit seinem relativ gering mächtigen obersten Grundwasserleiter zuzurechnen ist.

3.1 Festlegung der zeHGW-Werte der einzelnen Messstellen

Bei der gewählten Methode wurde für alle geeigneten Grundwassermessstellen auf der Basis der gemessenen Werte ein Höhenwert festgelegt, von dem angenommen werden kann, dass er unter den gegebenen hydraulischen Randbedingungen in extrem niederschlagsreichen Zeiten zwar erreicht aber nicht überschritten werden kann. Es handelt sich dabei um eine Schätzung des zeHGW, bei der aber nicht ausschließlich die gemessenen Werte, sondern auch andere Informationen – z. B. über die historische Entwicklung der Grundwasserbenutzung – eingeflossen sind. Nachfolgend wurde für diese zeHGW-Werte die Verteilung im Panketalgrundwasserleiter berechnet.

Dieses Verfahren setzt ein hinreichend dichtes Netz von Grundwassermessstellen voraus. Für den Panketalgrundwasserleiter außerhalb der Innenstadt stehen erst seit Mitte der dreißiger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts Aufzeichnungen der Grundwasserstände zur Verfügung, wobei die längsten Messreihen im Ortsteil Niederschönhausen sowie entlang der Panke vorhanden sind. Der weitere Ausbau des Messnetzes im Panketalgrundwasserleiter folgte sukzessive im Rahmen der fortschreitenden Urbanisierung in den Siedlungsgebieten. Grundwasserstandsaufzeichnungen im Bereich der Grün- und Freiflächen, auch der ehemaligen Rieselfelder, liegen dagegen meist erst seit Mitte der 1980er Jahre vor.

Für die Erstellung der Karte des zeHGW im Panketal standen Messwerte aus 105 Grundwassermessstellen mit einer Verfilterung in den Sanden oberhalb der Grundmoränensedimente (GWL 1.2 nach der Grundwasserleiternomenklatur

von LIMBERG & THIERBACH 2002) zur Verfügung, davon liegen ein Drittel im Übergangsbereich zum Urstromtal.

Methodisch wurde wie folgt verfahren:

Alle Ganglinien der Grundwassermessstellen aus dem Archiv der Senatsverwaltung, die im Panketalgrundwasserleiter verfiltert sind, wurden auf ihre Eignung untersucht. Dazu zählte insbesondere eine Beurteilung der Grundwasserstände hinsichtlich einer möglichen künstlichen Beeinflussung und etwaiger Datenfehler. Ein Ergebnis dieser Untersuchung war, dass die Grundwasserstände vor 1990 deutlich häufiger und meist auch stärker beeinflusst sind als in der Zeit danach. Eine wesentliche Ursache hierfür ist der Betrieb der Rieselfelder im nördlichen Teil des Panketals, der in den 1980er Jahren eingestellt wurde, und örtlich eine deutliche Anhebung des Grundwasserstands bewirkt hat. Die zur Zeit des Rieselfeldbetriebs gemessenen höchsten Grundwasserstände sind daher keine zu erwartenden höchsten Grundwasserstände. Im Ergebnis dieser Ganglinienanalyse sind nur Messdaten ab 1990 für die zeHGW-Bestimmung verwendet worden. Als Beispiel ist in Abbildung 3 eine Ganglinie dargestellt, an der der deutliche Abfall des Grundwasserstandes nach der Beendigung des Rieselfeldbetriebs zu erkennen ist.

Zur Festlegung des zeHGW ist für jede Grundwassermessstelle der höchste Grundwasserstand extrahiert und mit einem Zuschlag versehen worden (s. Abb. 4):

$$\text{zeHGW} = \text{HGW} + \text{Zuschlag}$$

Der Zuschlag wurde aufgrund verschiedener Überlegungen zur Abschätzung der Zuverlässigkeit der Erfassung höchster Grundwasserstände festgelegt. Dabei wurde vor allem die Messhäufigkeit und die Dauer der Beobachtung der Grundwassermessstellen berücksichtigt und so eine Kategorisierung in vier Typen vorgenommen. Der Mindestzuschlag auf

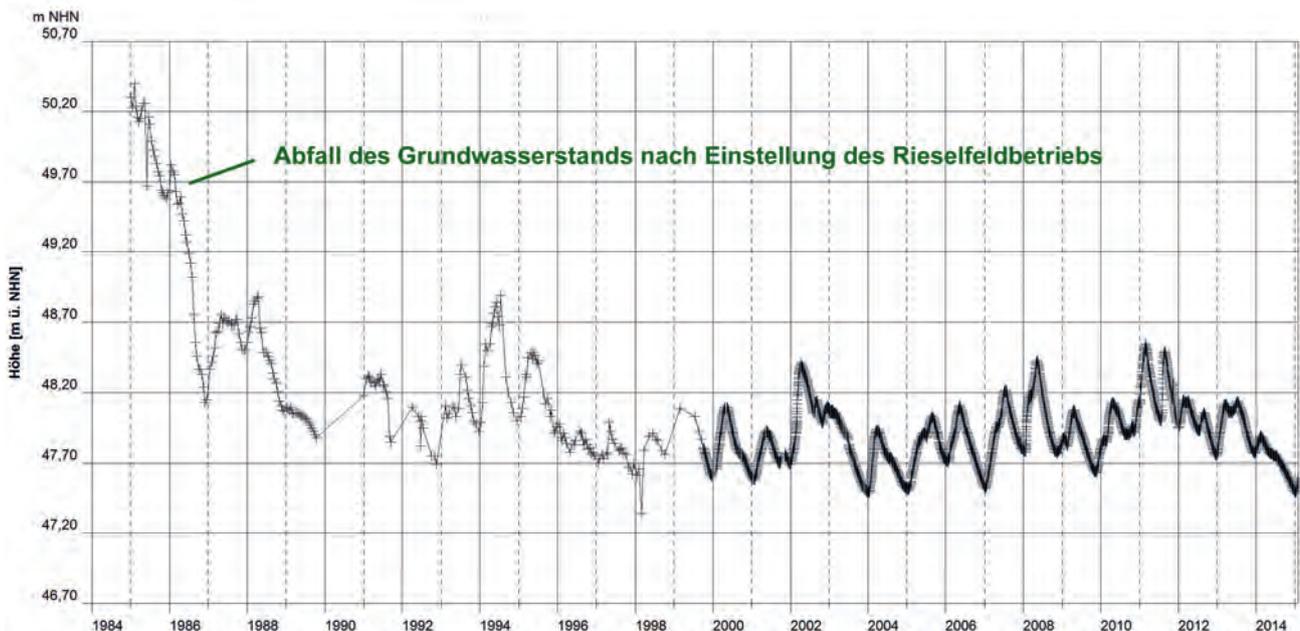


Abb. 3: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle 5390 südlich der ehemaligen Rieselfelder

Fig. 3: Groundwater hydrograph of the observation well 5390 located in the south of the former sewage fields

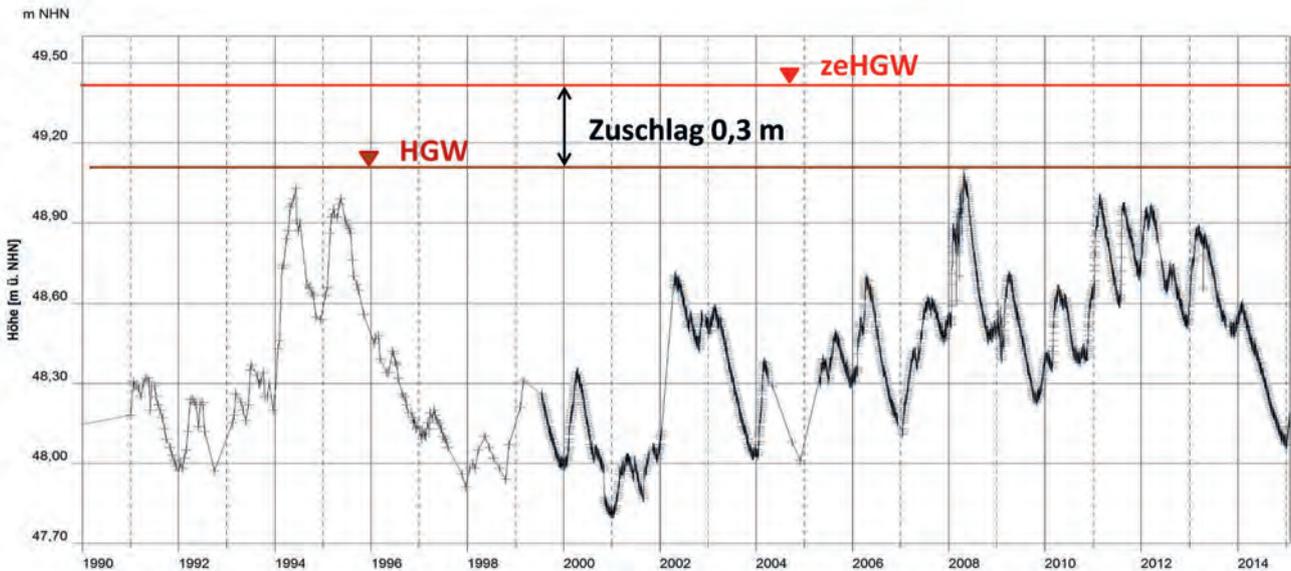


Abb. 4: Festlegung des zeHGW-Wertes am Beispiel der Grundwasserstandsganglinie der Messstelle 5388

Fig. 4: The hydrograph of observation well 5388 taken as an example for the definition of the value of the exp. HGWL

den HGW beträgt 0,3 m. Dieser Wert gilt für Messstellen, die die Zeit von 2007 bis 2012 durch häufige Messungen gut erfassen (Typ 1). In diesem Zeitraum sind allgemein in Berlin die höchsten Grundwasserstände unter den derzeit herrschenden geohydraulischen Randbedingungen (vgl. zeHGW-Definition) beobachtet worden.

HGW-Werte von Grundwassermessstellen, die die Zeit allgemein hoher Grundwasserstände erfassen aber eine kleinere Messfrequenz besitzen (Typ 2), wurden mit Zuschlägen von 0,5 m versehen. Das gleiche gilt generell auch für Messstellen, die die Zeit hoher Grundwasserstände nur teilweise erfassen (Typ 3). Für diese Messstellen ist ein sogenannter extrapolierter HGW anhand von Ganglinien in der Umgebung abgeschätzt worden. Grundwassermessstellen, die nur sporadisch gemessen worden sind, wurden nur zur Kontrolle nach Berechnung der zeHGW-Verteilung benutzt (Typ 4).

3.2 Berechnung und Darstellung der zeHGW-Karte

Nach der Festlegung der zeHGW-Werte für alle 105 Grundwassermessstellen wurde ihre flächenhafte Verteilung durch Interpolation mit dem Programmsystem SURFER berechnet und als Grundwassergleichen dargestellt. Um einen widerspruchsfreien Übergang zur zeHGW-Karte des Urstromtales zu erreichen, wurden an der Grenze beider Karten die Höhen der Urstromtalkarte hierbei als Stützpunkte berücksichtigt.

Für die Interpolation wurden die gleichen geostatistischen Parameter wie bei der monatlichen Erstellung der aktuellen Grundwassergleichenkarte gewählt (HANNAPPEL et al. 2007). Lediglich die Geometrie des Gitters wurde verändert, wobei die Ausdehnung des Gitters vergrößert und der Abstand des Gitters reduziert wurde, um eine höher auflösende Darstellung insbesondere in den Randbereichen des Panketals zu ermöglichen (Tab. 1).

Rechtswert Soldner (Min/Max)	16 000/35 500
Hochwert Soldner (Min/Max)	22 100/39 000
Gitterabstand (Spacing)	12,5 m
Anzahl der Gitterlinien	$x = 1\ 353/y = 1\ 561$
Variogrammmodell	linear
Slope	0,001615
Anisotropieverhältnis (Ratio)	2
Anisotropiewinkel (Angle)	128,6°
Kriging-Type	Point
Drift-Typ	kein
Interpolationstyp	linear
Anzahl Sektoren	no search (use of all data)
max. Anzahl Daten in allen Sektoren	no search (use of all data)
max. Anzahl Daten pro Sektor	no search (use of all data)
Mindestanzahl Daten im Suchbereich	no search (use of all data)
Anzahl der max. freien Sektoren	no search (use of all data)
Suchellipse Radius	no search (use of all data)
Suchellipse Winkel	no search (use of all data)

Tab. 1: Geostatistische Parameter für die Interpolation des zeHGW im Panketal

Tab. 1: Geostatistical parameters for the interpolation of the exp. HGWL in the Panke valley

4 Kartenbeschreibung

Mit der entwickelten Karte für das Panketal liegt nun erstmalig eine flächenhafte Darstellung des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes vor.

In vereinfachter Form ist die Karte in Abbildung 5 wiedergegeben. Die Linien gleichen zeHGW besitzen hier einen Höhenabstand von 1 m. Auf der Karte, die zur Grundwasserauskunft benutzt wird, ist der zeHGW durch Isolinien mit einem Höhenabstand von einem Dezimeter differenzierter dargestellt.

Gut zu erkennen ist die generelle Grundwasserfließrichtung im Panketal von Nordosten nach Südwesten zum Berliner Urstromtal hin. Die Höhe des zeHGW fällt dabei von etwa +59,0 m NHN an der Landesgrenze zu Brandenburg auf etwa +33,0 m NHN am Rand des Urstromtals ab. Der Verlauf der Isolinien ist ähnlich dem der Grundwasserspiegeln auf den Karten des aktuellen Grundwasserstands. Auch dadurch erscheint die zeHGW-Karte plausibel.

Da die Karte für unterschiedliche Fragestellungen zur Verfügung gestellt wird, beinhalten die zu erwartenden höchsten Grundwasserstände keine anwendungsbezogenen pauschalen Sicherheitszuschläge. Die für den Bereich des Panketals teilweise differenzierten Zuschläge auf den HGW (0,3 bis 0,5 m, s. o.) wurden lediglich wegen der unterschiedlich guten Erfassung höchster Grundwasser-

stände und der hier im Vergleich zum Urstromtal relativ hohen natürlichen Amplitude des Grundwassergangs gewählt.

5 Ausblick

Mit der zeHGW-Karte für das Panketal liegt nun neben der Karte für das Berliner Urstromtal eine weitere flächenhafte Darstellung des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes im Land Berlin vor. Nachdem sich die Karte in der Praxis des Grundwasserauskunftswesens der Senatsverwaltung bewährt hat, wird sie seit September 2015 zusammen mit einer Erläuterung der Öffentlichkeit im Internet zur Verfügung gestellt (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i219.htm>). Insbesondere bei der Anwendung im Bauwesen ist dabei auf die Verantwortung

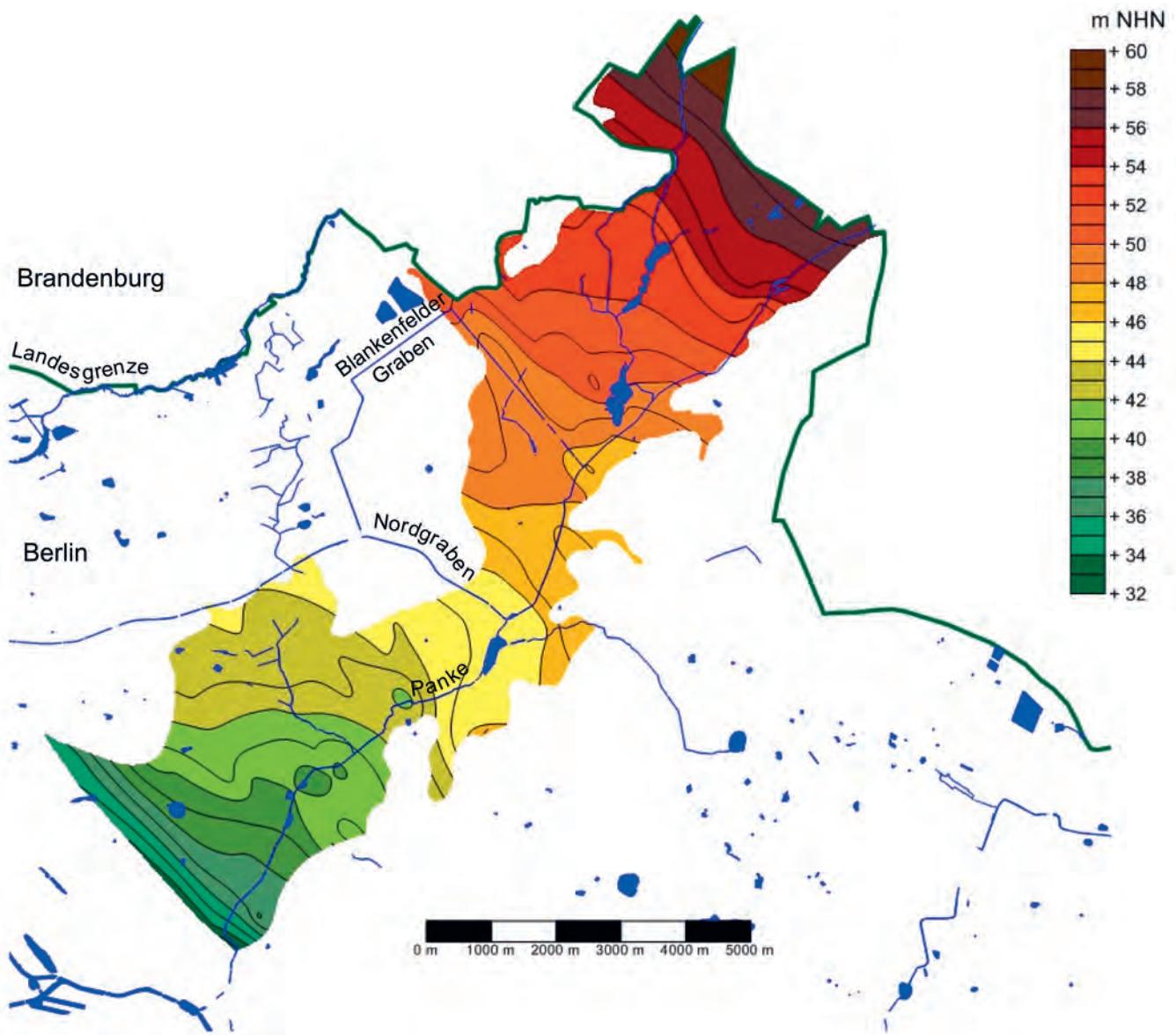


Abb. 5: Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das Gebiet des Panketals
 Fig. 5: Map of the exp. HGWL for the region of the Panke valley

des Bauherrn, seines Planers und seiner Fachgutachter hinzuweisen, die den örtlichen geologischen Schichtenaufbau sachgerecht einzubeziehen haben.

Die Karte stellt den aktuellen Wissenstand zum zeHGW dar. Sie kann aber nur von den derzeit herrschenden geohydraulischen Randbedingungen ausgehen. Dabei ist nicht auszuschließen, dass sich diese Randbedingungen – auch ohne unmittelbare Eingriffe durch den Menschen – langfristig ändern können und einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf den Grundwasserstand haben. Genannt seien hierzu mögliche Änderungen der Grundwasserneubildung infolge des Klimawandels, die gegenwärtig noch nicht sicher genug abgeschätzt werden können. Nicht zuletzt sind auch aus diesem Grunde die beobachteten höchsten Grundwasserstände zur Berechnung der zeHGW-Karte mit Zuschlägen versehen worden. Darüber hinaus werden die Grundwasserstände weiterhin intensiv beobachtet. Mit diesen aktuellen Grundwasserstandsdaten wird die zeHGW-Karte regelmäßigen Prüfungen unterzogen um gegebenenfalls zeitnah eine Aktualisierung der Karte vornehmen zu können. Langfristig ist auch die Überarbeitung der Karte mit Hilfe eines numerischen Grundwasserströmungsmodells – wie im Gebiet des Berliner Urstromtals – vorzunehmen, womit eine höhere Auflösung der zeHGW-Verteilung zu erwarten ist.

Mittelfristig sollen für das gesamte Berliner Stadtgebiet zeHGW-Karten entwickelt und im Internet veröffentlicht werden. Eine Karte für den Hauptgrundwasserleiter im Bereich der Barnim-Hochfläche ist bereits fertig gestellt und befindet sich bei der Senatsverwaltung in der Prüfungsphase. Die zeHGW-Karte für das Gebiet der Teltow-Hochfläche und der Nauener Platte im Land Berlin ist in Arbeit.

Kurzfassung

Für das Land Berlin werden Karten des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes (zeHGW) für die einzelnen hydrogeologischen Einheiten entwickelt. Bei der Anfertigung der Karte für das Panketal wurden für 105 Grundwassermessstellen zu erwartende höchste Grundwasserstände für die derzeitigen geohydraulischen Randbedingungen festgelegt. Dazu sind nach einer Ganglinienanalyse höchste beobachtete Grundwasserstände mit Zuschlägen versehen worden, bei denen u. a. die Messdauer und -häufigkeit berücksichtigt worden ist. Auf der Grundlage dieser Werte wurde die flächenhafte Verteilung des zeHGW im Panketal berechnet. Die insbesondere für das Bauwesen relevante Information über den zu erwartenden höchsten Grundwasserstand liegt nun als Grundwassergleichenkarte vor. Die Karte wird erfolgreich im Rahmen des behördlichen Auskunftswesens der Arbeitsgruppe Landesgeologie eingesetzt und auch der Öffentlichkeit im Internet bereit gestellt.

Summary

Maps of the expected highest groundwater level (exp. HGWL) are produced concerning the individual hydrogeological units in Berlin. The exp. HGWL for 105 observation wells which are valid for the present geohydraulic boundary conditions were stated in the map for the Panke valley. After the analysis of groundwater hydrographs surcharges were added to the measured groundwater levels depending on duration and frequency of measurements. Based on these values the spatial distribution of the exp. HGWL in the Panke valley was calculated and is now available as a groundwater isoline map. This especially for the building and construction industry important information about the expected highest groundwater level is successfully used in the official information of the working group “Geological Survey” and will be offered to the public via internet.

Literatur

- BÄRTHEL, H. (1997): Wasser für Berlin: Die Geschichte der Wasserversorgung. – 304 S., Berlin (Verlag für Bauwesen)
- HANNAPPEL, S., HÖRMANN, U. & A. LIMBERG (2007): Zeitnahe Erstellung digital verfügbarer Grundwassergleichenkarten im Rahmen des landesweiten Grundwassermanagement in Berlin. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung **51**, 5, S. 215–222
- LIMBERG, A., HÖRMANN, U. & H. VERLEGER (2010): Modellentwicklung zur Berechnung des höchsten Grundwasserstandes im Land Berlin. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **17**, 1/2, S. 23–37
- LIMBERG, A. & J. THIERBACH (2002): Hydrostratigraphie in Berlin – Korrelation mit dem norddeutschen Gliederungsschema. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **9**, 1/2, S. 65–68

Anschriften der Autoren:

Dipl.-Geol. Ulrike Hörmann
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Landesgeologie
Brückenstrasse 6
10179 Berlin
ulrike.hoermann@senstadtum.berlin.de

Prof. Dr. Hartmut Verleger
Büro für Hydrogeologie und Geotechnik
Raenthaler Str. 1
14197 Berlin
drverleger@aol.com

Aus dem Landesamt

Leitung des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) neu besetzt

Auf Grund der Versetzung des ehemaligen Präsidenten des LBGR zum Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg war die Position neu zu besetzen. Mit Wirkung vom 31. Mai 2016 nimmt Herr Assessor des Bergfachs und Dipl.-Ing. Hans-Georg Thiem diese Position wahr. Die offizielle Amtseinführung des neuen Präsidenten des LBGR erfolgte am 08. September 2016 durch Herrn

Staatssekretär Hendrik Fischer, der zahlreiche Vertreter aus Wirtschaft, Politik, Universitäten und Behörden des Landes beiwohnten.

Herr Hans-Georg Thiem studierte bis zum Dezember 1993 an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen in der Fachrichtung Bergbau und schloss dieses erfolgreich als Dipl.-Ingenieur Bergbau ab. Anschließend durchlief er bis zum August 1996 die Referendarausbildung am Landesoberbergamt Nordrhein-Westfalen. Als Assessor des Bergfachs trat Herr Thiem im September 1996 den Dienst bei der Bergbehörde des Landes Brandenburg an. Seit dieser Zeit hatte er verschiedene Dezernats- und Abteilungsleiterfunktionen inne. Im Jahre 2004 war Herr Thiem im Rahmen einer einjährigen Abordnung beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit tätig.

Als Vertreter des Präsidenten übernahm er bereits im Juli 2015 die stellvertretende Leitung des LBGR.



Der Staatssekretär des Ministeriums für Wirtschaft und Energie, Herr Hendrik Fischer (links) nahm im Beisein des ehemaligen Präsidenten des LBGR, Herrn Dr.-Ing. Klaus Freytag (Mitte) die feierliche Amtseinführung des neuen Präsidenten Herrn Hans-Georg Thiem vor (Foto: LBGR 09/2016).

Detektion möglicher Fehlstellen im Rupelton durch Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit in tiefen Grundwassermessstellen im Land Berlin

Detection of possible defects in the Rupelian clay by measuring the specific electro-conductivity in deep groundwater wells in Berlin

ALEXANDER LIMBERG, OLIVER JONAS & ANNETTE KOLBERG

In Berlin, wie auch in weiten Teilen des Norddeutschen Tieflandes, bildet der unteroligozäne Rupelton die entscheidende Barriere zwischen dem hangenden, quartär-tertiären nutzbaren Süßwasserstockwerk zum liegenden Salzwaterstockwerk (LIMBERG & THIERBACH 2002) (Abb. 1).

Sind die elsterzeitlichen glazigenen Erosionsrinnen so tief eingeschnitten, dass der Rupelton komplett ausgeräumt ist, besteht an diesen Fehlstellen („Fenstern“) die Möglichkeit des Salzwasseraufstieges, insbesondere wenn im näheren Umfeld eine Grundwasserförderung betrieben wird.

Anhand des dichten Bohrrasters in Berlin mit zahlreichen relativ tiefen Bohrungen konnten geologische Schnitte i. d. R. bis zur Oberkante des Rupeltons im Kilometerraster erzeugt werden. Dabei wurden fünf Fenster an folgenden Lokalitäten im Rupelton ermittelt: 1. Wannsee, 2. Neukölln, 3. Schmöckwitz, 4. Friedrichshagen und 5. Falkenberg (siehe Abb. 2).

In der Abbildung 3 ist im Schnitt W–E 21 die tiefe elsterzeitliche Rinne dargestellt, die den Rupelton im Bereich von Neukölln komplett bis auf die an dieser Stelle darunter

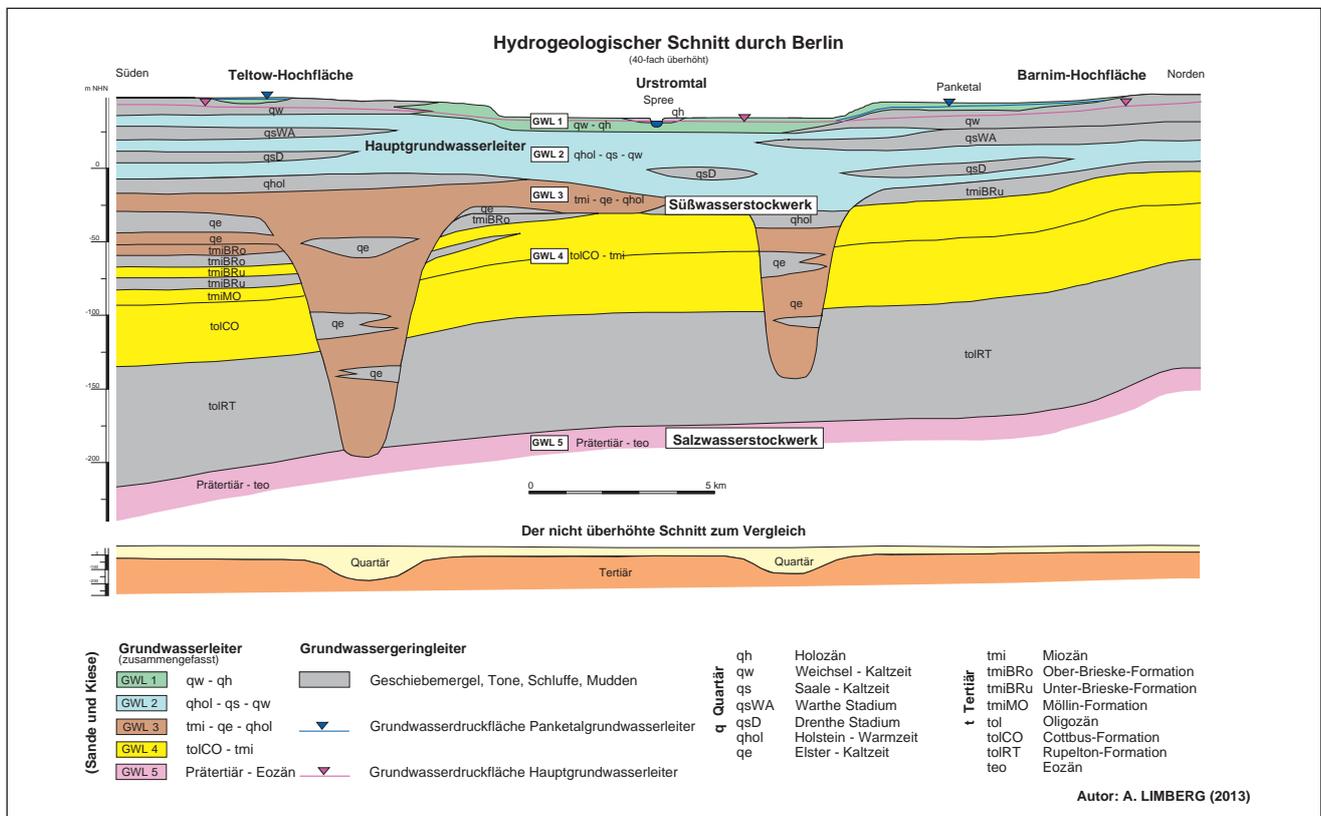


Abb. 1: Schematischer hydrogeologischer N–S Schnitt durch Berlin

Fig. 1: Schematic hydrogeological north-south section through Berlin

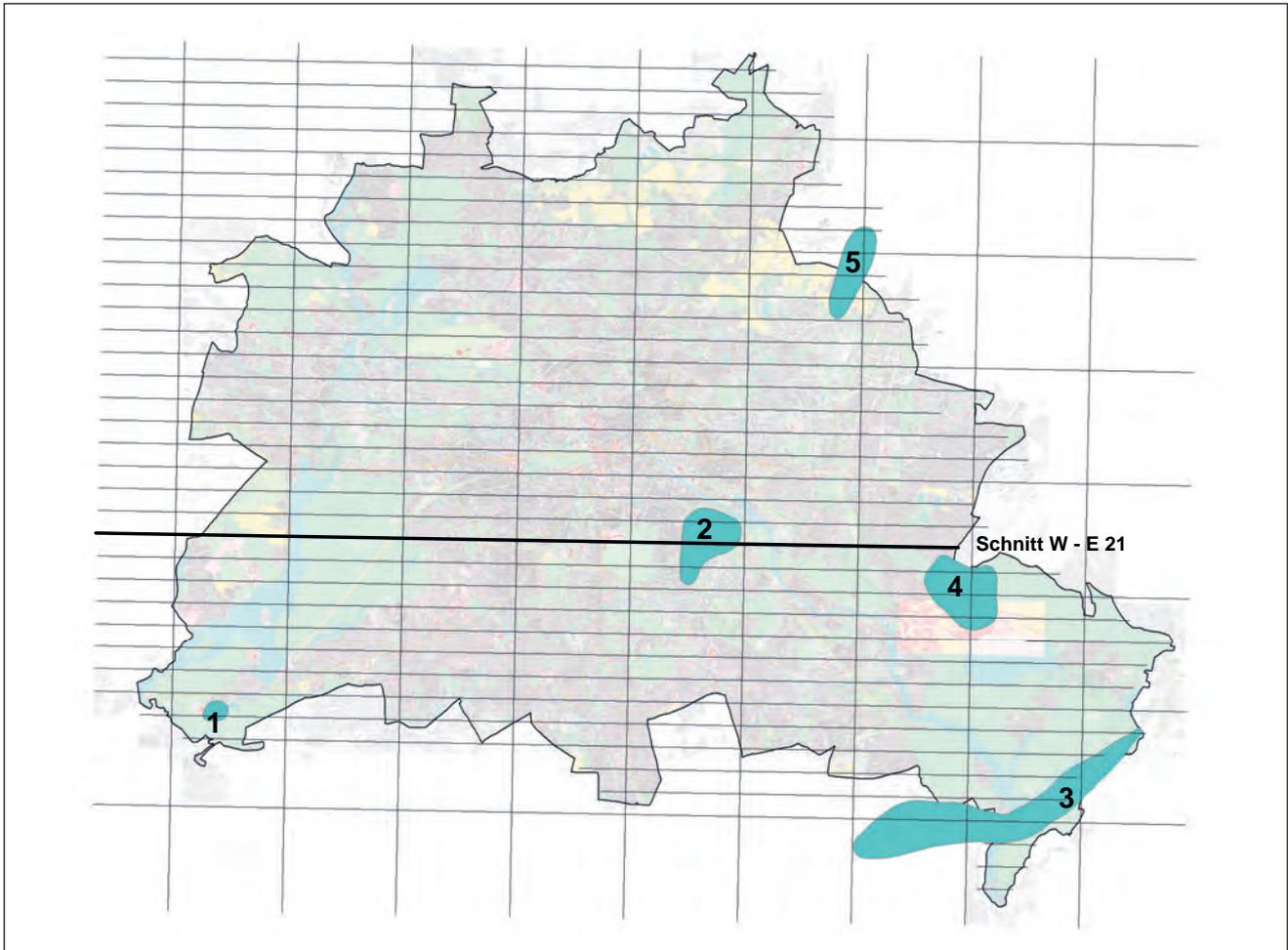


Abb. 2: Lage der Profilschnitte und der bekannten fünf Rupelton Fehlstellen in Berlin
 Fig. 2: Location of the profile sections and the five known defects in the Rupelian clay in Berlin

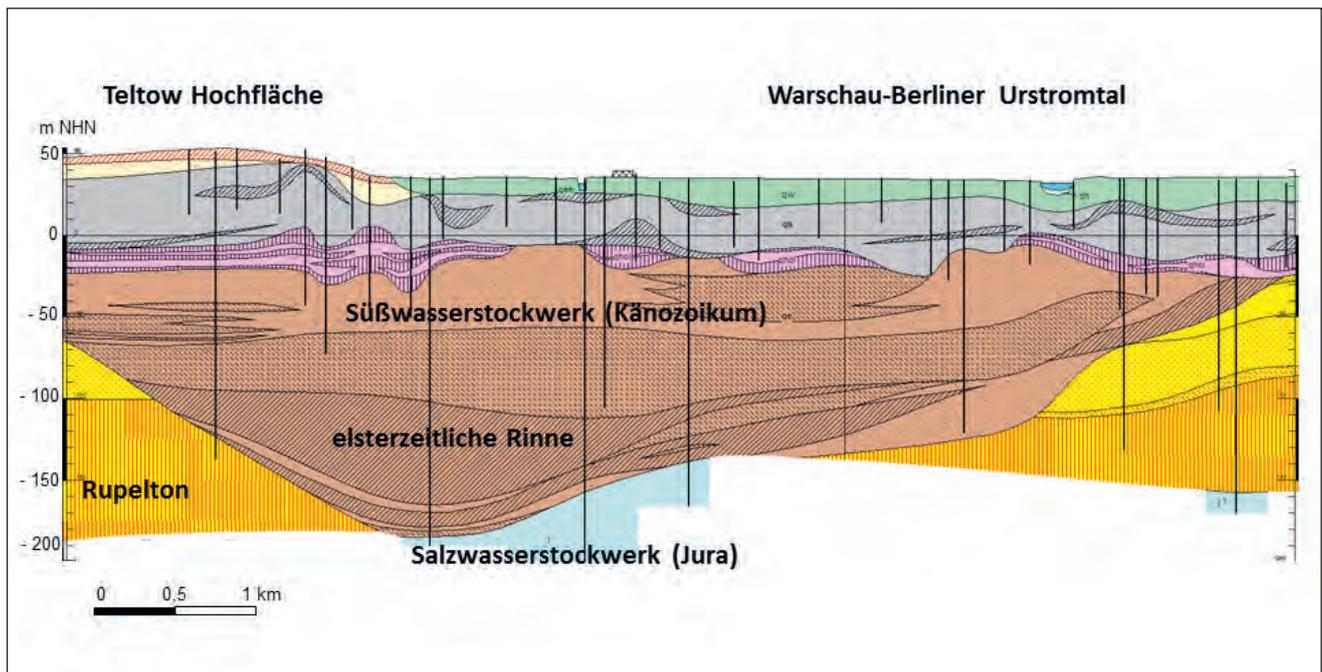


Abb. 3: Ausschnitt aus dem Schnitt W-E 21 im Bereich des Neuköllner Rupelton-Fensters, Nr. 2 in Abb. 2
 Fig. 3: Location of a segment from the section W-E 21 in the area of Neukölln's window in the Rupelian clay, No. 2 in fig. 2

liegenden Schichten des Jura erodiert hat, so dass hier ein Kontakt zum Salzwasserstockwerk besteht.

Die Arbeitsgruppe Landesgeologie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin hat im Jahr 2015 im Rahmen von Temperaturmessungen an insgesamt 106 ausgewählten tiefen Grundwassermessstellen des 2. (19 Messstellen), des 3. (39 Messstellen) und des 4. (48 Messstellen) Grundwasserleiters (GWL) zusätzlich die spezifische elektrische Leitfähigkeit als Messparameter im jeweiligen Filterbereich erhoben.

Das Grundwasser weist in den anthropogen weitgehend unbeeinflussten GWL 2 bis 4 in der Regel eine spezifische elektrische Leitfähigkeit von deutlich unter 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (230 bis 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) auf. Über den bekannten Rupelton-Fenstern steigt die spezifische elektrische Leitfähigkeit bedingt durch die geogene Versalzung erwartungsgemäß auf weit über 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an (Tab. 1).

Somit konnten die bekannten Fehlstellen (siehe Abb. 4), die mit Messstellen aus den GWL 3 und 4 belegt sind, verifiziert werden: Hier steigt die spezifische elektrische Leitfähigkeit deutlich über 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an, die auf einen sehr hohen NaCl-Gehalt ($> 1\,000\text{ mg/l}$) schließen lässt.

Bei der Auswertung der Leitfähigkeitswerte wurden die GWL 3 und 4 gemeinsam betrachtet, da die GWL meist in hydraulischer Verbindung stehen. Die Auswertungen sind in Form einer Isolinenkarte dargestellt (Abb. 4).

Darüber hinaus zeigte sich im Südwesten Berlins ein weiterer Bereich mit deutlich erhöhter Leitfähigkeit an sechs untersuchten Messstellen im Grunewald. Der in diesem

GWL	Lf, min [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Lf, max [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Anzahl GWM mit Lf $> 1\,000\ \mu\text{S}/\text{cm}$
2	230	886	0 von 19
3	231	10 060	9 von 39
4	262	11 530	10 von 48

Tab. 1: Maximale und minimale spezifische elektrische Leitfähigkeit (Lf) in den betrachteten GWL und Anzahl der Grundwassermessstellen (GWM) mit Werten $> 1\,000\ \mu\text{S}/\text{cm}$

Tab. 1: Maximum and minimum specific electrical conductivity (Lf) in the considered aquifers (GWL) and number of groundwater monitoring wells (GWM) with values $> 1\,000\ \mu\text{S}/\text{cm}$

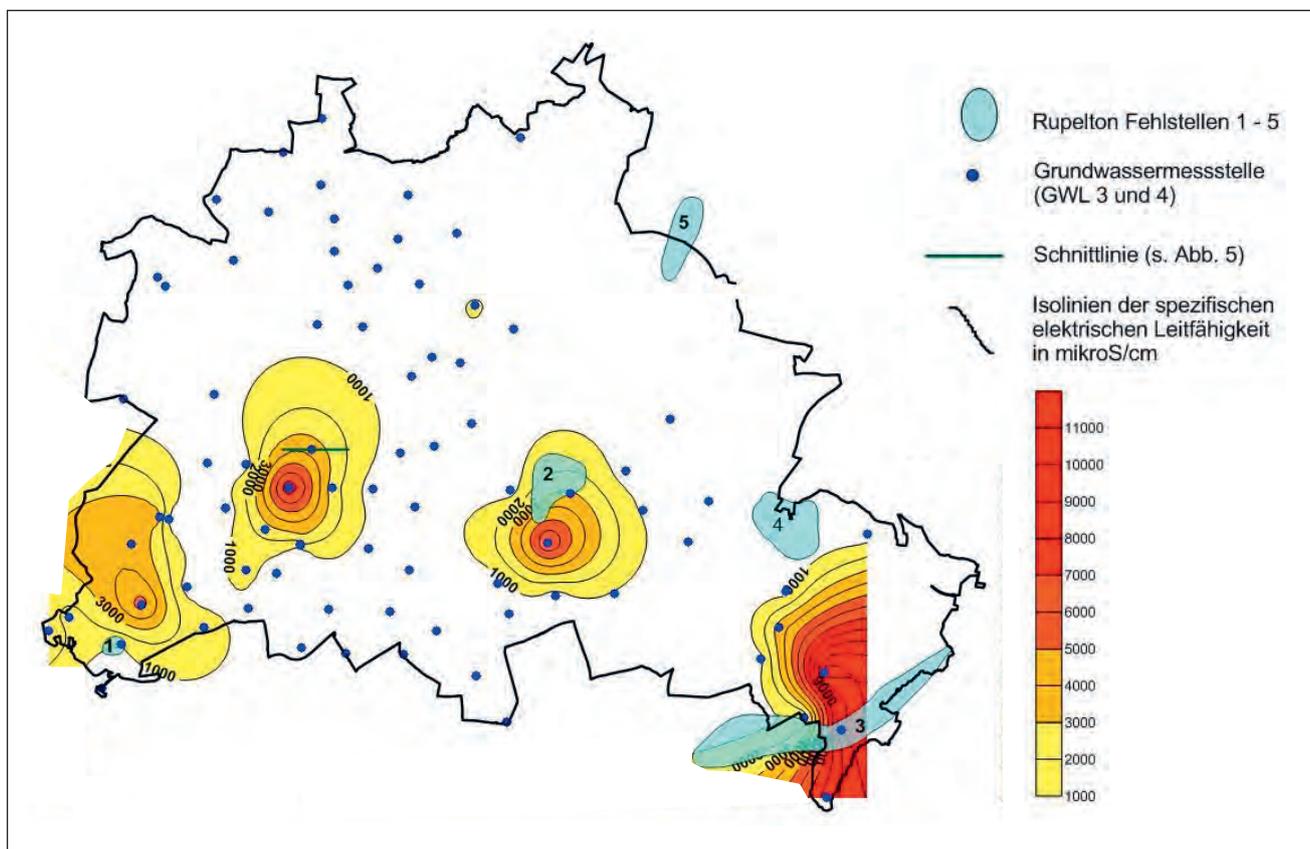


Abb.4: Darstellung der Isolinen der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, gemessen in tiefen Grundwassermessstellen (GWL 3 und 4) mit Lage der bekannten fünf Fenster im Rupelton in Berlin

Fig. 4: Illustration of the contours of the specific electrical conductivity measured in deep groundwater wells (GWL 3 and 4), located out of five known windows in the Rupelian clay in Berlin

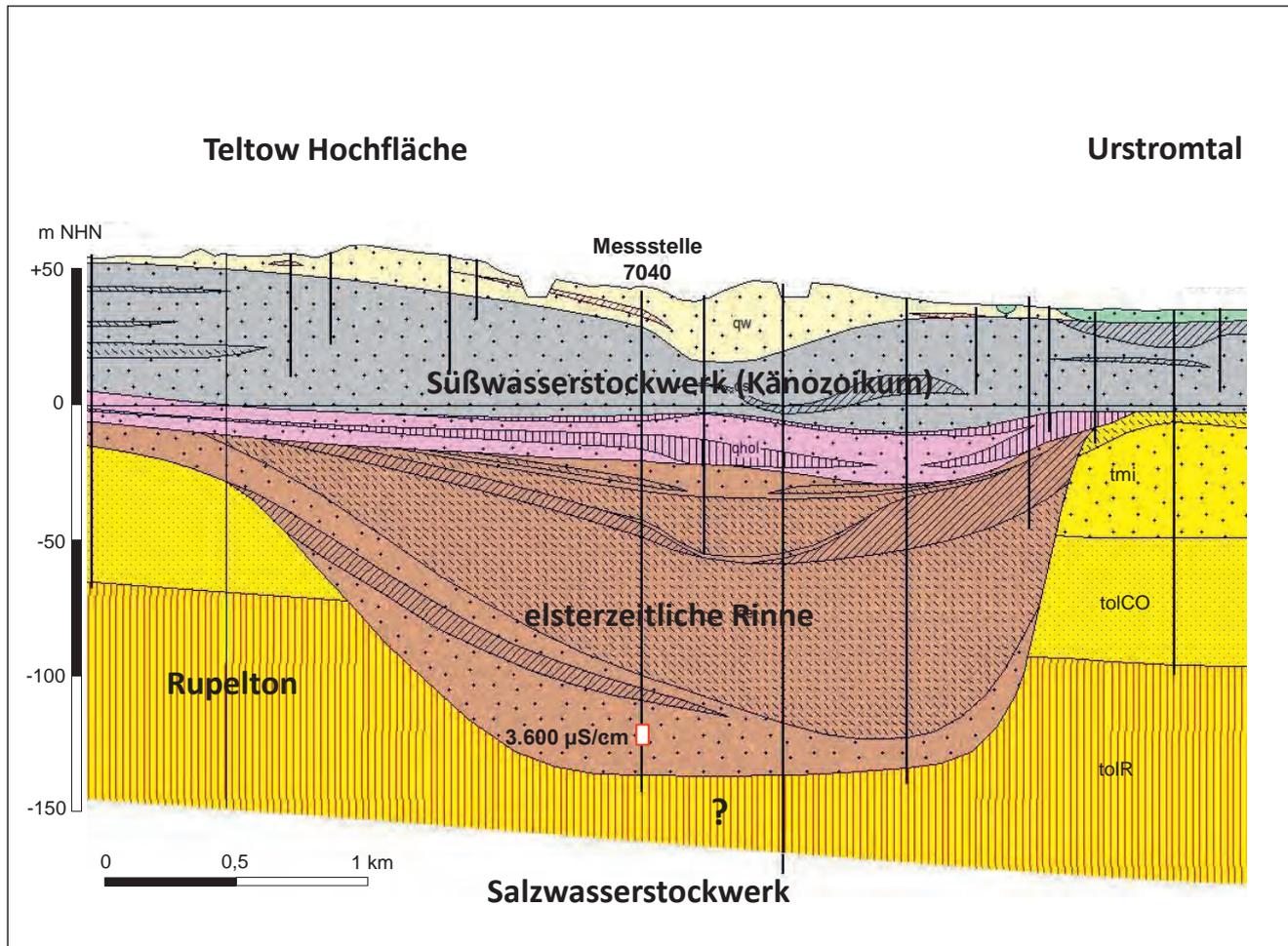


Abb. 5: Ausschnitt aus dem geologischen Schnitt W–E 19 mit Filterlage der Grundwassermessstelle 7040 mit der gemessenen spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (Lage des Schnittes s. Abb. 4)

Fig. 5: Extract from the geological section W–E19 with filter layer of piezometer measuring point 7040 with the measured electric conductivity (position of the section s. fig. 4)

Bereich erstellte geologische W–E Schnitt zeigt den noch intakten Rupelton (Abb. 5). Aber die elsterzeitliche Rinne ist von hier bis 2 km weiter südlich so tief eingeschnitten, dass nicht auszuschließen ist, dass der Rupelton in der näheren Umgebung auch komplett erodiert sein kann. So besteht an dieser Stelle die Möglichkeit zu einem geogen bedingten Salzwasseraufstieg.

Weitergehende, verdichtende Untersuchungen sind hier dringend geboten, da westlich davon die Brunnengalerie eines Wasserwerkes gelegen ist.

Zusammenfassung

Anhand des dichten Bohrrasters mit zahlreichen relativ tiefen Bohrungen in Berlin sind bisher fünf Fehlstellen („Fenster“) im Rupelton bekannt. Sie weisen eine Verbindung vom Süßwasser- zum Salzwasserstockwerk auf. Anhand von Messungen der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit in tiefen Grundwassermessstellen (GWL 3 und 4) konnten

einerseits die bekannten Fenster aufgrund stark erhöhter Werte mit deutlich über 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ verifiziert werden. Andererseits gibt es im Südwesten von Berlin einen Hinweis auf eine weitere, mögliche bisher noch nicht bekannte Fehlstelle im Rupelton.

Summary

Based on the tight drilling grid with numerous relatively deep drilling sites in Berlin five defect-areas in the Rupelian clay have been identified. These areas show a connection between freshwater and saline water floors. With specific electrical conductivity measurements in deep groundwater wells (GWL 3 and 4) these areas can be verified based on conductivities significantly above 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In addition these measurements indicate the existence of one more, not yet known defect in the Rupelian clay in the south-west of Berlin.

Literatur

LIMBERG, A. & J. THIERBACH (2002): Hydrostratigrafie von Berlin – Korrelation mit dem Norddeutschen Gliederungsschema. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **9**, 1/2, S. 65–68, Kleinmachnow

Anschrift der Autoren:

Annette Kolberg, Alexander Limberg
Landesgeologie
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Brückenstraße 6
10179 Berlin
annette.kolberg@senstadtum.berlin.de
alexander.limberg@senstadtum.berlin.de

Oliver Jonas
Technische Universität Berlin
Institut für Angewandte Geowissenschaften
Fachgebiet Angewandte Geophysik
Sekt. BH 1-1
Ernst-Reuter-Platz 1
10587 Berlin
jonas1@mailbox.tu-berlin.de

Aus dem Landesamt

„Energie bewegt uns“ – Veranstaltung des LBGR zur 26. Cottbuser Umweltwoche

Auch zur 26. Cottbuser Umweltwoche im Jahr 2016 hat sich das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) zu einer Mitwirkung und Gestaltung eines Vortragstages bereit erklärt.

Nach dem Thema „Boden“ im Jahr 2015 stand diesmal die „Energie“ im Focus der Veranstaltungen vom 01. bis zum 05. Juni. Die organisatorische Vorbereitung übernahm wiederum die Stadt Cottbus.

Zur Vortragsveranstaltung am Freitag, den 03. Juni 2016 lud das LBGR in den Saal Lausitz ein. Der Teilnehmerkreis setzte sich aus Fachkollegen der Umwelt- und Landwirtschaftsämter, der Regionalen Planungsgemeinschaften, Sachverständigenbüros und Geographielehrern zusammen.

Nach Begrüßung durch Herrn Thomas Bergner, Geschäftsbereichsleiter für Ordnung, Sicherheit, Umwelt und Bürgerservice der Stadt Cottbus, hielt der ehemalige Präsident des LBGR und jetzige Abteilungsleiter Energie und Rohstoffe im Ministerium für Wirtschaft und Energie, Herr Dr.-ing. Klaus Freytag, den Eröffnungsvortrag zur Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg. Anschließend stand die Umsetzung des kommunalen Energiekonzeptes der Stadt Cottbus auf dem Programm; Ausführungen dazu erfolgten durch die Klimaschutzmanagerin der Stadt Cottbus, Frau Susanne Feiler.

Im darauf folgenden Vortrag von Herrn Jens Lochmann von der Regionalen Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald wurde die Raumbedeutsamkeit der Energiewende in der Region an zahlreichen Beispielen erläutert.

Durch die Leiterin des Geologischen Dienstes im LBGR, Frau Angelika Seidemann, erfolgte abschließend ein Vortrag zu den Energiethemen, die die Arbeit des LBGR insgesamt

„bewegen“. Angefangen vom Boden als Energiespeicher und -spender über die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten von Gestein und Grundwasser bei der oberflächennahen und tiefen Geothermie sowie bei der unterirdischen Wärme-/Kältespeicherung wurde der Bogen bis hin zu den durch die Behörde umfangreich zu führenden Energieleitungsverfahren gespannt. Neben der Erkundung und Nutzung der Energierohstoffe Braunkohle, Erdöl und Erdgas wurde auch die Nachnutzung ehemaliger durch den Bergbau beanspruchter Flächen für Solar- und Windkraftanlagen als Beispiel für die alternative Energieerzeugung und -nutzung thematisiert (Abb. 1).

Genau passend zum Motto „Energie bewegt uns“ wurde die Exkursion am Nachmittag mit einem Elektro-Hybridbus durchgeführt (Abb. 2), welcher durch Cottbusverkehr bereitgestellt wurde. Im Bus erfolgten kurze Erläuterungen zur Betriebsweise eines in dieser Art ausgerüsteten Fahrzeuges, welches zunehmend im Linienverkehr der Stadt Cottbus zum Einsatz kommen soll.

Der erste Exkursionspunkt umfasste eine Befahrung des Windparks Cottbus Nord durch die Firma Ostwind Erneuerbare Energien GmbH. Herr Jens Mühlhausen gab in seinen Ausführungen einen Überblick über die Geschichte, Leistung und Entwicklung des Windparks am zukünftigen Cottbuser Ostsee.

Der zweite Exkursionspunkt führte die Teilnehmer zur Solaranlage der Lausitzer Wasser GmbH am Standort Cottbus Sachsendorf.

Hier stellten die Herren Reinhard Beer und Tino Schmidt die Funktionsweise dieser Anlage mittels Präsentation und anschließender Begehung vor.

Die mit den Vorträgen und Exkursionspunkten ausgewählten Themen und Objekte zum Motto „Energie bewegt uns“ fanden reges Interesse bei den Teilnehmern.

Die Stadt Cottbus wies am Ende der Veranstaltung bereits auf die Umweltwoche 2017 hin, die dann das Thema „Luft“ zum Inhalt haben wird.

Angelika Seidemann



Abb. 1: Vortrag A. Seidemann
(Foto: D. SIEMONEIT-GOERKE 2016)



Abb. 2: Start der Exkursion mit dem Elektro-Hybridbus
(Foto: A. SEIDEMANN 2016)

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 17–32	11 Abb., 25 Zit.
------------------------------	---------	----------------	----------	------------------

Zu Aspekten der landschaftsgenetischen und geoökologischen Entwicklung im Ruppiner Land (NW-Brandenburg)

Special aspects of landscape genetics and ecology in the Ruppiner Land (NW Brandenburg)

Herrn Prof. Dr. Joachim Marcinek (Berlin-Kaulsdorf & Binenwalde) zum 85. Geburtstag gewidmet

SIXTEN BUSSEMER, AXEL HEISE, CHRISTOPH KUNKEL, JENS MEISEL, PETER GÄRTNER & NORBERT SCHLAAK

Einführung

Neben vielen Beiträgen zur Regionalen Geographie Brandenburgs sowie deren Anwendung stellt die Analyse des Rheinsberger Beckens mit Umrandung das geomorphologische Alterswerk des Jubilars dar (MARCINEK 1998), wobei seine geomorphologische Skizze als wegweisend gelten kann (Abb. 1). Seine Schüler und auch schon wieder deren Schüler widmeten sich hier geomorphologischen, bodengeographischen und hydrologischen Detailfragen dieser typischen Jungmoränenlandschaft, welche sich nachfolgend vor allem mit Hilfe eines landschaftsgenetisch-geoökologischen Transektes vor dem Hintergrund des gesamten Ruppiner Landes diskutieren lassen. Auf dieser Grundlage werden Teilaspekte, wie weichselhochglaziale Niedertauprozesse oder die ökologische Situation einzelner terrestrischer und aquatischer Standorte vertieft.

Geologisch-geomorphologische und stratigraphische Grundlagen

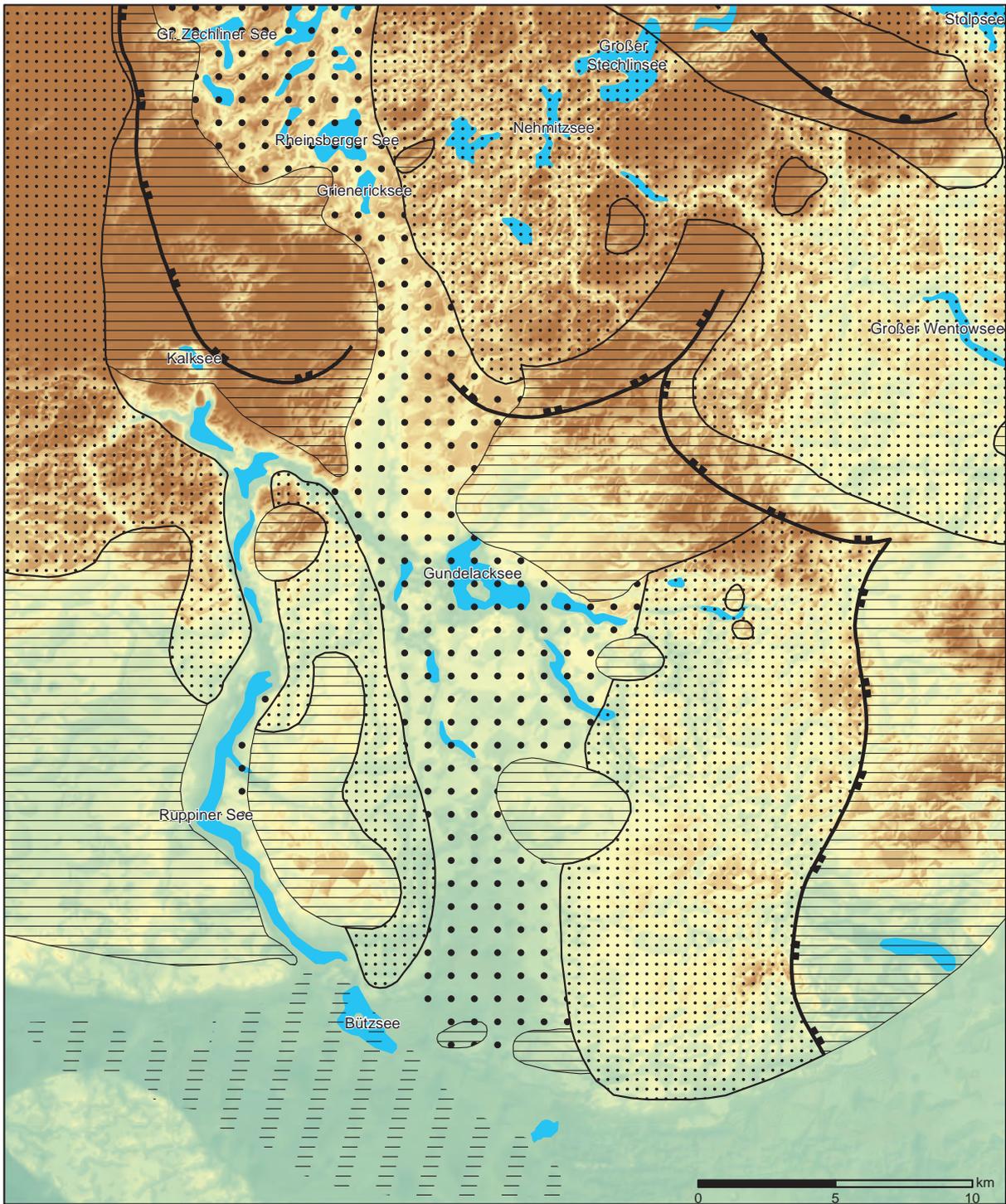
Nach der Lithofazieskarte Quartär (LOHDE 1982) liegt die Quartärbasis im nordöstlichen Teil des weiteren Untersuchungsgebietes zwischen Großem Stechlin- und Rheinsberger See weitgehend um 0 m NHN, stellenweise sogar knapp darüber (bis 18 m NHN). Südlich davon sinkt die Quartärbasis auf -30 m und -40 m ab und erreicht ihren tiefsten Punkt im heutigen Rhintal mit -83 m NHN. Ablagerungen der Elster-Kaltzeit sind nur lückenhaft erhalten, vor allem westlich des Großen Stechlinsees fehlen sie großflächig. Größere Mächtigkeiten erreichen sie in Arealen mit tiefliegender Quartärbasis wie im Rhintal südlich Zechow mit 41 m.

Die Basis der saalekaltzeitlichen Ablagerungen liegt zwischen -42 m und +20 m NHN und weist vor allem im Umfeld der heutigen Gewässer große Schwankungen auf. So sinkt sie am Tornowsee auf -35 m NHN sowie am Rhin auf -42 m NHN deutlich ab, während sie am Rheinsberger See mit 20 m NHN bzw. Großen Stechlinsee mit +7 m NHN hoch gelegen ist. Die Mächtigkeit der saalekaltzeitlichen

Ablagerungen variiert insgesamt recht deutlich zwischen 33 und 108 m, wobei im Bereich der sie morphologisch nachzeichnenden weichselzeitlichen sogenannten Frankfurter Eisrandlage eher große Mächtigkeiten von bis zu 81 m erreicht werden (nahe Zechlin liegt die Weichsel-Basis bereits bei 86 m NHN). Insgesamt wirkte die Saale-Kaltzeit eher ausgleichend auf das durch die Elster-Kaltzeit hinterlassene Relief.

Auch bezüglich der reliefprägenden Weichsel-Kaltzeit bietet die Lithofazieskarte eine erste Diskussionsgrundlage. Weichselzeitliche Ablagerungen sind erwartungsgemäß im gesamten weiteren Untersuchungsgebiet flächenhaft ausgebildet, im Nordosten entlang des Fürstenberger Haltes des Brandenburger Stadiums entsprechend mit größeren Mächtigkeiten von 10–25 m. Westlich davon dominieren bis zum Proximalhang der Frankfurter Eisrandlage fast flächendeckend ihre glazifluviatilen Nachschüttbildungen in Mächtigkeiten zwischen 1 und 15 m. Geschiebemergel kommen in diesem Bereich nur in einzelnen Fetzen vor. Die als Stauchmoräne ausgewiesene Zone westlich davon ist zwischen Rheinsberg, Kalksee und Zühlener Becken von Geschiebemergel unterlagert, wobei in letzterem bis zu 15 m Mächtigkeit erreicht werden.

Westlich und südlich der Frankfurter Eisrandlage schwanken die glazifluviatilen Nachschüttbildungen zwischen 2 und 16 m. Kleinere Grundmoränenplateaus des Brandenburger Stadiums setzen erst wieder südlich von Rägelin ein. Die breite Stauchmoränenzone setzt sich demnach östlich des Rhins fort. Insgesamt liegen die Gesamtmächtigkeiten des weichselkaltzeitlichen Stauchungskomplexes gewöhnlich zwischen 5 und 20 m. Dessen interne Struktur weist unabhängig von der morphologischen Einordnung größere Becken, wie jenes um die Ortschaft Zühlen auf. Hier zeigt die Lithofazieskarte für die jüngere Saale-Kaltzeit vom westlich gelegenen Rheinsberg-Glienike (54 m NHN) über Zühlen (26 m NHN) zum östlich anschließenden Braunsberg (11 m NHN) eine abfallende Oberfläche an, welche auch zu Beginn der Weichsel-Kaltzeit noch in dieser Tendenz erhalten ist. Erst die starke jungpleistozäne Sedimentation am östlichen Ende dieses kleinen Transekts schuf die heutige Beckensituation.



Geomorphologie

- Frankfurter Eisrandlage
- Fürstenberger Eisrandlage (Halt)
- ältere Sander
- jüngere Sander
- Grundmoräne
- Feuchtgebiet

Höhe (m NHN)

- 120 m
- 75 m
- 30 m

Abb. 1: Geomorphologische Situation des weiteren Untersuchungsgebietes (generalisiert nach MARCINEK 1998) vor dem Hintergrund der Höhenschichten, generiert aus DGM (2016).

Fig. 1: Geomorphological situation of the examination area against the background of the contour lines, generated from DGM (2016).

Die schon in der Lithofazieskarte anklingende Reliefbeeinflussung der Höhenzüge durch saalekaltzeitliche Strukturen belegte GÄRTNER (1998) zudem in geomorphologischen Studien. Auch das südliche Ruppiner Land zeigt deutlich in der Ruppiner Seenkette und den Seen um Lindow, dass spätestens vom sich nach Süden zur Brandenburger Eisrandlage vorschreitenden Eis tiefe Rinnen und Becken angelegt wurden. Die Frankfurter Eisrandlage als markantester Höhenzug im weiteren Untersuchungsgebiet (Abb. 1) wird traditionell als Abschmelzhang des niedertauenden weichselzeitlichen Inlandeises – und hier seines Brandenburger Stadiums – angesehen. Von WOLDSTEDT (1926) noch als eigenständiges Stadium eingestuft, wird sie heute von geologischer Seite aufgrund der fehlenden eigenen Grundmoränenausbildung (LIPPSTREU et al. in STACKEBRANDT & FRANKE 2015) meist nur noch als Staffel bezeichnet (für Brandenburg u. a. LBGR 2010). Aus geomorphologischer Sicht hingegen lassen die riesigen, vor dem Inlandeishang ausgebreiteten Sander nach MARCINEK (1998) durchaus die Bezeichnung Frankfurter Stadium zu (Gesamtdiskussion siehe MARCINEK & BROSE 1987). Auch wurde insbesondere von SCHNEIDER (zuletzt 1981, S. 2) auf Vorstellungen KEILHACK'S (1921) beruhend, ein abweichender Verlauf der Frankfurter Eisrandlage westlich des Tornowsees vorgeschlagen und durch zwei Rückzugsstufen (Uhlenberge und Krähenberge) ergänzt. In jedem Fall schufen die Schmelzwässer zunächst im höheren Niveau neben Flächensandern das südlicher gelegene Berliner Urstromtal. Westlich vor dieser Eisrandlage breitet sich der Wittstocker Sander aus (auch Wittstock-Ruppiner Heide genannt). Obwohl im westlichen Bereich die Genese der Kontaktzone Endmoräne/Sander noch nicht völlig geklärt ist, erscheint die Vorstellung von einem bis zwei weiteren rückwärtigen Eishalten als Erklärung des gewaltigen Sanders plausibel. Der nordöstlich verlaufende Fürstenberger Hang wird traditionell mit dem Gletscherschmelzwasser-Durchbruch durch die Rheinsberger/Zechower Pforte und entsprechend dem jüngeren Sander (Abb. 1) verbunden. Insgesamt sind, wie häufig im Südwestbereich der Skandinavischen Inlandvereisung, die Endmoränen auch hier an der Westflanke der Gletscherloben deutlicher ausgeprägt. Durchgängig wurde westlich von Gransee der rückwärtige Raum zwischen Frankfurter und Pommerscher Eisrandlage glazial tief exariert. Infolgedessen liegt die Mecklenburgische Seenplatte einschließlich der zahlreichen Seen im brandenburgischen Rheinsberger Becken in diesem tiefer gelegenen und weithin von jüngeren Schmelzwasserablagerungen verschütteten Raum. Die stratigraphische Situation ist hier jedoch komplizierter, da vergleichbar mit Befunden im östlich gelegenen Biesenthaler Becken, wahrscheinlich eine pommersche Beeinflussung vorliegt (GÄRTNER 1998).

Methodik

In einer ersten Etappe wurden zur Analyse von Natur- und Kulturlandschaft diverse regionale Kartenwerke wie auch Satellitendaten mit folgenden thematischen Schwerpunkten herangezogen:

Tieferer Untergrund – Lithofazieskarte Quartär 1 : 50 000 (LOHDE 1982),
Oberflächennahe Sedimente – Geologische Karte von Preußen 1 : 25 000,
Höhenlinien nach Digitalem Geländemodell (DGM) (2016),
Hydrographie – Isobathenkarten des Institutes für angewandte Gewässerökologie GmbH (IAG) Seddin,
Böden – Bodenübersichtskarte des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LGBR) (BÜK 300),
Potentiell natürliche Vegetation nach HOFMANN & POMMER (2005),
Historische Karten von SCHMETTAU (1767–1787) und HERRMANN (1985),
Aktuelle Landnutzung – Satellitendaten Corine Maps (2012).

Neben deren GIS-gestützter Auswertung auf verschiedenen Maßstabsebenen erfolgte die Detailbearbeitung entlang eines prinzipiellen Haupttransektes (Abb. 2), welcher um weitere Detailschnitte durch die Landschaft ergänzt wurde. Dabei wurde, in der Tradition von Joachim Marcineks Schule, ein breites Spektrum sowohl stabiler als auch labiler Geokomponenten unter Beachtung des anthropogenen Einflusses erhoben.

Insbesondere erfolgten Bohrungen mit Rammkernsonden und Sondierstangen bis maximal 10 m Tiefe. Oberflächennah kamen Grabungen mit Standortsaufnahmen hinzu, deren Ansprache nach AG Boden (2005) bzw. im Sinne der SEA 95 (SCHULZE 1998) durchgeführt wurde. In ausgewählten Fällen wurden Proben trocken gesiebt und die organische Substanz per Glühtest sowie der Kalkgehalt nach SCHEIBLER bestimmt.

Landschaftsgenetische Aspekte

Das Transekt deckt den klein gekammert vielfältigen Abschnitt zwischen der Sanderwurzel nahe Frankendorf und dem Übergang zum Gletscherzungenbecken südlich von Rheinsberg ab (Abb. 3), wobei hier alle Elemente des zentralen Bereichs der glazialen Serie zum Ausdruck kommen. Dabei handelt es sich um die beiden vom Zühlener Becken getrennten Haupthöhenzüge sowie ihre jeweiligen Außenabdachungen.

Am Südwestende des Schnittes nahe Frankendorf bestimmen Sandersande den Untergrund, wobei selbst eine 8 m tiefe Bohrung mit Fein- bis Mittelsanden keinen Substratwechsel ergab. Nur der unmittelbare und noch stärker geneigte Sanderwurzelbereich ließ schwache Karbonatgehalte unterhalb einer Entkalkungstiefe von 2,7 bis 3,0 m erkennen. Eine oberflächennahe Steinsohle (Geschiebedecksand) lässt sich nur mit Solifluktion vom rückwärtigen Moränenwall her plausibel erklären (Abb. 4). Nach außen, in den ebenen Flächensandern hinein, verschwanden die Karbonatspuren dann auf wenige Hundert Meter Entfernung. Braunerden und Podsole sowie Übergänge zwischen ihnen prägen aus pedologischer Sicht das Bild, wobei die podsolige Kom-

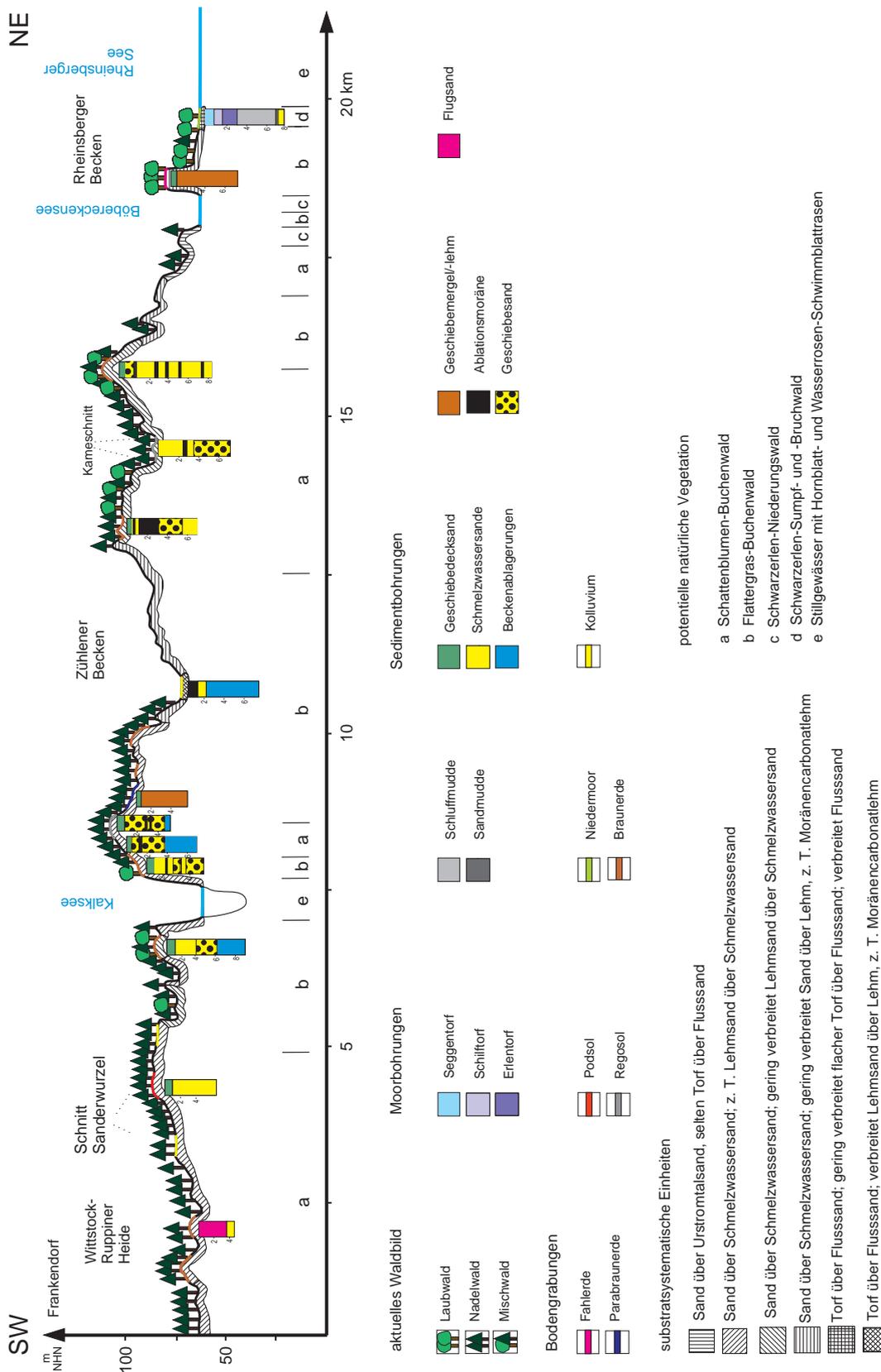


Abb. 2: Transekt Ruppiner Schweiz mit potentiell natürlicher Vegetation nach HOFMANN & POMMER (2005), bodensystematischer Einheit nach BAURIEGEL et al. (2001), aktuellem Waldtyp nach CORINE (2012) sowie eigenen Grabungen und Bohrungen (zur Lage vgl. Abb. 3).

Fig. 2: Transect Ruppiner Schweiz with the natural plant cover according to HOFMANN & POMMER (2005), soil units according to BAURIEGEL et al. (2001), recent forests according to CORINE (2012) and own diggings/drillings (see position in fig. 3).

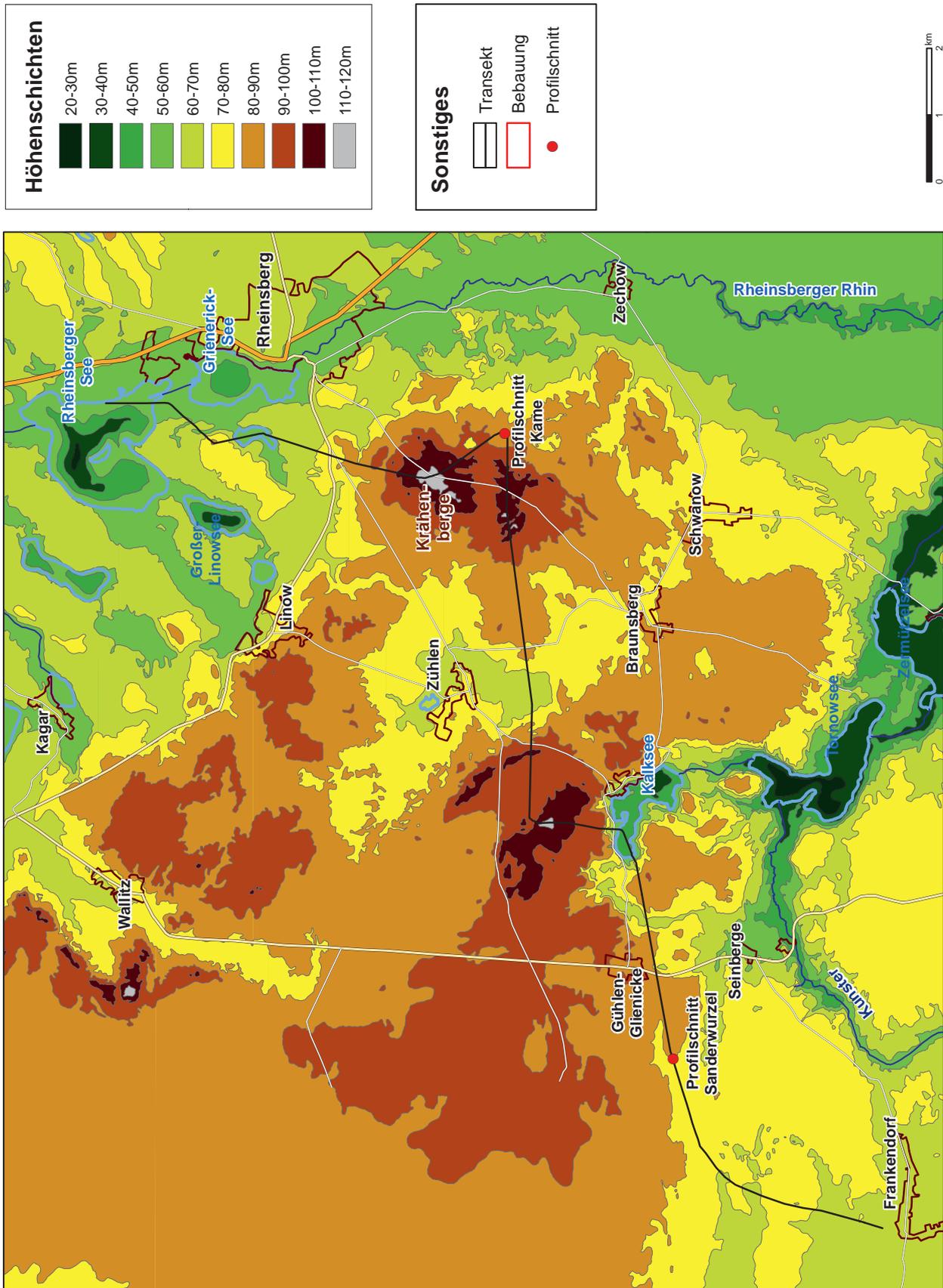


Abb. 3: Höhenschichtenkarte des engeren Untersuchungsgebietes auf Grundlage von DGM (2016) mit Verlauf des eigenen Transektes sowie Lage der kleineren Profilschnitte.

Fig. 3: Contour line map of the examination area based on DGM (2016) with the course of the own transect and positions of the smaller sections.



Abb. 4:
Oberflächennahe
Steinanreicherung in der
Sanderwurzel

Fig. 4:
Subsurface accumulation of
stones in the proximal part of
the outwash plain

ponente in den Flächensander hinein zunimmt. Auch das Mikrorelief ist hier weitgehend eben und wird nur stellenweise von Binnendünen, welche den Sandersanden aufliegen, gestört. Leicht podsolierte Braunerden an den Dünenstandorten lassen einen spätpleistozänen Bildungszeitraum vermuten. Vier Bohrungen bis unter die Basis der Flugsande zeigen keine Verwitterungszone im Liegenden, was darauf hindeutet, dass die Dünen bereits präholozän angelegt wurden. Die flächenhafte Bedeckung mit Reinsand begünstigt zweierlei Ausprägungen. Zum einen drainieren die Böden gut – der Bodenwasseranteil ist im Verhältnis zu lehmhaltigen Böden deutlich geringer. Das geringe Wasserhaltevermögen und das Fehlen von undurchlässigen Schichten im

oberflächennahen Tiefenverlauf schließen Grund- und Stauwassereinfluss aus, weshalb mit regelhaft trockenen Böden zu rechnen ist.

Ein Nivellement zwischen den Bohr- und Grabungspunkten im Bereich der Sanderwurzel („Profilschnitt Sanderwurzel“ in Abb. 2) ergab einerseits erste Hinweise auf mehrere Niveaus mit Unterschneidungskanten, andererseits weisen aufgedragene Blöcke auf einen glazigenen Zusammenhang hin (Abb. 5). Auch wenn eine letztendliche Entscheidung zwischen nieder- und schmelzwasserbedingter Genese vorerst nicht möglich ist, so bietet diese Stelle jedoch einen günstigen Ansatzpunkt für zukünftige Detailuntersuchungen zur umstrittenen Außenzone der sogenannten Frankfurter Eisrandlage.

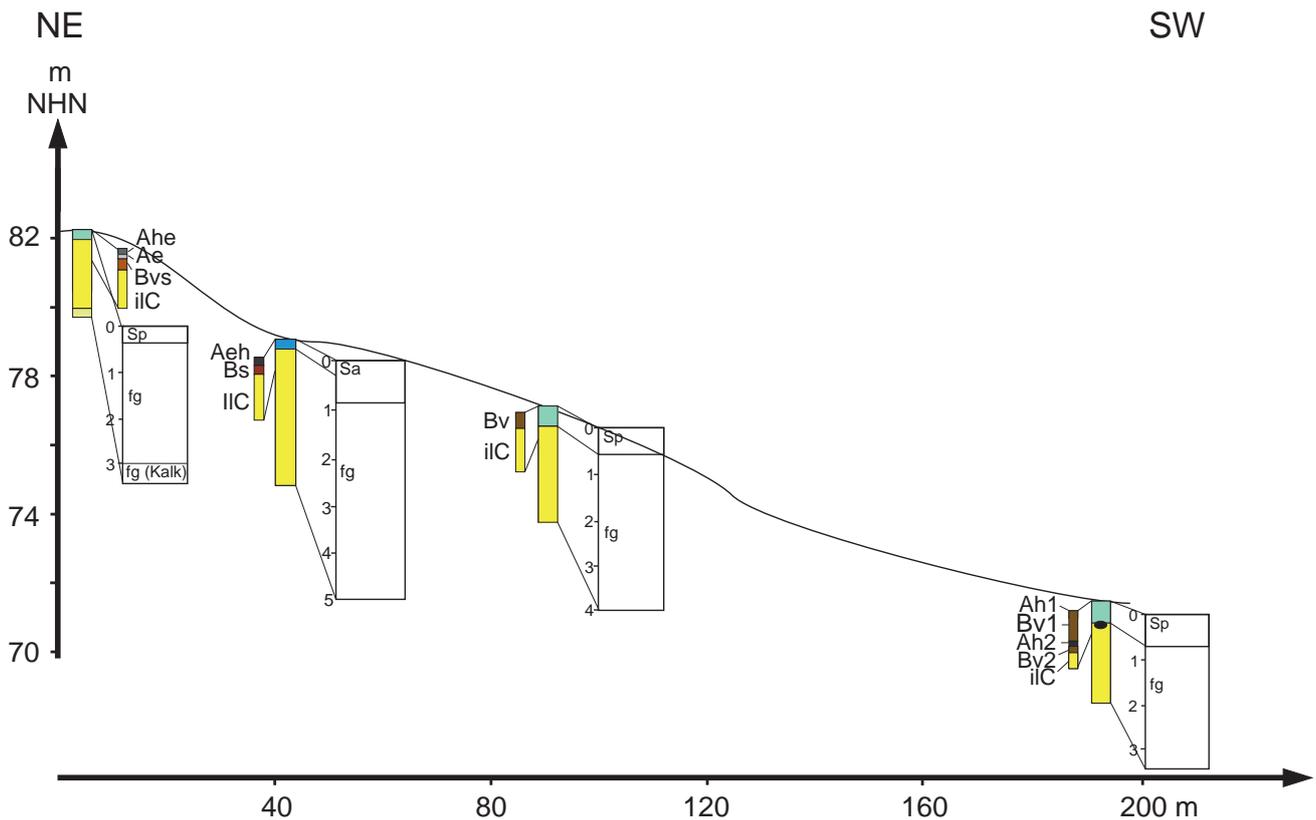


Abb. 5: Profilschnitt Sanderwurzel (Legende nach AG BODEN 2005)

Fig. 5: Cross section of the proximal part of the outwash plain (legend acc. to AG BODEN 2005)

Im Endmoränenbereich der Frankfurter Eisrandlage im engeren Sinne ist die stark wellige bis kuppige Oberfläche steinbedeckt, insbesondere um die Ortschaft Steinberge. In den Profilen dominierten in derartigen Fällen Geschiebesande (vgl. auch GAGEL 1920 a, b). Bei den Begehungen fielen des Weiteren schon rein morphologisch Kamesfelder auf, weitere Grabungen und Bohrungen ergaben im Untergrund ein differenziertes Bild. Kamesande kommen immer wieder oberflächennah vor und bestimmen in Extremfällen (s. o.) auch den Formenschatz. Ansonsten liegen sie häufig schleierförmig über der Endmoränen-Blockstreu. Kombiniert sind sie des Weiteren mit Stillwasserablagerungen und gestauchten Geschiebemergelschollen im Liegenden. Sowohl in den Kames als auch in den weiteren Sedimentfolgen können fetzenhaft Ablationsmoränen eingearbeitet sein (Abb. 6). Die Entkalkungstiefen zwischen 2 und 4 m sind relativ hoch, aber nicht untypisch für eine Endmoränensituation. Im oberen Verwitterungsbereich haben sich gewöhnlich Braunerden im Geschiebedecksand und in einem Fall auch eine Parabraunerde gebildet, in erosionsbegünstigter Situation auf den Regosol reduziert.

Jenseits des mit Schmelzwassersedimenten verfüllten kleinen Zühlener Beckens bilden die Krähenberge mit der Junkerspitze den Kern des östlichen Hügelluges (Abb. 3). Hier wurden bei ersten Begehungen für ebenfalls willkürlich verteilte Vollformen Kamesbildung vermutet. Da auch in den Bohrungen und Grabungen auf den Kuppen der Krähenberge Ablationsmoränen auffielen, wurde ein Hügelfeld auf einer Zwischenebene genauer abgebohrt („Profilschnitt

Kame“ in Abb. 2). Die Bohrungen ergaben hier in der Kuppensituation eine deutliche Auflage weitgehend skelettfreier Sande, durchbrochen von dünnen Moränenlagen (Abb. 7). Die Sande sind geschichtet und weisen in geringen Tiefen auch Kreidebruchstücke auf. Offenbar totesbedingte Setzungsstörungen differenzieren einzelne Pakete. Die Gesamtsituation weist zwanglos auf glazifluviale Kamesande mit zwischengeschalteten Ablationsmoränen hin, welche das vorhandene Endmoränenrelief noch verstärken. An diesen Sedimenten durchgeführte Korngrößenanalysen von Frau cand.geogr. LYDIA REINCKE (schrftl. Mitt.) zeigen im Kuppenprofil gut sortierte Fein- und Mittelsande der Kameszonen an. Die Ablationsmoränen weisen sowohl in den feineren als auch den gröberen Kornfraktionen höhere Gehalte auf, was sich in den klassischen Geschiebesanden der Endmoräne dann zum Liegenden hin verstetigt. Die Bodendecke wird wiederum von Braunerden geprägt, die in den Kuppensituationen durch Kappung in Regosole verwandelt wurden.

Auch am Abfall zum Rheinsberger Becken deuten sich auf der Südostseite des Kleinen Linowsees in Begehungen und ersten Bohrungen Kamestrassen an (Abb. 2). Hier könnte die von verschiedenen Bearbeitern diskutierte mächtige Verschüttung des Rheinsberger Beckens noch eine Differenzierung erfahren.

Abschließend wurde der Prototyp einer endmoränennahen Grundmoräneninsel zwischen Böberecken- und Rheinsberger See pedologisch sowie lithologisch geprüft. Unter einer Fahlerde ist ein tiefreichender Geschiebelehm ent-



*Abb. 6:
Typische Abfolge im Kame mit periglazialer
Deckserie über der Ablationsmoräne*

*Fig. 6:
Typical layering of a kame with periglacial cover
beds above the ablation till*

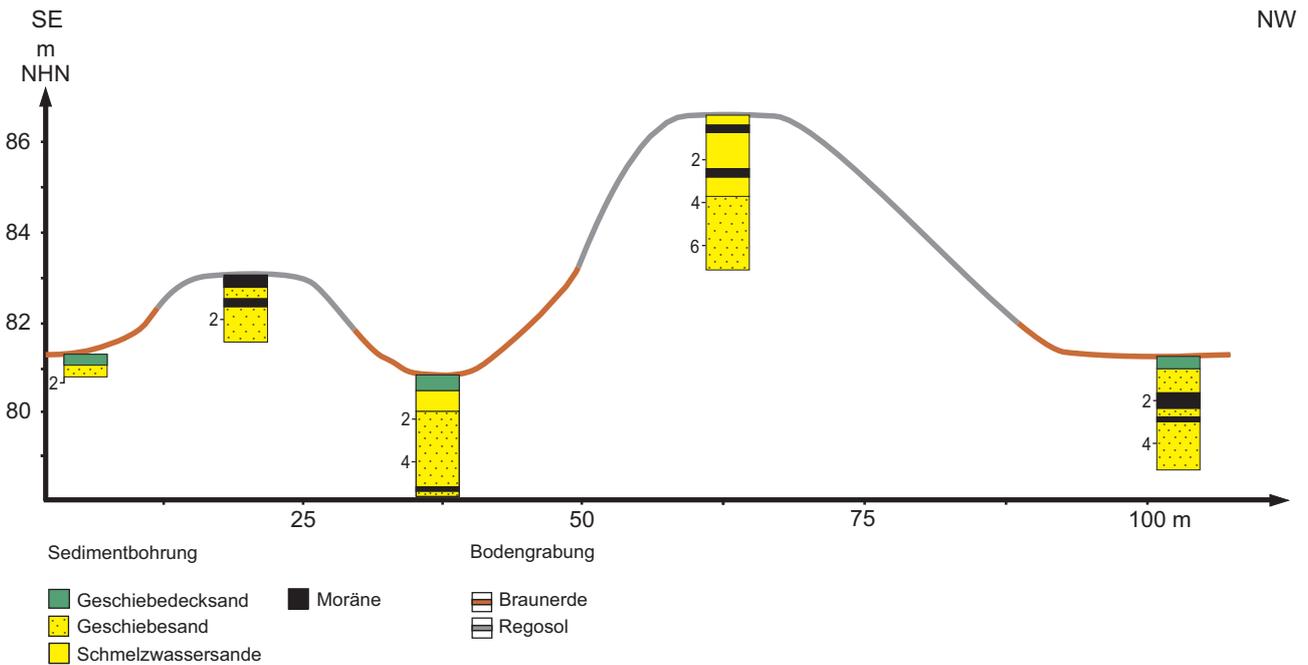


Abb. 7: Schichtenfolge auf der kamebedeckten Endmoräne
 Fig. 7: Series of deposits in the terminal moraine, covered by kames.

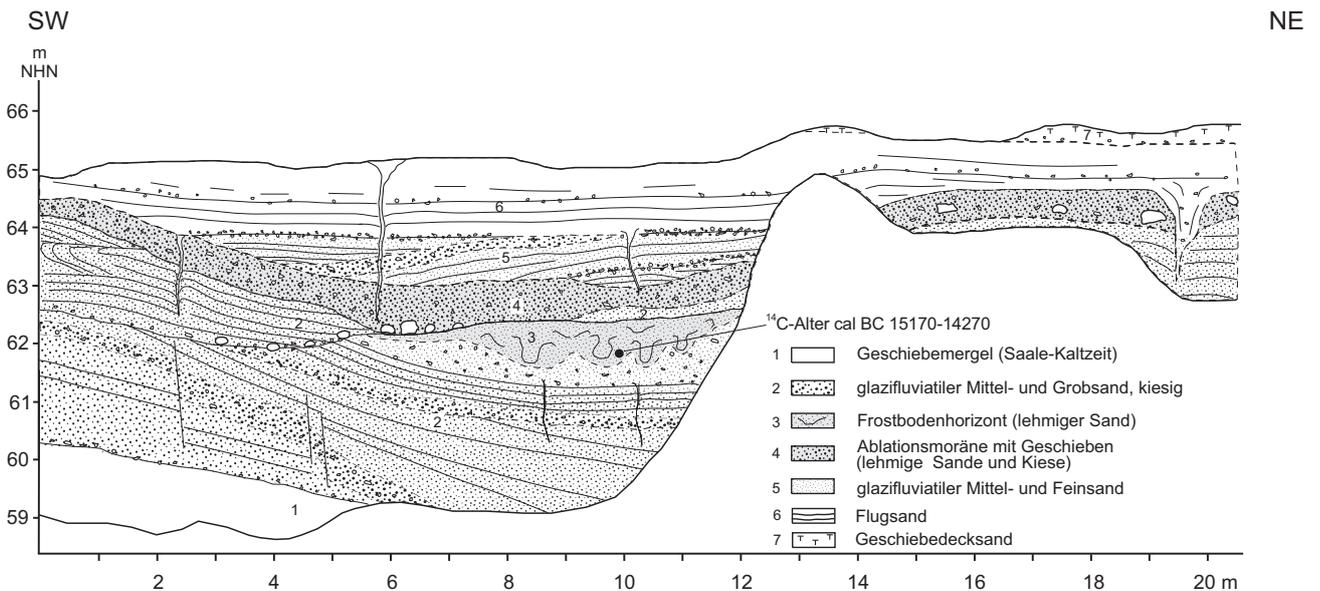


Abb. 8: Lagerungsverhältnisse in der Kiesgrube Zechow
 Fig. 8: Bedding conditions of the gravel pit Zechow

wickelt. Aufgrund der Entkalkung und geringen Probenmenge ist eine statistische Auswertung des Zählergebnisses nicht möglich, da die Gruppen der paläozoischen Kalke, der Dolomite sowie der mesozoischen Kalksteine fehlen. Trotz Geschiebereichtum in der Fraktion 4–10 mm waren allerdings keine plattigen paläozoischen Tonsteine in der Probe enthalten, was auf eine ältere als weichselkaltzeitliche Grundmoräne hindeutet. Bestärkt wird diese Annahme durch die auffällig große Anzahl von frischen Feuersteinen. Dieser Befund stützt die oben diskutierte allgemein geringe Mächtigkeit der weichselkaltzeitlichen Sedimente und deu-

tet auf ihre ebenfalls geringe Reliefwirksamkeit außerhalb der Schmelzwasserareale hin.

Eine glazialmorphologische Besonderheit bildet der Ausgang des Rheinsberger Beckens mit der Zechower Pforte (zuletzt GÄRTNER 2007). In den Zechower Bergen an ihrem oberen Rand wurden parallel zum obigen Befund ebenfalls mittelpleistozäne Grundmoränen identifiziert (saaleglaziales Kleingeschiebespektrum). Im Hangenden der saaleglazialen Grundmoränen bei Zechow sind zwei periglazial beeinflusste glazifluviatile Serien entwickelt, die durch einen Frostbodenhorizont getrennt werden (Abb. 8). Holzkohlen aus diesem

Horizont wurden durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) (Hv 21669) auf ein konventionelles ^{14}C -Alter von 13 910 \pm 360 (cal BC 15 170–14 270) datiert. Glazigene Dislokationen in der oberen Serie belegen Gletschereinfluss, der nach diesem ^{14}C -Alter dem Pommerschen Stadium zugeordnet wird (GÄRTNER 1998).

Geökologische Entwicklung und rezente Situation

Botanische und bodengeographische Aspekte

Im weiteren Untersuchungsgebiet reicht vor allem die Bohrung Stolpsee am weitesten in das Weichsel-Spätglazial (Meiendorf-Interstadial) zurück (STRAHL 2005, S. 96). Die Vegetationsentwicklung im Gebiet der Ruppiner Schweiz lässt sich erst sicher ab der birkenreichen Phase des Alleröd einschließlich der Laacher See Tephra (LST) beispielhaft mit Hilfe des Pollendiagramms der Seebohrung Schulzensee bei Zechow von SCHOKNECHT in GÄRTNER (1998) zusammenfassen: Während des Präboreals begann die Hasel (*Corylus*) in die frühholozänen Birken-Kiefern-Wälder einzuwandern. Im höheren Boreal erreichte sie, sukzessive begleitet von Ulme (*Ulmus*) und Eiche (*Quercus*), ihre Hauptverbreitung mit Pollenfrequenzen von maximal 40 %. Linde (*Tilia*) und Esche (*Fraxinus*) folgten im Übergang in das Atlantikum, in dem sich Eichenmischwälder ausbreiteten. Außergewöhnlich ist hier das frühe Auftreten der Rotbuche (*Fagus*), die bereits im Atlantikum einen ersten geschlossenen Kurvenverlauf aufweist. Im Subboreal kamen sichere anthropogene Indikatoren, wie Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) und der Ampfer (*Rumex acetosella*-Typ) neben dem Beifuß vor, allerdings lassen ihre niedrigen Anteile darauf schließen, dass keine neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungen in der direkten Umgebung des Schulzensees existierten. Der nur sehr allmähliche Anstieg der Kurven von Rot- und Hainbuche (*Carpinus*) zeigt ihre verzögerte Ausbreitung während des Älteren Atlantikums, an dessen Ende sie ihre Maximalverbreitung erreichten. SCHOKNECHT stellt diese zeitlich im LANGE'schen und nicht FIRBAS'schen Sinne erst in das beginnende Jüngere Subatlantikum und verbindet die hier am niedrigsten liegenden Anteile der Siedlungszeiger mit der Völkerwanderungszeit. Der Anstieg der geschlossenen Roggen (*Secale*)-Kurve liegt deutlich nach den Maxima von Rot- und Hainbuche und markiert den Beginn des Jüngeren Subatlantikums sensu FIRBAS (1949). Von den subatlantischen Buchenwäldern vor den massiven Eingriffen des Menschen in die Landschaft ausgehend, folgerten u. a. HOFMANN & POMMER (2005) auf die Dominanz von Buchenwäldern als potentiell natürliche Vegetation der terrestrischen Flächen des Untersuchungsgebietes (Abb. 9). Auf seinen Grundmoränenflächen überwiegen dabei auf frischen, meso- bis eutrophen und schwach sauren Standorten neutrale Waldmeister-Buchenwälder. Sandige, trocken bis frische, mäßig bis stark saure und mesotrophe Standorte, wie im Bereich der Sander und des Urstromtales, weisen eher bodensaure Buchenwälder auf. In Niederungen und Talungen mit Grundfeuchte wächst

auf Sand hauptsächlich die Stieleiche, während für nasse Standorte Erlenbruch mit Schilf und Segge typisch ist. Die natürlichen Auen- und Niederungswälder weisen Eschen-, Weiden- und Ulmenstandorte auf.

Aus bodengeographischer Sicht werden die oberflächennah meist sandüberzogenen terrestrischen Areale von Braunerden dominiert (Abb. 10). Bei stärkerem Moräneneinfluss im Untergrund neigen diese zur Lessivierung, in tieferen Lagen hingegen zur Vergleyung. Eine Ausnahme stellen dabei Dünen und Flugsanddecken mit Podsolierungstendenz dar, welche aber häufig nicht über das Regosol-Stadium hinauskommt. An den tiefegelegenen semiterrestrischen Standorten, besonders im Eberswalder Urstromtal, bildeten sich großflächig Erdnieder Moore.

Mit dem bereits o. a. Anstieg der Roggen-Kurve, der ein Siedlungszeiger für die Slawenzeit bzw. das frühe Mittelalter ist, wird der anthropogene Einfluss auch im Pollendiagramm Schulzensee deutlich sichtbar. Die mit der Anlage von Ackerflächen verbundene Entwaldung betraf damals nach Schätzungen auf archäologischer Grundlage schon etwa die Hälfte des weiteren Untersuchungsgebietes (Abb. 8). Sie umfasste insbesondere die nördliche (Rheinsberg-Stechliner) als auch die südliche (Ruppiner) Seenlandschaft wie auch Teile der Urstromtalung. Ende des 18. Jahrhunderts war die Waldfläche dann am kleinsten, bevor sie, auch im eigenen Testareal, in den letzten 200 Jahren wieder kontinuierlich größer wurde (ZÜHLKE 1981, S. 39–40).

Entlang des detailliert bearbeiteten Transektes (Abb. 2) dominierten ursprünglich an terrestrischen Standorten Rotbuchenwälder. Gemäß der Rekonstruktion von HOFMANN & POMMER (2005) waren auf den etwas lehmigeren Standorten des Zühlener bzw. Rheinsberger Beckens eher die zu nährkräftigerem Untergrund tendierenden Flattergras-Buchenwälder verbreitet. Zum Flächensander hin bzw. auf den sandigeren Hochflächen ziehen die genügsameren Schattenblumen-Buchenwälder nach. Vor allem die Beckenlagen sind rezent Offenland, während auf den Hochflächen große Areale mit Nadelforsten bedeckt sind. Um die größeren Seen der zentralen Beckenbereiche herum sind breitere Streifen von Niederungs-, Sumpf- und Bruchwäldern ausgebildet.

Standortkundliche Fallbeispiele

Humusformen und -horizonte können an Waldstandorten als gute Indikatoren für den mittelfristigen Kulturlandschaftswandel gelten. An Waldstandorten am Westende des Transektes mit Übergang vom Sander zur Endmoräne wurde bei schwacher bis mäßiger Stammnährkraft i. S. von SCHULZE (1998) vorwiegend Moder bis rohhumusartiger Moder mit mehreren Ausreißern Richtung F-Mull angesprochen. Spuren von Kornpodsoligkeit bis hin zu deutlicher Auswaschung konnten in den Profilen am Übergang von Braunerden und Podsolen (s. o.) beobachtet werden.

Vegetationskundliche Aufnahmen in diesem Gebiet weisen mit Dicrano-Pinion und Galio odorati-Fagion nur zwei Verbände aus. Da die potentiell natürliche Vegetation in diesem Abschnitt zum Schattenblumen-Buchenwald gehört,

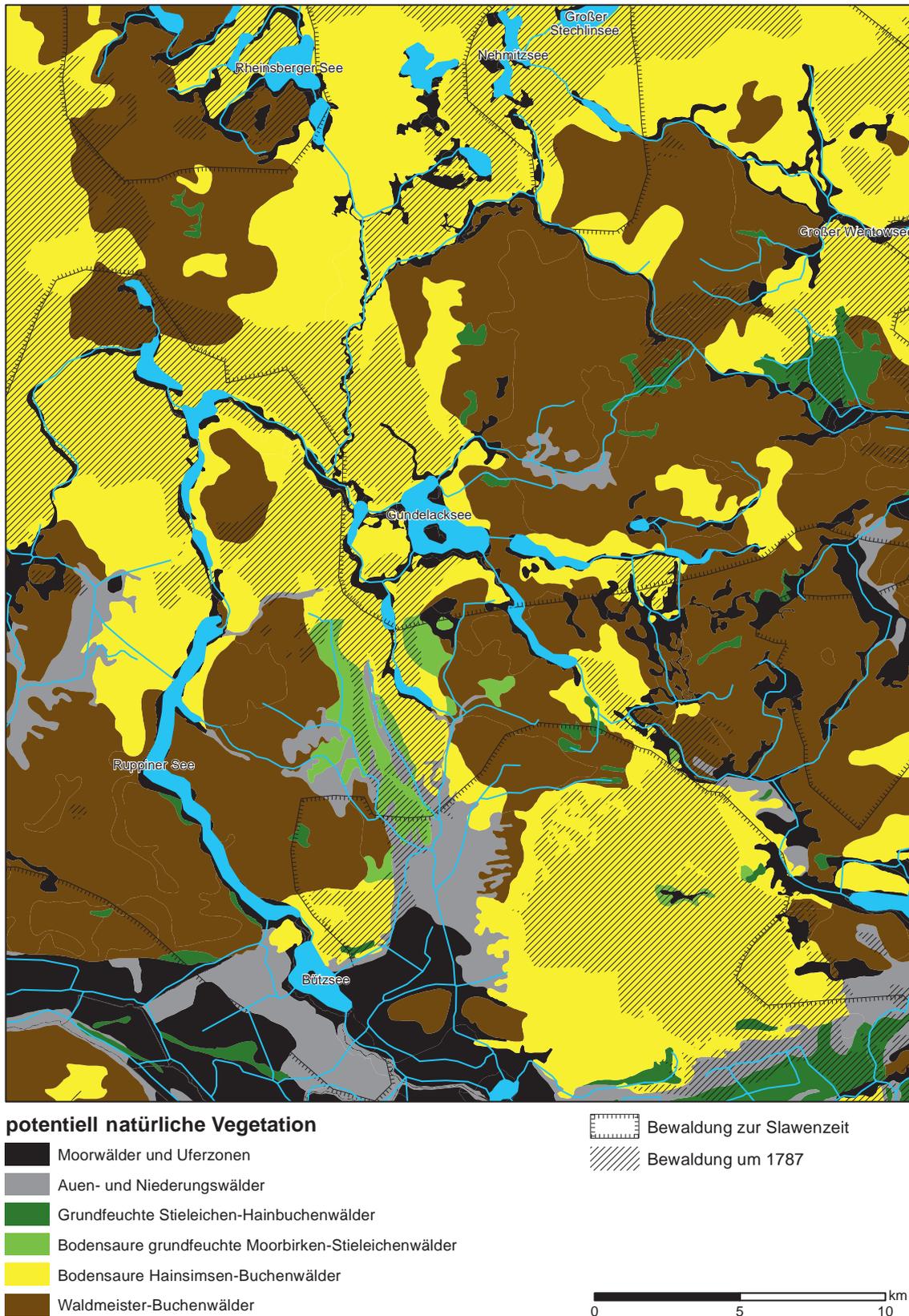
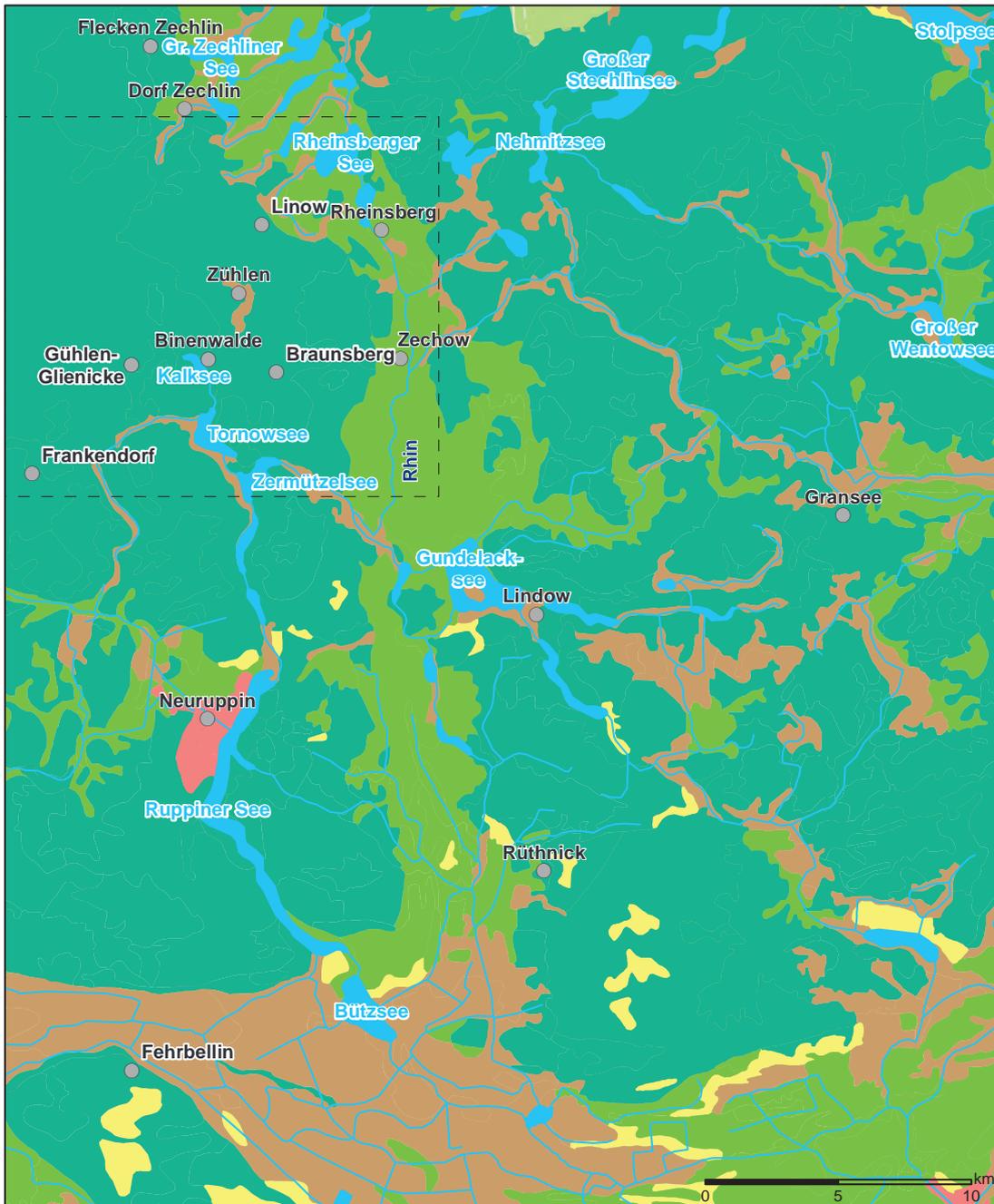


Abb. 9: Potentiell natürliche Vegetation des weiteren Untersuchungsgebietes, generalisiert nach HOFMANN & POMMER (2005) und Waldflächen in der Slawenzeit (nach HERRMANN 1985) sowie Ende des 18. Jahrhunderts (SCHMETTAU 1767–1787).

Fig. 9: Natural plant cover of the examination area, generalised according to HOFMANN & POMMER (2005) and forested areas in the Slavic time period (acc. to HERRMANN 1985) as well as at the end of the 18th century (SCHMETTAU 1767–1787).



Böden und Substrate

- überwiegend Podsole und Regosole aus äolischen Sedimenten
- überwiegend podsolige Braunerden und Gley-Braunerden aus Fluss- und Seesedimenten einschließlich Urstromtalsedimenten
- überwiegend Braunerden und podsolige Braunerden, z.T. lessiviert aus glazialen Sedimenten einschließlich ihrer periglazialen Überprägungen
- Erdniedermoore aus Torf überwiegend über Flusssand und Mude
- Böden aus anthropogen abgelagerten Sedimenten

weiterhin

[-] Ausschnitt Reliefkarte

Abb. 10: Bodengeologische Situation des weiteren Untersuchungsgebietes, generalisiert nach BAURIEGEL et al. (2001).
 Fig. 10: Soils and their parent materials in the examination area, generalized according to BAURIEGEL et al. (2001).

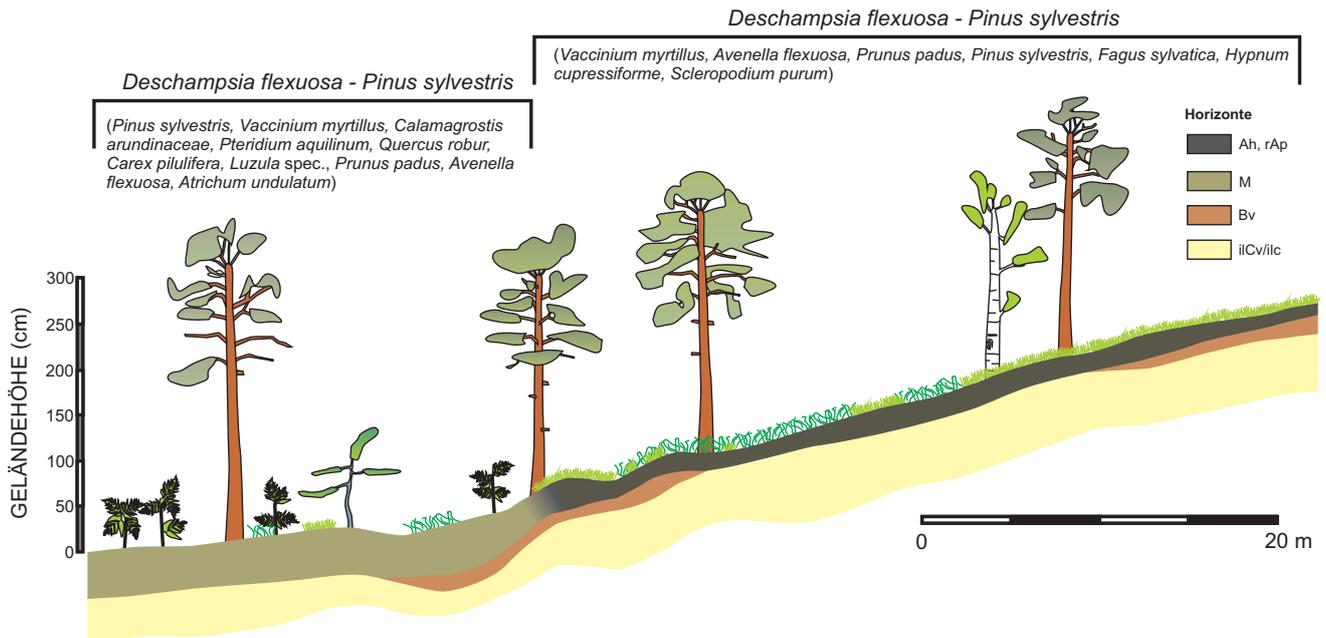


Abb. 11: Profilschnitt Neuglienicke mit Kolluvien (Legende nach AG BODEN 2005)

Fig. 11: Cross section Neuglienicke with colluvia (Legend acc. to AG BODEN 2005)

ist insbesondere das Dicrano-Pinion als standortsfremd einzustufen. Der Großteil wird von Kiefernwäldern geprägt, wobei die ganzjährige Auflichtung eine nahezu geschlossene Kraut- und Moosschicht begünstigt. Typisch ist eine artenarme Krautschicht mit regelhaftem Vorkommen von Drahtschmiele und Blaubeeren. In der Moosschicht ist vor allem das Grünstängelmoos zum Teil massenhaft verbreitet. Die sechs untersuchten Standorte des Galio odorati-Fagion präsentierten sich noch artenärmer. Außer der Buche selbst war kein Kraut zu finden und eine Moosschicht existiert aufgrund der problematischen Belichtung überhaupt nicht. Zumindest in den beiden auch kartographisch ausgewerteten Zeitebenen des 12. als auch zum Ende des 18. Jahrhunderts (Abb. 8) waren größere Sander- und Endmoränenareale gerodet, was anfänglich sicher stark dem einfach zu pflügenden Sand zu verdanken war. Spätestens der intensiven Landwirtschaft des Industriezeitalters boten derartige Bedingungen keine hinreichende Grundlage mehr, weshalb die untersuchten Flächen heute wieder waldbedeckt sind. Intensive makroskopische Untersuchungen in diesen ehemals waldfreien Gebieten ergaben zwar nur selten eindeutige reliktsche Pflughorizonte, jedoch konnten ubiquitär Kolluvien mit M-Horizonten als Beweis früherer Brachen und somit ackerbaulicher Tätigkeit gefunden werden. Im Zentrum einer flachen Talung östlich von Neuglienicke ist der Einebnungsprozess durch ackerbauliche Tätigkeit zu erkennen, welche außerdem den ursprünglich durchgehend vorhandenen Hauptverwitterungsbereich am schwach geneigten Hang erodierte (Abb. 11).

Die Pflughorizont- und Kolluvialproblematik mit entsprechend größeren Humushorizont-Mächtigkeiten ist auch vor dem Hintergrund aktueller Diskussionen um den Kohlenstoffkreislauf in derartig großen reliktschen Agrar-

landschaften wichtig. Unser Referenzstandort mit Galio odorati-Fagion weist hier mit 54,7 t/ha einen recht niedrigen Gesamtkohlenstoffgehalt des Bodens auf, welcher mit Werten von WITTEK & KUGLER (2006) in vergleichbaren Situationen des Nordostdeutschen Tieflandes gut übereinstimmt. Auf den heute mit Nadelforst bestandenen ehemaligen Ackerstandorten wird jener Wert regelhaft und meist sehr deutlich übertroffen. Ihr Gesamtkohlenstoffgehalt wird dabei weitgehend von der Mächtigkeit des humosen Oberbodens gesteuert und erreichte den maximalen Wert von 145,9 t/ha.

Fallbeispiel Binenwalder Kalksee

Mitten in einem breiten Endmoränen-Höhenzug befindet sich der Binenwalder Kalksee, aufgrund dieser Lage und mit einem Wasserspiegel von 53 m NHN auch deutlich höher als der schon außerhalb positionierte Tornowsee gelegen. Dieser 53,6 ha große und gut 21 m tiefe See stellt den nördlichsten Quellsee des Rhin-Einzugsgebietes dar. Damit hat der Kalksee keine oberirdischen Zuflüsse, er entwässert jedoch über den Binenbach in den Tornowsee (Abb. 10). Der am IAG Seddin erhobene Tiefenlinienplan (generalisiert in Abb. 3) zeigt einen unregelmäßigen Grundriss und wechselnde Tiefenverhältnisse. Der See besteht aus drei Becken, einem ca. 1 m tiefen nordwestlichen Becken, einem ca. 10 m tiefen zentralen Becken sowie dem maximal 22 m tiefen Hauptbecken im Südosten. Sein Volumen beträgt ca. 4,2 Mio m³. Die steilen Hänge der auf über 100 m NHN aufsteigenden Umrandung setzen sich subaquatisch als sehr steile Flanken des Hauptbeckens insbesondere am West- und Ostufer fort. Vermutlich begünstigte diese nutzungsfeindliche Reliefenergie die Erhaltung von Buchenmischwäldern, welche in Ufernähe von einem schmalen Röhrichtgürtel abgewechselt werden. Der eutro-

Die Kalksee wurde im Rahmen des Monitorings des IAG Seddin intensiv überwacht und lässt sich deshalb nachfolgend aus gewässerökologischer Sicht exemplarisch diskutieren. Vor allem die Morphologie des Kalksees und seiner Umgebung verursacht eine sehr stabile thermische Schichtung. Sie bildet sich im späten Frühjahr heraus und löst sich erst im späten Herbst wieder auf (Dauer 6–7 Monate). Im Hochsommer bildet sich die Sprungschicht unterhalb einer Wassertiefe von ca. 3,0 m heraus. Im Jahr 2015 war zum Zeitpunkt der stabilsten Ausprägung der Schichtung zwischen Juni und August die turbulent durchmischte Oberflächenwasserschicht (Epilimnion) ca. 3 m mächtig. Die Übergangsschicht (Metalimnion) erreichte ebenso ca. 3 m und die Tiefenwasserzone (Hypolimnion) war ca. 14 m mächtig. Durch die Morphometrie des Sees ergibt sich damit, dass im Hochsommer nur 26 % des Gesamtvolumens des Sees (ca. 1,1 Mio m³) zum Epilimnion gehörten, jedoch ca. 35 % (ca. 1,5 Mio m³) zum Hypolimnion.

Die stabile thermische Schichtung hat bedeutende Konsequenzen für den Sauerstoffhaushalt des Sees. Im Kalksee mit seiner hohen biogenen Sauerstoffzehrung herrschen so im Hypolimnion über längere Perioden starker Sauerstoffmangel bis -freiheit vor. Im See herrschen im Jahr 2015 im August unterhalb einer Wassertiefe von ca. 6,0 m starker Sauerstoffmangel und unterhalb von 9,0 m vollständige Sauerstofffreiheit. Damit sind ca. 20 % des Seevolumens und ein etwa gleich großer Anteil der Sedimentoberfläche frei von Sauerstoff. Dieser Prozess geht einher mit einer Anreicherung von Pflanzennährstoffen, insbesondere Stickstoff und Phosphor im Hypolimnion. Die Quellen dieser Anreicherung sind der ständige Nachschub an abgestorbener planktischer Biomasse aus dem Epilimnion und dem organischen Sediment. Im Epilimnion wird mit den verfügbaren gelösten Nährstoffen planktische Biomasse aufgebaut. Nach dem Absterben dieser Biomasse sinkt ein Teil in das Hypolimnion und damit nehmen die Nährstoffkonzentrationen im Epilimnion über die Schichtungsperiode tendenziell ab. Dieser natürliche Prozess führt dazu, dass im Kalksee während der sommerlichen Schichtungsperiode die Produktion planktischer Biomasse begrenzt ist und eine recht hohe Sichttiefe von bis zu 2,6 m vorherrscht.

Im Herbst löst sich durch die Abkühlung des Oberflächenwassers die thermische Schichtung des Kalksees auf. Dies führt dazu, dass das nährstoffreiche und sauerstoffarme Tiefenwasser in den gesamten Wasserkörper eingemischt wird und in der Folge, dass die Sauerstoffkonzentrationen auch an der Gewässeroberfläche temporär deutlich zurückgehen und dass die Nährstoffkonzentrationen dort deutlich ansteigen. Zum Beginn der Vegetationsperiode führt das im Kalksee bei Binenwalde regelmäßig zu sehr geringen Frühjahrssichttiefen, die beträchtlich unter den sommerlichen liegen. Positiv wirken sich letztere über die Ansiedlung von Unterwasserpflanzen in den Uferbereichen auf die ökologische Situation aus. Ein sehr deutlicher negativer Aspekt ist jedoch die auftretende Sauerstofffreiheit im Hypolimnion, welches sowohl im Freiwasser durch Fische als auch an der Sedimentoberfläche durch

Organismen des Makrozoobenthos nicht genutzt werden kann. Zusätzlich zu diesen weitgehend natürlich induzierten Prozessen verursacht die Nutzung vor allem des Nord- und Ostufers auch eine gewisse anthropogene Belastung dieses Rhinzufusses. Aus der Verbindung des Kalksees mit dem Tornowsee über den Binenbach ergibt sich für letzteren eine zeitweilig bedeutende externe Nährstoffbelastung, da in den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten große nährstoffreiche Wassermengen aus dem Kalksee abfließen.

Zusammenfassung

In der Ruppiner Schweiz und ihrer weiteren Umgebung wird die Frankfurter Eisrandlage sowie die zugehörige glaziale Serie sowohl aus landschaftsgenetischer als auch aus geoökologischer Sicht auf der Grundlage von Neubearbeitungen diskutiert. Die Moränenzüge des Brandenburger Stadiums überkleiden eine schon mittelpleistozän angelegte Grundstruktur. Hervorzuheben ist hier die große Rolle von Niedertauprozessen bei der weichselzeitlichen Deglaziation auch in Hochlagen mit Beckensedimenten, Kamessanden und Ablationsmoränen. Bei der Erklärung der mächtigen Verfüllung des Rheinsberger Beckens spielte das Pommersche Stadium der Weichsel-Kaltzeit offenbar eine größere Rolle als bisher angenommen, möglicherweise ist sie auch direkt glazigener Natur. Es ergeben sich somit zwingende Parallelen zur Interpretation der Frankfurter Eisrandlage mit dem rückwärtigen Biesenthaler Becken im Sinne von CHROBOK (1985), SCHLAAK (1993) und GÄRTNER (1993).

Die Oberflächengewässer und Oberböden der Ruppiner Schweiz werden anschließend als Indikatoren der historischen und aktuellen Landnutzung am Beispiel des Binenwalder Kalksees und seiner Umgebung diskutiert. Während der Kalksee selbst noch eine natürliche Dynamik aufweist, weisen an Waldstandorten Kolluvial- und Pflughorizonte häufig auf intensive anthropogene Eingriffe hin.

Summary

In the Ruppiner Schweiz and its surroundings the Frankfurt Ice Stage and accompanying glacial forms are discussed from the perspective of landscape evolution and ecology, based on revision mapping. The moraines of the Brandenburg Ice Stage cover mid-Pleistocene formed structures. The importance of ice meltdown in Weichselian deglaciation is to emphasize also in higher positions with basin sediments, kame sands and ablation tills. The Pomeranian ice margin plays an obviously higher roll as assumed before in the explanation of the thick deposits of the Rheinsberg basin, possibly with direct glacial influence. Therefore our results support the interpretation of the Frankfurt ice margin with its rearward positioned Biesenthal basin in the sense of CHROBOK (1985), SCHLAAK (1993) and GÄRTNER (1993). Furthermore we discussed surface waters and topsoils of

the Ruppiner Schweiz as indicators for historic and recent land-use using the example of the Binenwalder Kalksee and its surrounding. While the Kalksee is offering natural dynamics, colluvia and plough horizons in recent forests partly show intense anthropogenic impacts.

Danksagung

Mehrere studentische Praktikumsgruppen der Universität Greifswald unterstützten die Geländearbeiten nach Kräften. Herr Dipl.-Geogr. Tony Baudis (Zinnowitz) setzte die Abbildungen 1, 9 und 10 kartographisch um.

Literatur

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 438 S., Hannover
- BAURIEGEL, A., D. KÜHN, R. SCHMIDT, J. HERING & J. HANNEMANN (2001): Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000 – Grundkarte Bodengeologie/Datenbank. – Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg in Zusammenarbeit mit dem Landesvermessungsamt Brandenburg, Kleinmachnow/Potsdam
- CHROBOK, S. M. (1985): Allgemeine Gesichtspunkte der Beckengenese der Barnim-Platte und der Lebuser Platte. – In: G3-Bericht der Forschungsgruppe „Lateraler Stofftransport“ der HU Berlin, S. 26–45, Berlin
- CORINE (2012): Corine Land covermap. –EPA, Wexford
- DGM (2016): Höhengichtendarstellung auf Basis des DGM 2. – Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/LGB 2016
- GAGEL, C. (1920a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Blatt Dierberg. – 48 S., Berlin
- GAGEL, C. (1920b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Blatt Zühlen. – 46 S., Berlin
- GÄRTNER, P. (1993): Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Westlichen Barnim. – Berliner Geogr. Arb. **77**, S. 1–120, Berlin
- GÄRTNER, P. (1998): Neue Erkenntnisse zur jungquartären Landschaftsentwicklung in Nordwestbrandenburg. – Münchener Geogr. Abh. **49**, S. 95–116, München
- GÄRTNER, P. (2007): Synopsis jungquartärer Landschaftsgeschichte im Gebiet des Rheinsberger Rhin. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **14**, 1, S. 31–36, Kleinmachnow
- HERRMANN, J. (1985): Die Slawen in Deutschland. – 629 S., Berlin
- HOFMANN, G. & U. POMMER (2005): Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1 : 200 000. – Eberswalder Forstliche Schriftenreihe **24**, 311 S., Berlin
- KEILHACK, K. (1921): Geologische Karte der Provinz Brandenburg 1 : 500 000, Berlin
- LGRB (2010): Die Gliederung des Pleistozäns in Brandenburg (Stand 2010). – In: STACKEBRANDT, W. (Hrsg.) (2010): Atlas zur Geologie von Brandenburg im Maßstab 1 : 1 000 000. – 4. Aktualisierte Ausgabe, S. 134, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus
- LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N., SONNTAG, A. & J. STRAHL (2015): Pleistozän. – In: STACKEBRANDT, W. & D. FRANKE (Hrsg.): Geologie von Brandenburg. – S. 333–418, Stuttgart (Schweizerbart)
- LOHDE, H. (1982): Lithofazieskarte Quartär 1 : 50 000, Blatt 1766 (Rheinsberg). – Zentrales Geologisches Institut, Berlin
- MARCINEK, J. & F. BROSE (1987): Die Frankfurter Eisrandlage (Poznan-Stadium) – Verlauf und Probleme. – Wiss. Ztschr. Univ. Greifswald, Math.-nat. Reihe **36**, S. 131–133, Greifswald
- MARCINEK, J. (1998): Das Rheinsberger Becken – sein Vorland mit der Wittstock-Ruppiner Waldheide, der Ruppiner und Granseer Platte sowie dem westlichen Abschnitt der Eberswalder Urstromtalung im Süden – eine Betrachtung zur Landschaftsgenese. – Bochumer Geographische Arbeiten **13**, S. 52–58, Bochum
- SCHLAAK, N. (1993): Studie zur Landschaftsgenese im Raum Nordbarnim und Eberswalder Urstromtal. – Berliner Geographische Arbeiten **76**, 145 S., Berlin
- SCHMETTAU, W. K. G. von (1767–1787): Kartenwerk für Preußen. – Berlin
- SCHULZE, G. (1998): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland (SEA 95 Bodenformen-Katalog). – 252 S., Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- STRAHL, J. (2005): Zur Pollenstratigraphie des Weichsel-Spätglazials von Berlin-Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 87–112, Kleinmachnow
- WITTEK, T. & S. KUGLER (2006): Standortkundliche Untersuchung und Kohlenstoff-Bilanzierung von Forsten in der Grenzheide. – Diplomarbeit an der Universität Greifswald, 118 S., Greifswald (unveröff.)

WOLDSTEDT (1926): Die großen Endmoränenzüge Norddeutschlands. – Z. Deutsche Geol. Gesellsch. **77**, S. 172–184, Berlin

ZÜHLKE, D. (1981): Ruppiner Land. – Werte unserer Heimat **37**, 202 S., Berlin

Anschriften der Autoren:

Prof. Dr. Sixten Bussemer
Dipl.-Geogr. Christoph Kunkel
Dipl.-Geogr. Axel Heise
Institut für Geographie und Geologie
der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17a
17489 Greifswald
sixten.bussemer@uni-greifswald.de
christoph.kunkel@uni-greifswald.de
axel.heise@uni-greifswald.de

Dipl.-Geogr. Jens Meisel
Institut für Angewandte Gewässerökologie
Schlunkendorfer Str. 2E
14554 Seddiner See
info@iag-gmbh.info

Dr. Peter Gärtner
Naturpark Barnim
Breitscheidstr. 8
16348 Wandlitz
peter.gaertner@lugv.brandenburg.de

Dr. Norbert Schlaak
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstr. 26
03046 Cottbus
norbert.schlaak@lbgr.brandenburg.de

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 33–58	12 Abb., 68 Zit.
------------------------------	---------	----------------	----------	------------------

Die Entwicklung des Wandlitzer Sees und seiner Umgebung (Naturpark Barnim) seit dem ausgehenden Weichsel-Glazial

Development of the lake Wandlitz with its surrounding landscape (nature park Barnim) since the very end of the Weichselian glacial

SIXTEN BUSSEMER, PETER GÄRTNER, AXEL HEISE, CHRISTOPH KUNKEL & JAQUELINE STRAHL

1 Einleitung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwei Seebohrungen durch das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) Cottbus bzw. das Geographische Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald niedergebracht und die terrestrischen Bereiche in der Umgebung des Wandlitzer Sees in einem dichten Raster standortkundlich aufgenommen. Die nachfolgende interdisziplinäre Auswertung verfolgte das Ziel der Erarbeitung eines für den Naturpark Barnim besucherorientierten visualisierten Landschaftsgenesemodells.

Der länderübergreifend ausgewiesene Naturpark Barnim umfasst eine Fläche von 750 km². Davon entfallen 94,6 % auf das Land Brandenburg und 56,5 % allein auf den Landkreis Barnim. Einschließlich der Flächenanteile der Landkreise Oberhavel, Märkisch-Oderland und des Landes Berlin erstreckt sich der Naturpark zwischen den Städten Bernau, Bad Freienwalde, Eberswalde, Liebenwalde und Oranienburg (HAACK 2009).

Sowohl der Naturpark Barnim im Allgemeinen als auch das am Wandlitzer See gelegene neue Besucherinformationszentrum sollen als zentrale Institutionen den Schutz und die weitere naturräumliche Erkundung der ihn umgebenden typischen Jungmoränenlandschaft begleiten.

2 Geomorphologie, Hydrologie und Geologie des Untersuchungsgebietes

Der Wandlitzer See oder Wandlitzsee (historisch unterschiedliche Schreibweisen in Kartenwerken und Literatur) gehört aus naturräumlicher Sicht zum westlichen Barnim als Teil der ostbrandenburgischen Platte (SCHOLZ 1962), dessen häufig seengefüllte, pleistozän angelegten Rinnensysteme landschaftsprägend sind (vgl. u. a. Übersichtskartierung von CHROBOK et al. 1983). Im Norden wird der Westbarnim durch das Eberswalder Urstromtal, im Osten durch die Barnimplatte, im Süden durch das Warschau-Berliner-Urstromtal und im Westen durch die Havelniederung begrenzt. Er

umfasst den zentralen und westlichen Teil des Naturparks Barnim, innerhalb dessen sich das Landschaftsschutzgebiet (LSG) Wandlitz-Biesenthal-Prendener Seengebiet befindet, zu dem auch der Wandlitzer See zählt.

Höchster Punkt des engeren Untersuchungsgebietes ist mit 71,5 m NHN der südöstlich des Wandlitzer Sees gelegene Kiesberg auf dem als weichselzeitlichen Endmoränenrest (s. ff.) gedeuteten „Großen Werder“ innerhalb des Liepnitzsees (Abb. 1). Durchschnittlich werden auf dem Westbarnim Höhen von 40 bis 90 m NHN erreicht, wobei das Gelände in Richtung Osten, hin zur benachbarten Barnimplatte, allmählich auf mehr als 80 m ansteigt (SCHOLZ 1962, NITZ et al. in SCHROEDER 2004).

Charakteristisch für die ganz überwiegend durch die Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit (hier vor allem Brandenburg Phase sensu LITT et al. 2007; s. ff.) geprägte Landschaft sind mit End- und Stauchmoränen durchsetzte, wellige bis sanft hügelige Sand- und Lehmplatten, die durch feuchte Niederungen sowie in das Gelände z. T. tief eingeschnittene, in der Regel N–S aber auch E–W verlaufende (Rinnen) Täler gegliedert werden.

Der 205 ha große und maximal 24 m tiefe Wandlitzer See gehört zum Typ der kalkreichen, geschichteten Seen. Im Sommer 2010 wurden nach Angaben der Ausstellung Barnim-Panorama größere Sichttiefen von 3–4,8 m mit Hilfe der Secchischeibe gemessen, was auf einen Klarwassersee mit mesotrophem Charakter hinweist.

Das mit 1 140 ha (STECKBRIEF SEEN EG-WASSERRAHMENRICHTLINIE vom 04.03.2009) relativ kleine, oberirdische Einzugsgebiet des Wandlitzer Sees erstreckt sich nicht konzentrisch um den See herum, sondern liegt im Westen, Norden und Osten aufgrund der Rinnenstrukturen eher ufernah an.

Der See liegt im mittleren Teil eines grundsätzlich E–W-gerichteten, vermutlich schon prä-weichselzeitlich angelegten Rinnensystems zwischen dem Liepnitzsee und den Drei heiligen Pfühlen im Südosten bzw. Osten sowie dem Rahmer See und Lubowsee im Südwesten. Diente die Rinne während der Weichsel-Kaltzeit vermutlich noch als einheitliche Schmelzwasserabflussbahn, so liegt heute zwischen Liepnitzsee und



Abb. 1: Lage des Wandlitzer Sees mit den Bohrungen Wandlitzsee 1/2010 (gelb) und 2/2010 (rot) sowie Wandlitz I (grün); zur Lage des Untersuchungsgebietes innerhalb Brandenburgs vgl. Abbildung 10

Fig. 1: Location of the lake Wandlitz with bore holes Wandlitzsee 1/2010 (yellow) and 2/2010 (red) as well as Wandlitz I (green); for location of the investigation area in Brandenburg see figure 10

Wandlitzer See die auf dem Barnim N–S verlaufende Wasserscheide zwischen Oder und Elbe bzw. Ost- und Nordsee (Abb. 2). Liepnitzsee und die Drei heiligen Pfühle besitzen hin zum Wandlitzer See aufgrund eines dazwischenliegenden Geländerückens keinen direkten oberirdischen Abfluss mehr, sondern entwässern nach Osten über den Ober- und Hellsee in das Hellmühler Fließ und letztendlich über die Finow in die Oder. Wandlitzer, Rahmer und Lubowsee werden dagegen durch die als Vorfluter zur Elbe fungierende Briesse in Richtung Südwesten zur Havelniederung hin entwässert.

Auch der tiefere Untergrund des weiteren Untersuchungsgebietes wird von quartären Sedimenten geprägt. Die nach Lithofazieskarte (LOHDE 1979) bei etwa 0 m NHN liegende Quartärbasis fällt entgegengesetzt zur heutigen Oberfläche von Nord nach Süd ab. Elsterkaltzeitliche Sedimente treten nur im südlichen Teil des Einzugsgebietes und hier als Geschiebemergel in geringen Mächtigkeiten bis zu 7 m auf. Die mit 50–60 m insgesamt deutlich größere Mächtigkeit der saalezeitlichen Ablagerungen nimmt von Nord nach Süd zu (in Wandlitz bei 50 m gegenüber Basdorf bei 61 m). Die Mächtigkeiten der für den Barnim-seitigen Naturparkbereich maßgeblichen weichselzeitlichen Sedimente variieren zwischen 4 und 11 m, wobei jedoch keine Regelmäßigkeit in der räumlichen Verteilung mehr erkennbar ist. Bei diesen Ablagerungen handelt es sich im Allgemeinen um Geschiebemergel, -lehme und -sande und deren Vorschüttbildungen



Abb. 2: Am östlichen Ufer des Wandlitzer Sees markiert ein von ANNELIE GRUND künstlerisch gestalteter Findling symbolisch die auf dem Barnim N–S verlaufende und die Ortslage Wandlitz durchquerende Wasserscheide zwischen Oder und Elbe (Foto: A. SONNTAG 2006).

Abb. 2: An erratic block designed by ANNELIE GRUND marked symbolical the watershed between rivers Oder and Elbe, which is crossing Wandlitz from North to South (photo: A. SONNTAG 2006).

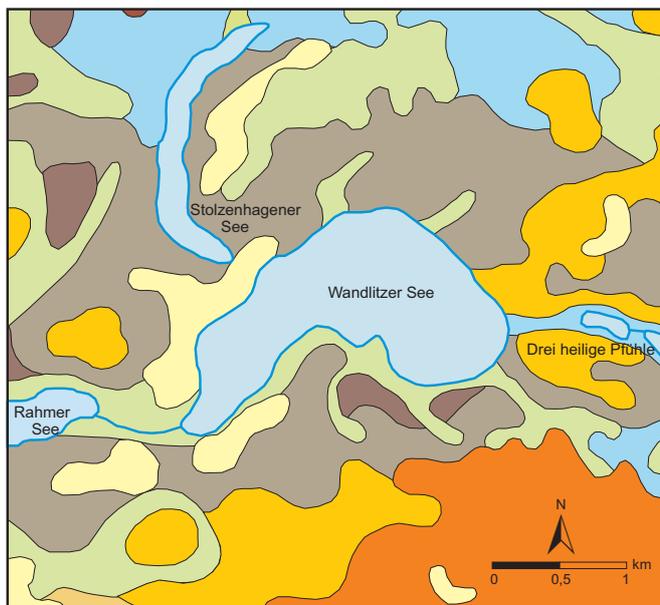
sowie glazifluviatile Sande und Kiese vornehmlich innerhalb der heute z. T. mit Seen erfüllten Rinnen sowie Talsande. Periglaziale Ablagerungen sind u. a. im nordwestlichen Westbarnim verbreitet. Weiterhin zu nennen sind weichsel-spätglaziale bis holozäne Flugdeck- und Dünen-sande sowie im Bereich der Niederungen und Rinnen weichsel-spätglaziale bis holozäne Mudden und Torfe.

Im engeren Untersuchungsgebiet stehen Grundmoränenreste des saalezeitlichen Warthe-Stadiums nordwestlich bis nordöstlich des Stolzenhagener Sees (Abb. 3) sowie nordöstlich von Klosterfelde an. Die reliefstarke Landschaft auf der Nordseite des Wandlitzer Sees (Abb. 4) geht hier in den von Rinnen durchzogenen Prenderer Raum über, welcher offenbar seit dem Mittelpleistozän mehrphasig angelegt wurde (SCHLAAK 1993). Daraus resultiert vermutlich auch die klein gekammerte Reliefgliederung mit entsprechender Verschiebung der heutigen Wasserscheide (s. o.) in Richtung Wandlitzer See auf seiner Nordseite.

Östlich und südlich des Wandlitzer Sees kommen zum einen ungliederte Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in eisüberfahrenen weichselzeitlichen Stauchmoränen bzw. Stauchungsgebieten, namentlich Sande, Kiese und Steine sowie Geschiebemergel vor. Zum anderen wurden südlich, östlich und nördlich bis nordwestlich des Wandlitzer Sees weichselzeitliche Geschiebemergel (Grundmoränen) auskartiert, die als dem Brandenburger Stadium zugehörig ausgewiesen sind. Sie lagern überwiegend Sedimenten der Vorschüttphase, z. T. aber auch saalekaltzeitlichen Sanden auf. Die des Weiteren u. a. durch SCHOLZ (1962) sowie zuletzt NITZ et al. in SCHROEDER (2004) im Gebiet ausgewiesene Eisrandlage

des Frankfurter Stadiums (Frankfurt-Phase sensu LITT et al. 2007) besitzt dagegen (nicht nur hier) keine eigene Grundmoräne (vgl. zu dieser Problematik LIPPSTREU et al. 2015). Ihr unter rein morphologischen Aspekten konstruierter Verlauf orientiert sich im Wesentlichen an saalezeitlich angelegten Stauchungsgebieten, so u. a. auch an gestauchten Vorschüttbildungen südlich und westlich des Biesenthaler Beckens (LIPPSTREU et al. 1997).

Die nach Süden anschließenden Sandersedimente wären demnach ebenfalls allgemein dem Brandenburger Stadium angehörende Schmelzwasserablagerungen. GÄRTNER (1993, 2004) diskutiert die jungpleistozäne Entwicklung des näheren Untersuchungsgebietes vor allem im Zusammenhang mit dem südlich anschließenden Wandlitz-Ladeburger Sander. Dieser bildet eine hin zum Berliner Urstromtal sich abdachende Schmelzwasserebene, deren Ansatz sich offenbar am Südrand des See-Einzugsgebietes mit seinen größten Erhebungen von über 80 m NHN befindet. Insgesamt besitzt diese frische Glaziallandschaft eine beachtliche Reliefenergie mit etwa 70 m Höhenunterschied auf weniger als 3 km Entfernung zur niedrigsten eiszeitlichen Oberfläche am Seegrund (vgl. Abb. 4 unter Beachtung von ca. 10 m Holozänsediment). Die jüngsten weichselzeitlichen und z. T. auch schon holozänen Ablagerungen sind weitgehend Schmelzwassersande mit sandiger Periglazialüberkleidung, welche nördlich des Wandlitzer Sees als Hochflächensande zusammengefasst werden können (Abb. 2, 5) sowie äolische Sedimente. Diese sind beispielsweise am NW- und SW-Ufer des Wandlitzer Sees und besonders am Nordrand des Sanders verbreitet, dort perlen-schnurartig in E-W-Richtung aufgereiht. Äolische Prozesse blieben bis in das Holozän hinein reliefformend, wie zuletzt



Ausgangssubstrat	Boden
Holozän, Holozän bis Weichselspät-Glazial:	
Seen: Mudden, Sande	
Moor- und Seeablagerungen	Moorerden
Weichsel-Glazial bis Holozän:	
Windablagerungen	podsolige Regosole/podsolige Braunerde-Regosole Podsole
periglaziale und fluviatile Ablagerungen	Gleybraunerden, Erdniedermooe über Flusssanden Humus- und Anmoorgleye
Weichsel-Glazial:	
eisüberfahrene weichselzeitliche Stauchmoränen und Stauchungsgebiete	Braunerden und Fahlbraunerden
Sander	schwach podsolige Braunerden
Weichsel-Grundmoräne (Brandenburger Stadium)	Braunerden und Fahlbraunerden pseudovergleyte Braunerden
Weichsel-Vorschüttbildungen	Sandbraunerden mit unterschiedlichem bindigem Anteil, teilweise Grundwasseranschluss Braunerden und Podsolerden Braunerden und Fahlbraunerden
Saale-Glazial:	
Warthe-Grundmoräne	Braunerden und Fahlbraunerden

Abb. 3: Geologische Situation im engeren Umfeld des Wandlitzer Sees, zusammengefasst nach der Geologischen Karte 1 : 100 000 des Landkreises Barnim (SONNTAG 2011)

Abb. 3: Geology of the landscape around lake Wandlitz, summarised after Geological map scale 1 : 100 000, administrative district Barnim (SONNTAG 2011)

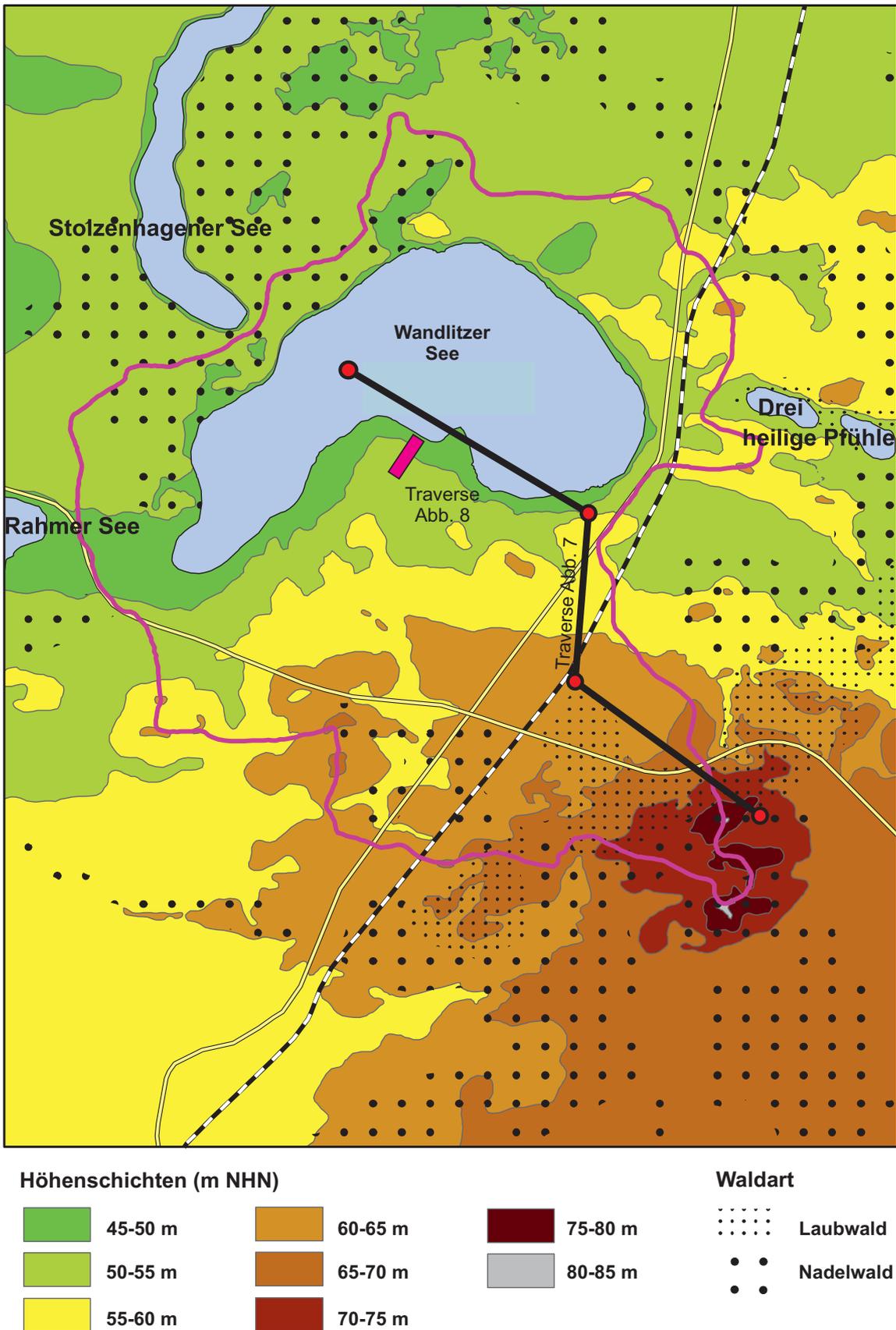


Abb. 4: Einzugsgebiet des Wandlitzer Sees mit Höhengschichten (nach TK 25) und Waldbedeckung (CORINE 2012)

Fig. 4: Catchment of the lake Wandlitz with isohypses map (according to TK 25) and forested areas (according to CORINE 2012)

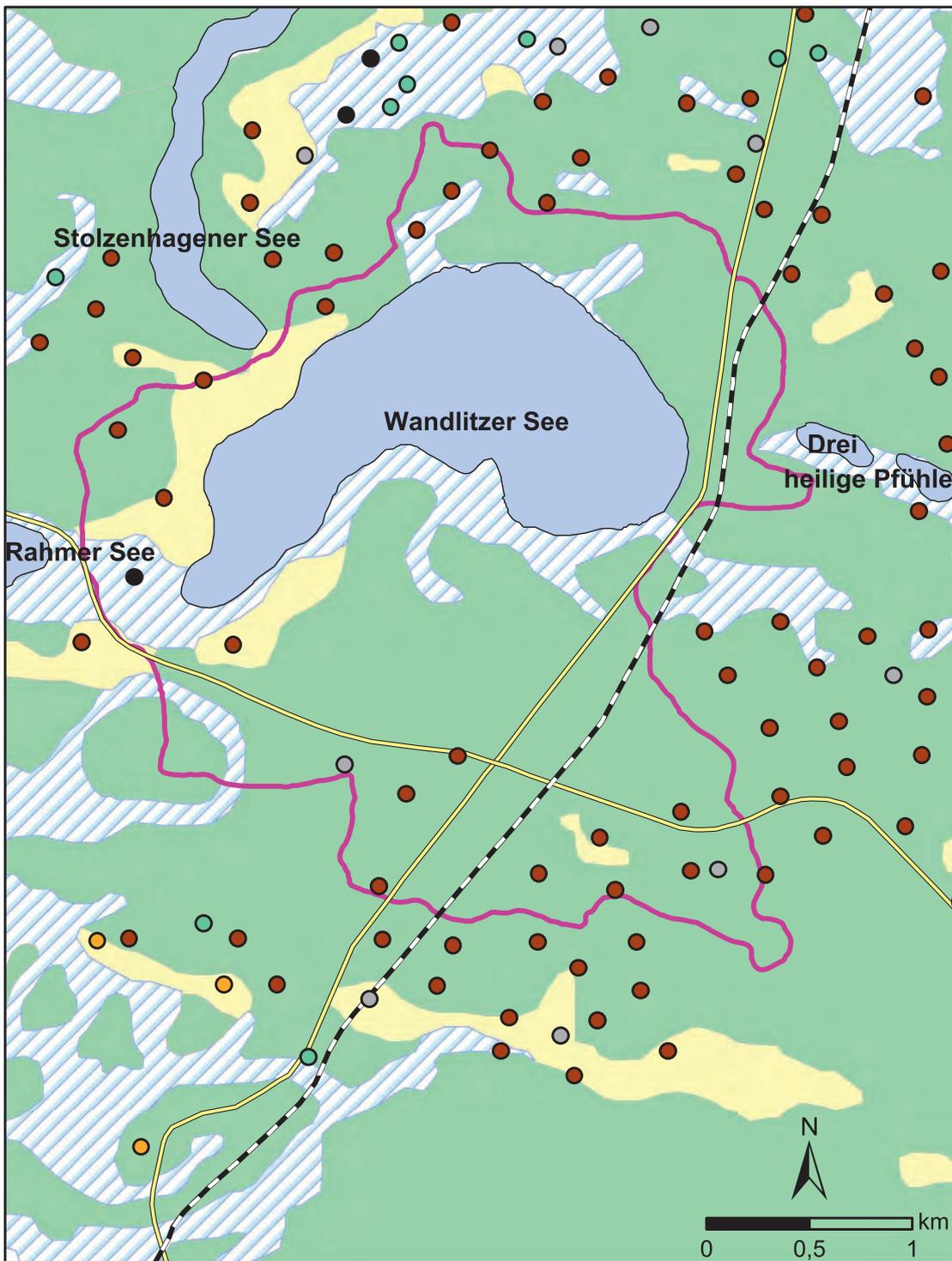


Abb. 5: Böden des Einzugsgebietes Wandlitzer See nach LAUFER & KEILHACK (1882), LGRB (1997) und FORST-GIS BRANDENBURG (2014)

Fig. 5: Soils of the catchment of the lake Wandlitzer See according to LAUFER & KEILHACK (1882), LGRB (1997) and FORST-GIS BRANDENBURG (2014)

an Baugruben im Lanker Weg in Wandlitz zu beobachten war. Erhebliche Areale der Niederungen werden von holozänen Durchströmungs- und Verlandungsmooren sowie Anmooren bedeckt, deren prinzipieller Aufbau im Gegensatz zur subhydri-schen Situation seit langem bekannt ist (zuerst LAUFER & KEILHACK 1882). Insbesondere in verlandeten Seebereichen überlagern diese teilweise verschiedene Muddetypen.

Entsprechend dem geologischen Ausgangssubstrat gestaltet sich das anzutreffende Bodenmosaik (Abb. 3, 5): Allgemein tendiert die terrestrische Bodenbildung nach der Forstlichen Standortserkundung in den sandigen Deckserien zur Ausprägung von Braunerden als Typusboden dieser typischen Jungmoränenlandschaft (Abb. 3, 4). Im weiteren Untersuchungsgebiet sind Sandbraunerden mit überwiegend Caputher und Lienewitzer Sandbraunerde sowie seltener Rumpfrosterden und Gleye verteilt (FORST-GIS BRANDENBURG 2014). Deren Stamm-Nährkraftstufen variieren gering zwischen mittel und ziemlich arm, die Stamm-Feuchtestufen im mäßig frischen, grundwasserfreien Bereich bis maximal schwach grundfrisch. Laut Fachinformationssystem (FIS) Boden des LBGR sind direkt am südlichen Randbereich des Sees und in den Übergängen von den Drei heiligen Pfählen bzw. zum Rahmer See z. T. vererdete Moorböden verbreitet, die auch für die übrigen Niederungen im Gebiet kennzeichnend sind. In der unmittelbaren Umgebung bilden auch hier Sandbraunerden mit wechselnden bindigen Anteilen und teilweise Grundwasseranschluss die Umrahmung des Sees (Abb. 5). Über den Vorschüttbildungen sind Braunerden aber auch Podsole und auf saale- und weichselkaltzeitlichen Grundmoränenstandorten gestauchter und glazigen unbeeinflusst gebliebener Bereiche Braunerden und Fahlbraunerden verbreitet. Infolge höherer Grundwasserstände sind bei den Braun- und Fahlbraunerden der warthezeitlichen, allerdings nicht flächengebenden Grundmoränendurchtragungen z. T. randliche Vergleyungen feststellbar. Pseudovergleyte Braunerden sind im Umfeld der Drei heiligen Pfähle verbreitet, die hier an kalkhaltige Moorböden anschließen. Für die periglaziären Ablagerungen im nördlichen Untersuchungsgebiet sind Gleybraunerden prä-

gend, die in Bereichen mit höheren Grundwasserständen hydromorph sind. Den Flugsanden direkt am Wandlitzer See sowie am Nordrand des Sanders lagern heute Podsole auf. Die übrigen Sanderflächen werden im Wesentlichen durch schwach podsolige Braunerden (s. o.) überdeckt.

3 Klima und Vegetation

Der Westbarnim befindet sich heute im Bereich des Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklimas, d. h. an der Grenze atlantisch zu subkontinental getöntem Klima. Das durchschnittliche Juli-Mittel beträgt 17,5–18,5 °C, das Januar-Mittel -1,5–0 °C (SCHOLZ 1962). Die durchschnittlich erreichten Niederschläge liegen bei 550–580 mm/a und einer jährlichen Verdunstung von 500–550 mm (HAACK 2009). Für das engere Untersuchungsgebiet werden 560 mm/a angegeben (SCHNEIDER 2008). Die heute vorherrschende Windrichtung ist W bis SW, wobei auch bis zu 30 % trockene E-/NE-Winde vorkommen können (HAACK 2009).

Heute sind 57 % des gesamten Naturparks Barnim bewaldet und stellen damit den flächenmäßig bedeutendsten Naturtyp dar (HAACK 2009). Auf den Sanden der Grundmoränenplatten sind dabei arme Buchenwälder und Buchen-Traubeneichen-Wälder vorherrschend. Hinzu kommen Kiefern-Forsten mit vereinzelt Laubbäumen. 30 % der Gesamtfläche unterliegen einer landwirtschaftlichen Nutzung.

Der heutige Westbarnim ist vor allem durch Ackerland geprägt, durchsetzt von kiefernreichem Eichen-Buchen-Wald (*Quercus fagetum*; SCHNEIDER 2008) und Kiefern-Forsten.

HOFMANN & POMMER (2005) weisen anhand der heutigen klimatischen und bodengeologischen Gegebenheiten als potentiell natürliche Vegetation im Großraum Wandlitz Hainsimsen-Buchenwald aus. Heute dominieren hier Nadelwald-Ersatzgesellschaften (CORINE 2012). Insbesondere nordwestlich und südwestlich des Wandlitzer Sees reicht die Bewaldung bis an seine Ufer heran (Abb. 4). Auf vermoorten Bereichen in seinem Umfeld sowie im Briesetal sind Er-



Abb. 6:
Blick über den Wandlitzer See nach Westen

Fig. 6:
View over the lake Wandlitz in western direction

Auf heute völlig trocken gefallen und minerogenen Seeablagerungen konnte in der Umgebung des Wandlitzer Sees mit der Fuchserde sensu HERING (MUGV 2011) eine bisher spezifische Bodenbildung Brandenburgs beobachtet werden. Sie sind damit offenbar an den unteren Gürtel der terrestrischen Landschaft gekoppelt, welcher aber noch periglazial überprägt wurde. Die Fuchserden treten nur inselhaft in Vergesellschaftung mit den oben genannten Braunerdeviationen auf. Im Gegensatz zu letzteren zeichnen sie sich durch einen leuchtend roten Verwitterungshorizont By aus (HERING & BAURIEGEL 2005).

5.2 Semiterrestrische Bereiche

Die vorangehend beschriebenen terrestrischen Bereiche wurden durch eine dichte Bohrreihe über 230 m Länge mit zugehörigem Nivellement am flachen Südufer des Sees an die subhydrischen Untersuchungen angebunden. Das ehemalige Niedermoor ist hier auf dem Museums-gelände des Naturparkzentrums Barnim durch Bebauung und Landnutzung nur noch in Fragmenten vorhanden, welche offenbar auch die dezimeterhohe Terrassenstufe verursachten (Abb. 8). Diese stellt gleichzeitig die Außengrenze ehemaliger Grünlandnutzung um den See herum dar. Entlang dieser semiterrestrischen Standortkette mit Teufen bis zu 5 m konnten vor allem Seesande, Mudden und Torfe erbohrt werden, wobei die beschriebene kleine Terrassenstufe von Kolluvium gebildet wird. Der basale Seesand mit nicht unwesentlichen Anteilen an Mittel- und Feinkiesen konnte in seiner typisch humusfreien Ausbildung nur in der Bohrung A erfasst werden. Die darüber anschließenden reinsandigen Sand- und Schluffmudden werden von einem geringmächtigen fluviatilen Horizont

mit Kiesen abgeschlossen. Ein weiterer Anstieg des Seespiegels sorgte für die Sedimentation weiterer Sandmudden mit schluffigerem Charakter bis hin zu Schluffmudden.

Jene Akkumulation vollzog sich bis knapp unterhalb 51 m NHN. Eine sehr geringmächtige Lage fluviatiler Sande in Bohrung C und D zeigt ein weiteres Trockenfallen des Untersuchungsgebietes an. Es bildet die Grenze zum nächsten Akkumulationszeitraum, in welchem sich in den Bohrungen D und E Sandmudden abgelagerten. An den Standorten B und C hingegen wuchsen Torfe auf. Der Torfkörper im Profil C unterteilt sich in einen leicht vererdeten Horizont Hv bis 35 cm Tiefe mit einem pH von 8 und einem nur schwach zersetzten Horizont Hw bis 57 cm Tiefe mit einem pH von 6,11. Der Hv-Horizont enthält Reste von Schilfrhizomen und -blättern sowie einzelne Bruchstücke von Backsteinen. Der hohe pH-Wert könnte auf menschlichen Einfluss zurückgeführt werden. Der Hw-Horizont enthält dagegen wenig Schilf, dafür einen hohen Anteil an Erlenresten. Der Torfkörper in Profil B ist mit 110 cm beinahe doppelt so mächtig. Der Hv an der Profilschuppe reicht bis in 25 cm Tiefe, hat einen pH-Wert von 5,83 und enthält Reste von Schilf und Segge. Der Hw (bis 110 cm Teufe) hat einen pH-Wert von 6,33 und enthält viele Erlen-, selten Seggenreste. Wegen fehlender relativer (Pollenanalyse) und absoluter Altersangaben muss hier wie insgesamt offen bleiben, wie und wann die Sedimentation nach der Trockenphase bei 50,75 m NHN ablief. Ein weiterer Anstieg des Seespiegels mit Bildung einer gestuften Uferbank wäre möglich, weshalb an den Bohrungen A, B und C die zugehörige Mude fehlt. Ein weiterer Rückgang des Wasserspiegels legte den oberen Bereich der Bohrungen D und E trocken, während im Uferbereich über B und C ein Erlen-Bruch aufwachsen konnte.

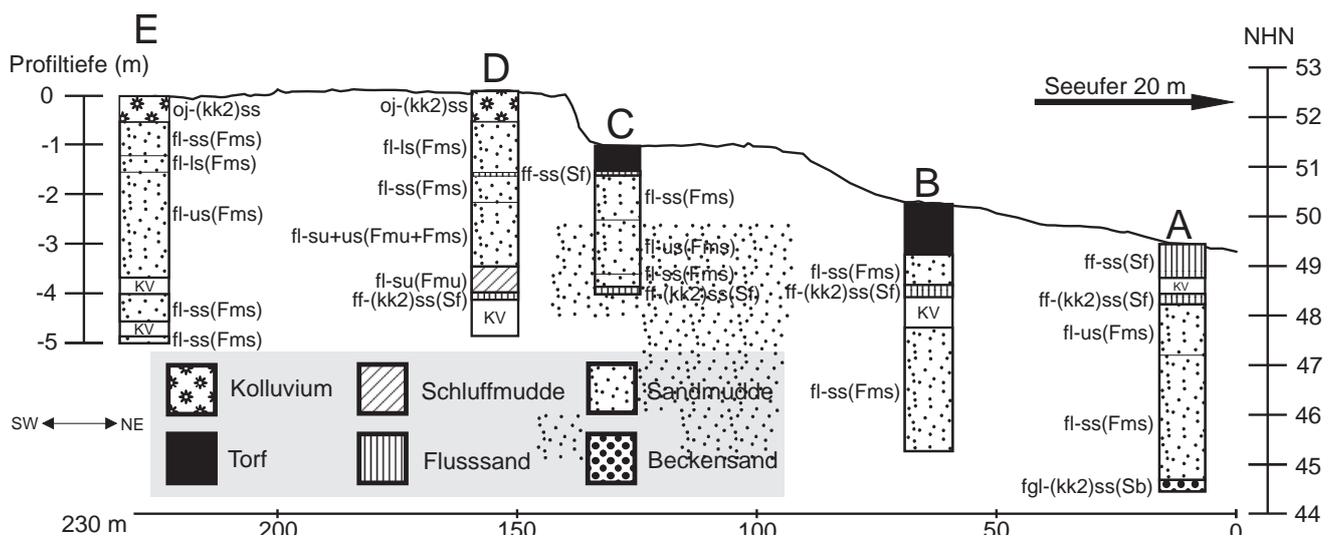


Abb. 8: Geomorphologische Traverse durch die semiterrestrischen Abschnitte des Einzugsgebietes Wandlitzer See (zur Lage vgl. Abb. 4)

Fig. 8: Geomorphological catena of the semiterrestric parts of the catchment of the lake Wandlitz (position according to fig. 4)

6 Seebohrungen

Die Festlegung der Ansatzpunkte für die Bohrungen Wandlitzsee 1 und 2/2010 (Abb. 1) erfolgte in Abstimmung zwischen dem Naturpark Barnim und dem Institut für Geographie und Geologie der Universität Greifswald. Der Fokus lag dabei auf dem westlichen Seegebiet, während bereits im Jahr 2004 in Zusammenarbeit von LBGR und dem Naturpark Barnim die Bohrung Wandlitz I im Zentralteil des Sees (Abb. 1) niedergebracht wurde. Diese erbrachte nach der Pollenanalyse jedoch lediglich an der Profilbasis zwischen 1,15–0,75 m weichselhoch- bis weichselspätglaziale Sedimente, auf welche mit einem erheblichen zeitlichen Hiatus schon ab einer Teufe von 0,65 m jungholozäne kalkhaltige Schluffmudden (Subboreal bis Jüngerer Subatlantikum) folgten (Abb. 9; s. ff.).

Die am 07.10.2010 niedergebrachte Bohrung Wandlitzsee 2/2010 erreichte die Endteufe von 12,50 m (Abb. 10). Ergänzend wurde wegen fehlenden Kernmaterials für den Teufenbereich 0,00–1,87 m die Bohrung Wandlitzsee 1/2010 in die pollenanalytischen Untersuchungen integriert. Letztendlich standen für diese die in der Abbildung 10 aufgeführten Kernabschnitte zur Verfügung.

Neben den Pollenanalysen wurden auch Bestimmungen des CaCO_3 (Kalk-) und des C_{org} (Humus)-Gehaltes sowie des Q/4/6-Verhältnisses vorgenommen, die nachfolgend diskutiert werden.

Bei der Auswertung der pollenanalytischen Befunde wurde zu Beginn der Arbeiten ein Siebfehler für die erste, aus

25 Proben bestehende Serie aus der Bohrung Wandlitzsee 1/2010 diagnostiziert. Durch die seitens des Labors verwendete 6 μm -Siebgaze mit einer verbleibender Siebfläche von 5 % statt der üblicherweise genutzten mit 1 % kam es zu einer sekundären Anreicherung besonders großer Pollentypen, wie derer der Kiefer (*Pinus*), Fichte (*Picea*), Tanne (*Abies*), Rotbuche (*Fagus*), Hainbuche (*Carpinus*) sowie von Getreiden (*Cerealia*). Abgereichert wurden hingegen kleinere Typen, hauptsächlich der Birke (*Betula*) und Erle (*Alnus*), eigenartiger Weise aber nicht die der Eiche (*Quercus*). Der im Pollendiagramm (Abb. 10) durch einen gestrichelten Rahmen und die Überschrift „Laborfehler“ hervorgehobene Bereich erscheint damit im Teufenbereich 0,10–2,50 m infolge überhöhter bzw. erniedrigter Pollenfrequenzen über das normale Maß hinaus verzerrt und ist damit für eine landschaftsgenetische Interpretation nur bedingt nutzbar. Dies betrifft ausschließlich Teile des Älteren Subatlantikums sowie das Jüngere Subatlantikum. Insgesamt reale Vergleichswerte für diesen Zeitabschnitt liefert hier das Pollendiagramm der Bohrung Wandlitz I (Abb. 9). Die Aushaltung der einzelnen, im Pollendiagramm ausgewiesenen Pollenzonen (PZ) basiert auf der im LBGR in der Geologischen Kartierung verwendeten Gliederung (STRAHL 2005). Diese Gliederung ist gegenüber der von FIRBAS (1949) entwickelten hauptsächlich bezüglich der weichselspätglazialen Klima- und Vegetationsentwicklung erweitert worden (dazu siehe ausführlich STRAHL 2005). Für das Holozän folgt die Gliederung weiterhin FIRBAS (1949), hier wurden lediglich die Kürzel der Pollenzonen angepasst (s. ff. und Abb. 11).

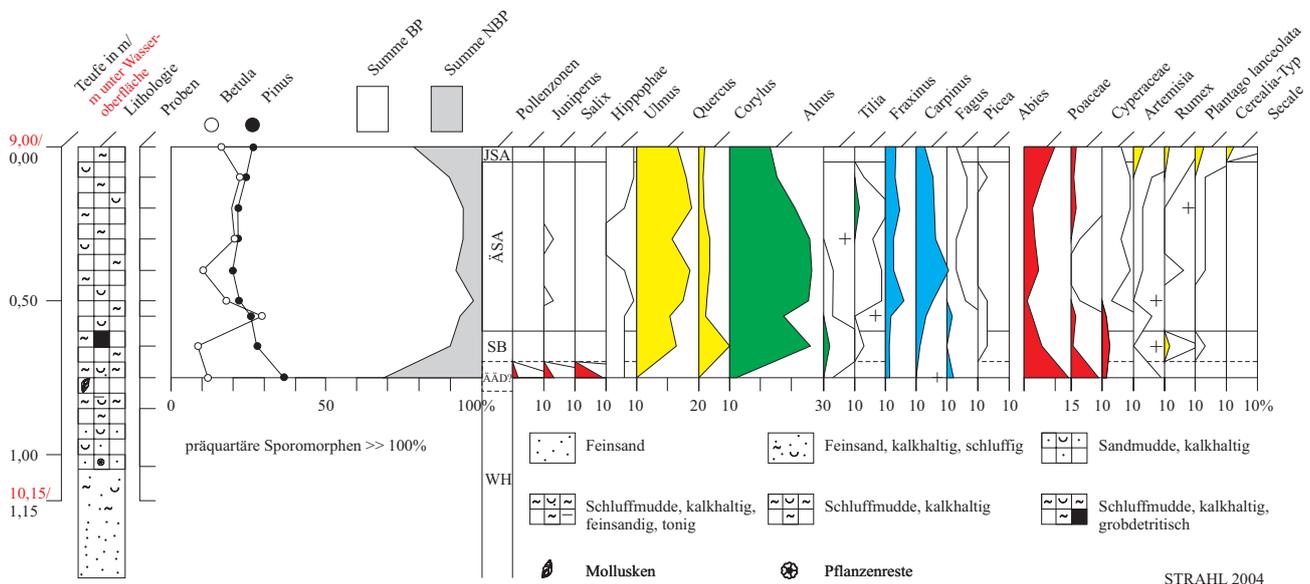


Abb. 9: Pollendiagramm der Bohrung Wandlitz I (ausgewählte Taxa)

Gesamtsumme = BP+NBP = ± 335 = 100 %, excl. Sumpf- und Wasserpflanzen, Farne, Moossporen, Algen, Plankter u. a. Mikroreste, Werte < 1 % zehnfach überhöht, + = außerhalb der Grundsumme, BP = Baumpollen, NBP = Nichtbaumpollen, PZ = Pollenzone, WH = Weichsel-Hochglazial, ÄÄD = Älteste Dryas, SB = Subboreal, ÄSA = Älteres Subatlantikum, JSA = Jüngeres Subatlantikum

Fig. 9: Pollen diagram borehole Wandlitz I (selected taxa)

Basis sum = arboreal pollen (BP) + nonarboreal pollen (NBP) = 100 %, excl. swamp and water plants, spores of ferns and mosses, algae and other micro remains as well as prequaternary sporomorphs, values < 1 % with tenfold exaggeration, + = out of basis sum, PZ = pollen zone, abbreviations of pollen zones see figure 11

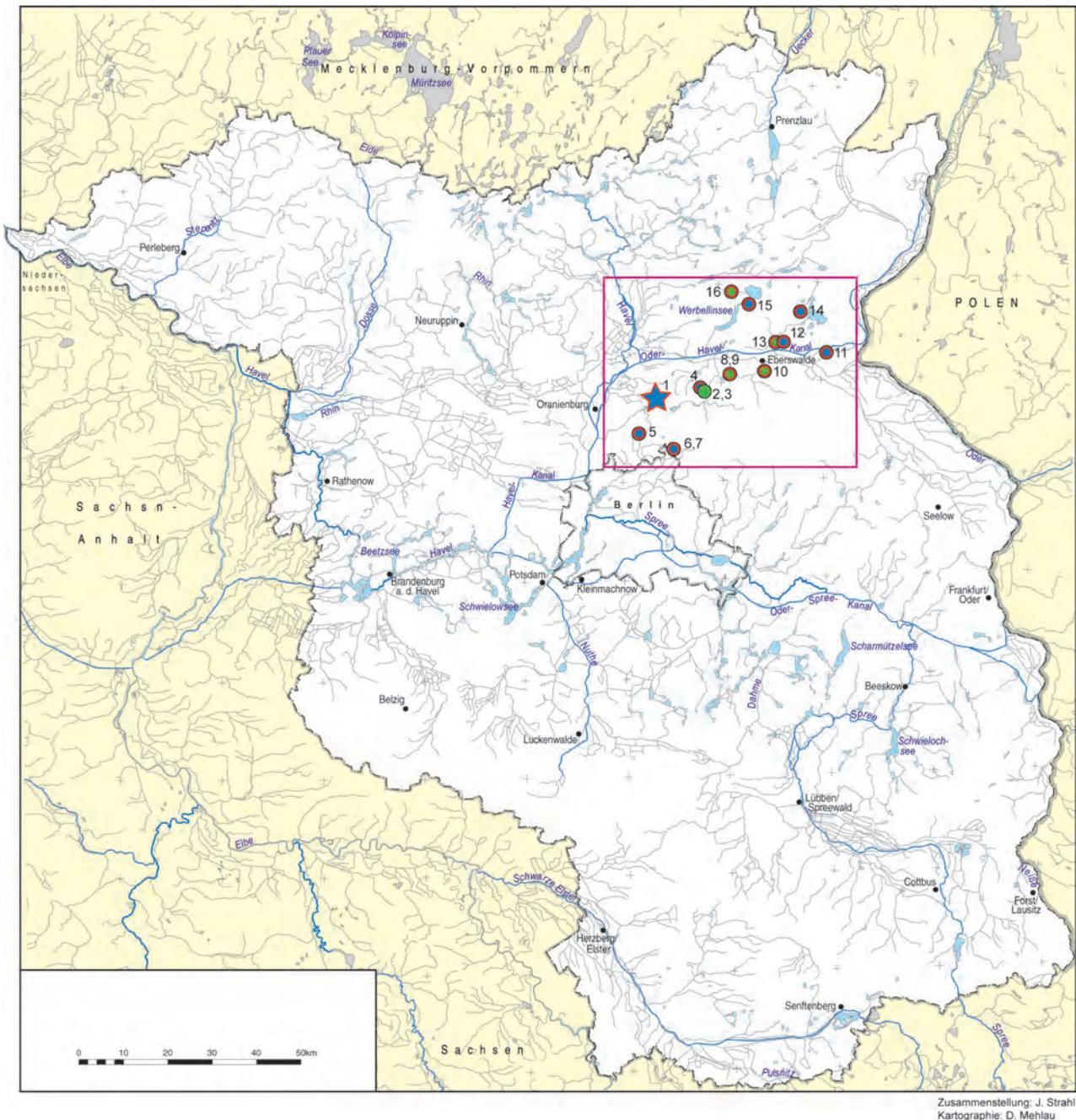


Abb. 11: Lage ausgewählter, im näheren und weiteren Umfeld des Wandlitzer Sees (1) ausgewerteter Pollenprofile (2–16)

- Roter Außenkreis bzw. rote Markierung = Fundpunkt Laacher See Tephra (LST)
- Profile mit fragmentarischem Prä-Alleröd bzw. mit Entwicklung ab der Ältesten Dryas/Bölling, Bölling, Bölling/Ältere Dryas oder Älterer Dryas
- Profile mit Entwicklung ab dem Alleröd

Kürzel der Pollenzonen: ÄÄD – Älteste Dryas; BÖ – Bölling; ÄD – Ältere Dryas; AL – Alleröd; JD – Jüngere Dryas; PB – Präboreal; B – Boreal; ÄÄ – Älteres Atlantikum; SB – Subboreal; JSA – Jüngerer Subatlantik

1 Wandlitzer See (STRAHL 2004a und dieser Bericht); ÄÄD, ÄD – JSA | 2 Hegesee (LANGE in KLESSEN et al. 1994); AL 4 – JSA

3 Pfauenwiesen (STRAHL 1993c); AL 2-4 – SB | 4 Wukenfurche (SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993, SCHLAAK 1993); ÄD – B

5 Summt (MÜLLER 1970); ÄÄD – PB | 6 „Germanenbad“ Berlin-Buch (SCHOKNECHT in GÄRTNER 1993); BÖ/ÄD? – JD

7 Bogensee (SCHOKNECHT in GÄRTNER 1993); ÄD – AL 4 | 8 Postdüne (SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993); AL 2-4 – JSA

9 Großes Postluch (SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993); AL 3/4 – PB, SB – JSA | 10 Schlangenpfuhl (KLOSS 1994); AL 4 – JSA

11 Großer Krebssee (JAHNS 2000); ÄD – JSA | 12 Leckerpfuhl (MÜLLER 1966, ENDTMANN 1998); BÖ/ÄD – PB, ÄÄ – JSA

13 Äppelbruch (MÜLLER 1961); AL 2-4 – JSA | 14 Serwest (MÜLLER 1967); ÄÄD – JSA

15 Diebelsee (SCHLAAK & SCHOKNECHT 2002); (BÖ) ÄD – JD | 16 Runder Köllnsee (SCHOKNECHT in SCHLAAK 1997); AL 2/3 – JD, SB

Fig. 11: Position of pollen profiles (2–16) selected for comparison in the surroundings of lake Wandlitz (1)

Zur überregionalen Einordnung der für den Wandlitzer See pollenanalytisch rekonstruierten Vegetationsentwicklung wurde hinsichtlich geeigneter Vergleichsprofile im ungefähren Erstreckungsbereich des gesamten Naturparks Barnim zunächst eine Recherche in der Berichtsdatenbank des LBGR über die Geologischen Messtischblätter 3145 nach 3150 bis 3345 nach 3350 gefahren, was einer W–E- bzw. N–S-Erstreckung von 67,5 x 33,75 km, also rd. 2278 km² entspricht. Dieses Areal reicht damit im Westen schon bis weit in die Havelniederung, im Norden in das Eberswalder Urstromtal und im Osten in das Odertal hinein, also erheblich über das eigentlich interessierende Gebiet des Barnims hinaus. Des Weiteren umfasst es im Osten mit den, allerdings befundfreien Blättern 3349 und 3350, sogar Gebiete außerhalb des Naturparks. Hinzugezogen wurden außerdem alle, soweit bekannten Bearbeitungen anderer Autoren aus dem recherchierten und z. T. sich nach Nordosten darüber hinaus erstreckenden Areal.

Von 36 ermittelten Bohrungen und Aufschlüssen liegen nur von den 16 in Abbildung 11 aufgeführten Pollendiagramme vor. Bei allen anderen Profilen wurden lediglich Einzelproben oder nur Teile des Weichsel-Spätglazials oder Holozäns umfassende Probenserien mit dem Ziel einer biostratigraphischen Einstufung untersucht. Dies betrifft vor allem Profile aus der Havelniederung und dem Oderbruch.

Letztendlich wurden diese 16 Punkte (Abb. 11) für das engere und für das nach Norden bzw. Nordosten in das Eberswalder Urstromtal erweiterte Untersuchungsgebiet genutzt. Die Auswahl erfolgte dabei entweder wegen:

1. der ausgewiesenen ausreichend großen stratigraphischen Reichweite und damit größten Aussagekraft für einen pollenanalytischen Vergleich (Hegesee im Biesenthaler Becken, LANGE in KLESSSEN et al. 1994; Großes Postluch, SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993; Leckerpfuhl, ENDTMANN 1998; Äppelbruch, MÜLLER 1961 und Schlangenfuhl, KLOSS 1994 bei Eberswalde; Großer Krebssee, JAHNS 2000),
2. ihres gut ausgebildeten weichselspätglazialen Profils (z. B. Postdüne und Wukenfurche, SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993, „Germanenbad“ Berlin-Buch, SCHOKNECHT in GÄRTNER 1993) oder
3. des Nachweises der Laacher See Tephra (LST; hier siehe Abb. 11, 14 von 16 Punkten).

6.1 Weichsel-Hochglazial (WH)

Ausgehend von der heutigen Größe des Wandlitzer Sees von 2,05 km² bzw. 205 ha ist mit einem überwiegend regionalen Polleneintrag, d. h., aus einer Entfernung von mehr als 500 m bis 10 km zu rechnen. Einträge aus den unmittelbaren Uferregionen und dem extralokalen Umfeld (< 500 m) spielen dagegen eine eher untergeordnete Rolle. Dies trifft jedoch erst ab dem Zeitpunkt der Einstellung volllimnischer Verhältnisse bzw. des Erreichens der heutigen Seegröße über den allmählichen Anstieg des Seespiegels zu. Dieser vollzog sich unter Schwankungen zunächst infolge sukzessiven Toteistauens ab dem Weichsel-Spät-

glazial und nachfolgend durch die generelle, klimatisch gesteuerte Umstellung der hydrologischen Verhältnisse im Holozän.

So wurde die Herausbildung der vom Liepnitz- bis zum Lubowsee reichenden Seenkette (Abb. 1) erst mit dem Ende des Austauens des in seinen tiefsten Bereichen von Toteis verplombten Rinnensystems überhaupt möglich. Offensichtlich noch bis in das ausgehende Weichsel-Hochglazial blieb die Rinne nach dem Rückzug des Eises des Brandenburger Stadiums als Schmelzwasserabflussbahn aktiv. Dies belegen die überwiegend glazifluviatilen fein- bis grobklastischen Sedimente (Fein- bis Mittelsande mit unterschiedlichen Grobkomponentenanteilen) an der Basis der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 (Abb. 10). Darin enthaltene umgelagerte Braunkohlenpartikel im Teufenbereich 10,67–12,50 m bis hin zu ganzen Lagen (11,73–11,75 m) konnten über ihr Sporomorpheninventar als tertiären Ursprungs identifiziert werden. Eine bei 11,98 m entnommene humose, extrem fossilarme Feinsandprobe erbrachte z. T. tertiäre Pollen- und Sporenannteile und Pollentypen, die sowohl dem Tertiär als auch dem Quartär entstammen könnten. Zum Teil handelt es sich bei den Pollenspendern um Offenlandelemente, wie vor allem Süßgräser (Poaceae), vereinzelt Sauergräser (Cyperaceae) sowie Korbblütler (hier Tubuliflorae) und Mädesüß (*Filipendula*). Aber auch teilweise wärmeliebende (thermophile) Gehölze, wie Ulme (*Ulmus*), Eiche, Erle und Rotbuche spielen neben der Kiefer (verschiedene Pollentypen auftretend) und Birke eine Rolle. Ihr konservierter Pollen wies jedoch im Unterschied zu den tertiären Formen einen völlig anderen Inkohlungsgrad auf – die „frische“ Ausbildung spricht für eine Kontamination mit jüngerem, holozänem Material (Nachfall).

Die bei 11,73 m beprobte Braunkohlenlage erbrachte ein reiches, eindeutig rein tertiäres Pollenspektrum. Hier fehlt die genannte Offenlandflora und es liegt ein einheitlicher Inkohlungsgrad der Palynomorphen vor.

Die aus dem Teufenbereich 10,67 m aus einem Feinsand an der Unterkante darüber folgender Kalkmudden entnommene Probe erwies sich als pollenleer.

Die für diesen Abschnitt ermittelten CaCO₃- und C_{org.}-Gehalte bleiben mit Werten deutlich unter 5 % noch sehr gering (Abb. 12). Insbesondere die C_{org.}-Gehalte sprechen für eine noch fehlende nennenswerte organische Produktion.

Die untersten Partien der Bohrung Wandlitz I, die im Vergleich zur Bohrung Wandlitzsee 2/2010 innerhalb des heutigen Seebeckens wesentlich höher positioniert ist, bilden Feinsande und minerogene Mudden (Abb. 9). Diese erbrachten insgesamt ebenfalls sehr pollenarme und stark durch Umlagerungen geprägte Pollenspektren. Auch hier überwiegen Sporomorphen aus dem Tertiär.

Besonders in der bei 0,85 m Teufe entnommenen Probe konnte sehr viel Pollen von Süßgräsern beobachtet werden, der unter Voraussetzung autochthonen Ursprungs den offenen Charakter der weichselhochglazialen Landschaft unterstreichen würden.

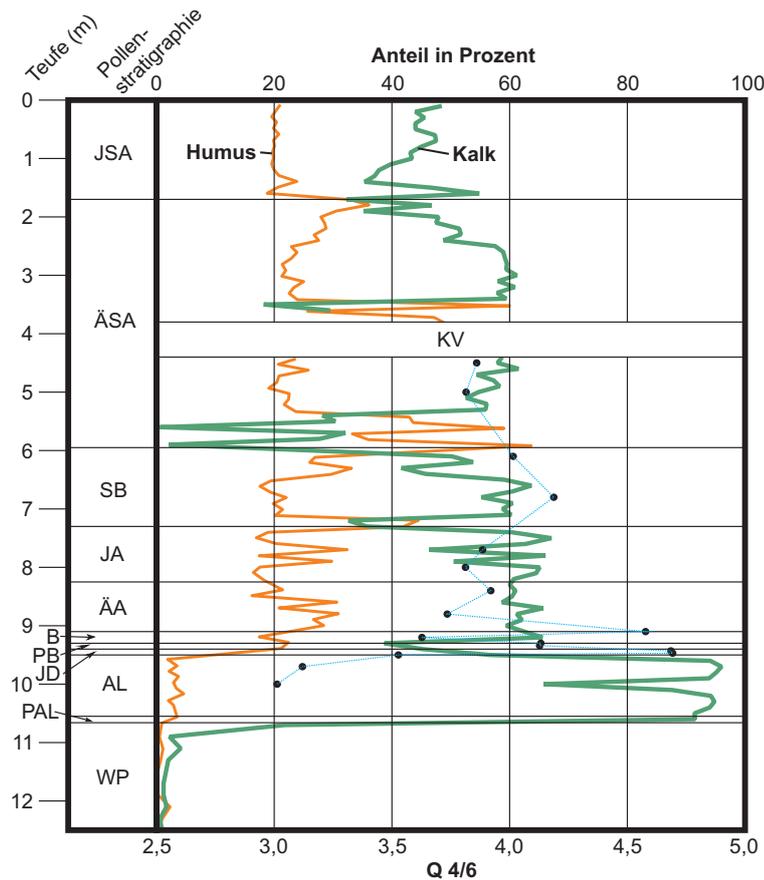


Abb. 12:
Chemische Analysen des Bohrkerns
Wandlitzsee 2/2010

Fig. 12:
Chemical analyses of core Wandlitzsee 2/2010

6.2 Weichsel-Spätglazial

6.2.1 Prä-Alleröd, PZ PAL (Älteste Dryas, PZ ÄÄD und Ältere Dryas, PZ ÄD?)

Einen ersten Hinweis auf einen vor dem Alleröd anzusetzenden, pollenanalytisch fassbaren Beginn limnischer Sedimentation lieferte bereits die Bohrung Wandlitz I (Abb. 9). Die hier untersuchte Schluffmudde erbrachte zwar ebenfalls ein noch stark durch präquartäre Sporomorphen (46 %) belastetes Pollenspektrum, jedoch belegen die angestiegenen Prozentwerte insbesondere von Sanddorn (*Hippophaë*), Birke sowie von Wacholder (*Juniperus*) und Weide (*Salix*) ein bereits weichselspätglaziales Alter.

Verglichen mit den Befunden zur Bohrung Wandlitzsee 2/2010 (Abb. 10) gehört der erfasste Abschnitt jedoch aufgrund seines höheren Sanddorn- (9 %) und des bei ca. 36 % liegenden Kiefern-Anteils bei gleichzeitig nur geringer Birken-Beteiligung vermutlich einem älteren Teil des Prä-Alleröds an. In Wandlitzsee 2/2010 legen die zwischen 60 und 70 % erreichenden Birken-Werte eine Ablagerung bereits im unmittelbaren Übergangsbereich zur birkenreichen Phase des Alleröds (PZ AL 1) nahe. Dafür spricht auch das Ausklingen des Sanddorns, dessen Pollenanteil in der Basisprobe lediglich noch bei rd. 3 % liegt, der aber für ein eventuell auch in Frage kommendes böllingzeitliches Alter nach bisherigen Erkenntnissen (vgl. STRAHL 2005) wiederum zu hoch ist. Bei den Birken sind eindeutig zwei Pollentypen zu unterscheiden, wonach vermutlich neben Baumbirken auch Zwerg-Birken (*Betula nana*) verbreitet waren.

Allerdings fehlen zur Verifizierung dieses Befundes makrorestanalytische Nachweise, wie die artspezifischen Fruchtschuppen, Nüsschen oder Blattreste (vgl. Untersuchungen im Rüdersdorfer Paddenluch, STRAHL 2005, KOSSLER 2010). Da das Profil Wandlitzsee 2/2010 im entsprechenden Profilabschnitt keine Anzeichen für einen Hiatus liefert, beispielsweise durch abrupte Sedimentationswechsel, wie häufig in toteisgesteuerten Sedimentationsräumen und auch in der Bohrung Wandlitz I (Abb. 9) zu beobachten, sondern eine kontinuierliche Kalkmuddeakkumulation bei gleichbleibenden CaCO_3 -Gehalten (Abb. 10, 12) aufweist, wird für seine limnischen Basissedimente von einem spätaltdryaszeitlichen Alter (PZ ÄD) ausgegangen. Analoge Verhältnisse, sowohl seitens einer kontinuierlichen Muddeakkumulation als auch der pollenanalytischen Befunde reflektiert das Profil Serwest westlich des Parsteiner Sees (MÜLLER 1967, Abb. 11).

Während die C_{org} -Werte infolge der erst allmählichen Erwärmung nur einen leichten Anstieg zeigen, steht diesen ein sprunghafter insbesondere im Übergang zum Alleröd (PZ AL; Abb. 12) gegenüber. Die vermutlich überwiegend geogen gebildeten und mehr als 90 % erreichenden CaCO_3 -Gehalte gehen auf einen Eintrag aus der noch frischen, unverbrauchten Umgebung des Wandlitzer Sees zurück, dem ein sukzessiver Rückgang während des Holozäns gegenüber steht.

Die Schluffmudde an der Basis der Bohrung Wandlitz I datiert dagegen vermutlich schon in die Älteste Dryas (PZ ÄÄD) – dies legen insbesondere Vergleiche mit dem im Weichsel-Spätglazial am vollständigsten ausgebildeten

Profil Summt (MÜLLER 1970) aus dem weiteren Untersuchungsgebiet nahe.

Insgesamt zeigen 9 von 13 der für das Gesamtgebiet des Naturparks sowie 3 der außerhalb liegenden ausgewählten Pollenprofile (Abb. 11) bereits eine Sedimentation vor dem Alleröd. Allerdings gestattet die Mehrzahl, abgesehen von den oben genannten Profilen Summt und Serwest, einschließlich der Profile aus dem Wandlitzer See nur einen schauftensterartigen Einblick in die Entwicklung der prä-allerödzeitlichen Landschaft.

Bezüglich ihrer Kräuterpollenanteile reflektieren die hier untersuchten Profile (Abb. 9, 10) eine weiterhin offene Landschaft in der Umgebung des Wandlitzer Sees. Abgesehen von Sanddorn-, Wacholder- und Weiden (*Salix*)-Gebüsch (nach den Pollentypen waren sowohl Kriech- als auch Baumformen verbreitet) sowie im Übergang zum Alleröd größeren Birken-Beständen, überwogen lichtliebende Kräutergemeinschaften mit Süßgräsern, Beifuß (*Artemisia*), Ampfer (*Rumex*), Gänsefußgewächsen (Chenopodiaceae), Sonnenröschen (*Helianthemum*), Wegerich (*Plantago*), Steinbrech (*Saxifraga*), Sandnelke (*Armeria*), verschiedenen Korbblütlern (Tubuliflorae, Liguliflorae), Kreuzblütlern (Cruciferae), Doldengewächsen (Umbelliferae) sowie an feuchteren Lokationen Labkraut (*Galium*-Typ) und Wiesentraute (*Thalictrum*).

Bezüglich der lokalen Vegetation kamen in Seenähe Sauergras-Bestände vor, z. T. (Wandlitz I) vergesellschaftet mit Schachtelhalm (*Equisetum*). Eine nennenswerte Wasserpflanzenvegetation, abgesehen von einigen Nachweisen des Ährentausendblattes (*Myriophyllum spicatum*) existierte hingegen nicht. Neben Zackenrädchen-Algen (*Pediastrum boryanum*, *P. boryanum* var. *longicorne*, *P. kawraiskyi*) kamen innerhalb der gewässereigenen Mikroflora und -fauna jedoch Wasserflöhe (Cladocera), Strudelwürmer (Turbellaria) sowie Zuckmückenlarven (Chironomidae) vor.

Die pollenanalytische Grenze zum nachfolgenden Alleröd wird in der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 mit dem Steilanstieg der Birken-Kurve und dem Rückgang der Kräuter gezogen. Die Bohrung Wandlitz I bleibt davon ausgenommen – sie lässt bis in das Subboreal hinein eine Sedimentation vermissen. Das legt die Frage nahe, ob erst ab diesem Zeitpunkt eine geschlossene Seefläche existierte, die auch diesen höher gelegenen Untersuchungspunkt mit einschloss. Die unterschiedlich alten prä-allerödzeitlichen Sedimentnachweise sprechen infolge des demnach sehr ungleichmäßigen Austauens von Toteis im Untergrund für anfänglich voneinander isolierten, kleineren Sedimentationsräumen, die in Abhängigkeit von ihrer Höhenlage nicht durchgehend als Sedimentationsfalle aktiv blieben. Eine kontinuierliche Sedimentation scheint zunächst nur innerhalb der tiefen Rinnensektoren erfolgt zu sein und höher liegende Bereiche, wie der Standort der Bohrung Wandlitz I, erst im Verlauf des Subboreals wieder in das Sedimentationsgeschehen mit einbezogen worden zu sein. Allerdings ist die Bohrdatendichte für eine Plausibilitätsprüfung dieser Vermutung definitiv zu gering.

6.2.2 Alleröd, PZ AL

Ohne sichtliche Schichtlücke schließt sich im Profil der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 die birkenreiche Phase des Alleröds (PZ AL 1) im Profil an. Neben Bruch- und Moorwäldern in Gewässernähe, die hier vermutlich vornehmlich durch die nach IVERSEN (1954) im Alleröd vorherrschende Moor-Birke (*Betula pubescens*) eingenommen worden sein könnten, kommen auf trockeneren wie auf grundwasserbeeinflussten Standorten auch Bestände mit der sehr kurzlebigen Hänge-Birke (*Betula pendula*) in Frage. Auf die bevorzugte Vergesellschaftung beider Arten auf vor allem nährstoff- und basenarmen Böden mit saurer Humusaufgabe, nicht aber reichen Böden des Jungmoränenlandes verwies bereits USINGER (1978). Beide Arten konnten auch von KOSSLER (2010) in den weichselspätglazialen Ablagerungen des Paddenluchs nachgewiesen werden. Die Moor-Birke benötigt, um bestandsbildend in Erscheinung treten zu können, wie auch die nachfolgend einwandernde Kiefer eine mittlere Juli-Temperatur von mehr als 12 °C (IVERSEN 1954).

Die meistens sehr kurz ausgebildete frühallerödzeitliche Birken-Ausbreitung (vgl. STRAHL 2005) ist hier nur durch eine Probe aus 10,50 m Teufe belegt. Ihre tatsächliche Dauer bzw. der Übergang in die nachfolgende Phase des Vordringens der Kiefer in die lichten allerödzeitlichen Birken-Waldbestände (PZ AL 2; 10,39–9,53 m) bleibt aufgrund eines 10 cm umfassenden Kernverlustes im Dunklen.

Von den 16 hier zum Vergleich herangezogenen Pollenprofilen weisen einschließlich des Wandlitzer Sees nur 7 in der Regel ebenfalls sehr geringmächtige frühallerödzeitliche Ablagerungen auf (Abb. 11: Punkte 4–7, 11–12 und 14). Bei allen anderen Profilen setzte die Sedimentation erst zwischen der PZ AL 2 bis 4, also teilweise noch nach dem Niedergang der LST im höheren Alleröd ein. Ursächlich hängt dies mit dem erst während des Alleröds verstärkt erfolgenden Austauen von Toteis im Untergrund der Sedimentationsräume zusammen (s. zuseh. STRAHL 2005). Während die in die PZ AL 1 eingestufte Kalkmudde noch parallelgeschichtet ist, weisen die darüber folgenden Kalkmudden eine deutliche Schrägschichtung auf, die hier als Indiz für das austaubedingte Absinken des Untergrundes gedeutet werden kann.

Mit dem Beginn der Kiefern-Ausbreitung in der Umgebung des Wandlitzer Sees während der PZ AL 2, wurden die bisher vorherrschenden Birken-Bestände zurückgedrängt. Es etablierten sich von der Kiefer dominierte Kiefern-Birken-Wälder. KOSSLER (2010) verweist in der Zusammenschau verschiedener Autoren einerseits auf die hinsichtlich der Feuchte- und Nährstoffgehalte breite Standortamplitude des einzigen heute in Brandenburg einheimischen Nadelbaums (RUNGE 2005) und andererseits auch auf seine hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit bei noch offener Vegetationsdecke aufgrund seiner lichtkeimenden Samen. Als typischer Pionier reagiert die Kiefer jedoch wie alle übrigen heliophilen, im Weichsel-Spätglazial verbreiteten Gehölze empfindlich auf Beschattung, was insbesondere ab dem Holozän mit ih-

rem allmählichen Rückgang infolge der Ausbreitung wärmeliebender Gehölze deutlich wird.

Insgesamt blieb die Kiefern-Birken-Bewaldung weiterhin sehr licht – nach wie vor fanden sich der Wacholder oder die ebenfalls als Pionier geltende Pappel (*Populus*) ein. Sie stockt bevorzugt auf trockenen, nährstoffarmen, möglichst kalkfreien Rohböden (RUNGE 2005) aber auch auf frischen, lehmigen, mineralkräftigen Standorten (OTTO 1994). Mehrfach konnte die Grün-Erle (*Alnus viridis*) nachgewiesen werden. Das heute hauptsächlich im Gebirge verbreitete Gehölz gilt als Kühle- sowie Frische- bis Feuchtezeiger (ELLENBERG 1979). Nach CASPERS (1993) ist sie entsprechend ihres Pioniercharakters als bach- und flusslaufbegleitendes Element auf konkurrenzschwachen Standorten zu bewerten. Zu den Gehölzen kommt eine Vielzahl an Kräutern hinzu, maßgeblich Süßgräser, Beifuß und innerhalb von Hochstaudenfluren das thermophile Mädesüß. Weiterhin nachgewiesen wurden Labkraut, Wiesenraute, selten Sonnenröschen, Steinbrech, Wegerich, Weidenröschen (*Epilobium*), Schafgarbe (*Achillea*), Ampfer, verschiedene Heidekräuter (Ericaceae p. p.) und Wiesenknopf (*Sanguisorba*).

Die unmittelbaren, ausreichend feuchten Uferbereiche des sich herausbildenden Sees wurden neben Weiden (nach den Pollentypen jetzt vor allem Baumformen) auch durch Birken bestanden. Daneben existierten Riede mit Sauergräsern und Schachtelhalm, nur selten gesellten sich Rohr- u./o. Igelkolben (*Typha-Sparganium*-Typ) und Langblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) hinzu. Die Wasserpflanzenflora blieb nach wie vor, im Gegensatz zu manchen Kleingewässern, nahezu unbedeutend. Außer dem Ährentausendblatt wurden sehr selten Laichkraut (*Potamogeton*), Seerosengewächse (Nymphaeaceae) und insbesondere das wegen fehlender Pollenerhaltung nur über seine Blattstacheln nachzuweisende eutrophe, wärmeliebende Hornblatt (*Ceratophyllum*) beobachtet. Das Hornblatt bevorzugt primär flache, z. T. nur temporäre, sich rasch erwärmende stehende bis schwach fließende Gewässer über schlammigem Grund (KRAUSCH 1996). Aufgrund der geringeren Temperatursprüche des Rauhen Hornblattes (*Ceratophyllum demersum*) wird eher auf seine Anwesenheit als auf die des Zarten Hornblattes (*C. submersum*) geschlossen. KOSSLER (2010) belegte letzteres in jungdryaszeitlichen, vor allem aber holozänen Schichten des Paddenluchs. Die heutige nördliche Verbreitungsgrenze des Hornblattes stellt die 18 °C-Juli-Isotherme dar (IVERSEN 1954).

Die Algenflora war durch weiterhin nur geringe Anteile von Zackenrädchen-Algen gekennzeichnet, unter denen jetzt jedoch erstmals das in Seen und kleinen Tümpeln heimische *Pediastrum integrum* (SALMI 1963) erscheint. Möglicherweise sind zumindest bezüglich *Pediastrum boryanum* zu hohe Kalkgehalte des Gewässers das Regulativ für seine unterbleibende stärkere Ausbreitung (MÖLDER in SALMI 1963). Weiterhin häufiger sind dagegen Reste von Wasserflöhen und Strudelwürmern, vereinzelt erscheinen auch Diatomeen.

Nicht eindeutig erkennbar ist die zeitlich vor dem Niedergang der LST anzusiedelnde klimaungünstigere Gerzensee-

Schwankung (PZ AL 3; LOTTER et al. 1992). Ein Peak der Nichtbaumpollen (NBP)-Kurve bei 10,30 m Teufe geht hauptsächlich auf eine kurzzeitige Ausbreitung von Süß- aber auch Sauergräsern sowie von Beifuß zurück, welcher jedoch der charakteristische Vorstoß der Birke nicht vorangeht. Dieser erfolgt erst bei 10,15 m. Entweder bilden sich hier eher lokal als klimatisch bedingte Veränderungen in der Vegetationsentwicklung ab oder die gewählten Probenabstände von 5 cm waren zu groß für die Erfassung der kleinskaligen Schwankung gewählt.

Unmittelbar über der Basis einer bei 9,54 m einsetzenden, dunkelgrauen ungeschichteten Kalkmulde (vgl. Abb. 10) wurde mikroskopisch bei 9,53 m eine massive LST-Lage erfasst. Die wenigen, schon bei 9,54 m beobachteten Aschepartikel wurden mit Sicherheit bei der Beprobung verschleppt.

Die über Warvenzählungen chronometrisch auf 12 880 a BP (LITT & STEBICH 1999) datierte Ascheschicht wurde in allen Pollenprofilen aus dem gesamten Naturparkgebiet, ausgenommen jener aus dem Biesenthaler Becken (vgl. Abb. 11) nachgewiesen. Das Fehlen der Lage im Biesenthaler Raum führen KLESSEN et al. (1994) auf die Toteisverplombung des Beckens bis in das späte Alleröd hinein zurück. Auf den ersten Blick scheinen dies die hier zusammenhängend untersuchten Profile Hegesee II (LANGE in KLESSEN et al. 1994) und Pfauenwiesen (STRAHL 1993c) mit ihrer ursprünglichen, aufgrund des Kiefern-Reichtums allgemeinen Einstufung in die PZ IIB nach FIRBAS (1949) zu bestätigen. Bereits BRANDE (1980, 1988) verwies jedoch auf den Niedergang der LST nach der bereits erfolgten Maximalausbreitung der Kiefer in Berlin und Brandenburg. Nach den Untersuchungen von MERKT & MÜLLER (1999) aber auch LITT & STEBICH (1999) vergingen nach dem Aschefall bis zum Beginn der Jüngeren Dryas nur noch 180 bzw. 200 Jahre. Diesen kurzen Zeitraum könnte lediglich der abgebildete allerödzeitliche Abschnitt des Hegesee-Profiles wegen seiner geringmächtigen Ausbildung an der Basis jungdryaszeitlicher Sedimente reflektieren und damit eine Korrelation mit der PZ AL 4 (also tatsächlich nach dem Niedergang der LST) erlauben. Das Profil Pfauenwiesen berechtigt aufgrund seiner höheren Mächtigkeit und des Diagrammverlaufs jedoch nicht dazu. Hier muss wegen der nicht belegten Gerzensee-Schwankung eine allgemeine Einstufung in die PZ AL 2–4 vorgenommen werden, die auch damit durchaus einen zeitlichen Raum für die LST ließe. Auch deuten Untersuchungen von Einzelproben aus beiden Becken (STRAHL 1993a, b) auf einen weitaus früheren Sedimentationsbeginn zumindest in Teilbereichen des Biesenthaler Beckens hin. Bei der Untersuchung der Bohrung TSB V wurde in einer aus einer Teufe von 3,68–3,72 m stammenden Probe ein Sanddorn-Gehalt von rd. 24 % ermittelt (STRAHL 1993a). Im Hegesee liegt der ermittelte Wert bei rd. 2 % (12,47 m; STRAHL 1993b). Beide Proben sind auch stark mit präquartären Sporomorphen belastet (75 % bzw. 37 %), was ebenfalls eher auf einen stadialen Ablagerungszeitraum (Älteste oder Ältere Dryas), also vor dem Alleröd hindeutet. Ebenso widersprüchlich zum Fehlen der LST im Biesenthaler Becken ist ihr Auffinden in

mehreren Profilen aus der unmittelbar westlich gelegenen Wukenfurche, hier in bis zu 0,8–1 cm Mächtigkeit (SCHLAAK 1993).

Die Vegetationsentwicklung nach dem Niedergang der LST (PZ AL 4) ist im Profil ebenfalls nur noch über eine Probe bei 9,50 m Teufe erfasst worden. Hier wird eine Wiederausbreitung von Birken und nicht der Kiefer reflektiert (genereller Ablauf der Vegetationsentwicklung in diesem Zeitraum in Berlin und Brandenburg vgl. STRAHL 2005). Eine explosionsartige Diatomeenblüte infolge des erhöhten SiO_2 -Angebotes konnte nicht beobachtet werden. Jedoch eine beginnende starke Ausbreitung von Zackenrädchen-Algen, hier der Arten *Pediastrum boryanum* und vornehmlich *P. integrum*.

Die Abgrenzung zu den Ablagerungen der Jüngeren Dryas im Pollendiagramm wird mit dem Wiederanstieg der Kiefern-Kurve sowie der Kräuter und des Wacholders gezogen. Die erstmals für das höhere Alleröd ermittelten Q4/6-Quotienten erreichen wenig mehr als 3,0 (Abb. 12). Der Humifizierungsgrad der organischen Substanz liegt damit im Huminsäurebereich, was auf einen noch kalkreichen Untergrund des Einzugsgebietes mit entsprechenden mullgeprägten Oberböden (Mull-Rendzinen?) hinweist.

6.2.3 Jüngere Dryas, PZ JD

Eine nur 7 cm mächtige kalkfreie Schluffmudde repräsentiert im Profil Wandlitzsee 2/2010 den Zeitraum des letzten Stadials des Weichsel-Spätglazials, die Jüngere Dryas. Dieser Sedimentationswechsel wird auch durch den deutlichen Rückgang der CaCO_3 -Kurve an der Grenze Alleröd/Jüngere Dryas bei gleichzeitig sprunghaftem Anstieg des Humifizierungsgrades auf über 4,5 reflektiert (Abb. 12). Letzterer verweist auf ein nun stärker saures Milieu bei voranschreitender Verwitterung und eine demgegenüber zurückfallende Bioaktivität.

Er ist durch den Rückgang der Birken-Bestände bei gleichzeitiger, scheinbarer Wiederausbreitung der Kiefer gekennzeichnet. So wird in der Probe aus 9,42 m Teufe eine maximale Pollenfrequenz von 74 % erreicht. Einer reinen Fernflugkomponente widersprechen dabei die sich inzwischen mehrenden makrorestanalytischen Belege der Kiefer, so u. a. von Zapfen aus der frühen und späten Jüngeren Dryas im Paddenluch (KOSSLER 2010).

Auch sind Wiederausbreitungstendenzen bei Wacholder und Weide neben zahlreichen Kräutern, wie vor allem Süßgräsern, Beifuß und Sauergräsern ablesbar.

Während höhere Wasserpflanzen nahezu bedeutungslos sind, finden sich im Bereich der Ufersäume wieder größere Bestände von Süßgräsern und Schachtelhalm.

Die bereits oben angesprochene beginnende starke Ausbreitung von Zackenrädchen-Algen ist typisch für den Übergang vom Alleröd in die Jüngere Dryas. Sie wird im Allgemeinen auf das erhöhte Nährstoffangebot infolge des Absterbens kälteempfindlicher Organismen zurückgeführt. Ein vergleichbarer Anstieg ist auch für den Übergang von

der Jüngeren Dryas zum Präboreal bekannt, der hier aber mit einer erhöhten Bioproduktion (vgl. auch Anstieg der C_{org} -Werte auf mehr als 20 % in Abb. 12) infolge der einsetzenden, über die Pollensukzessionen erst verzögert nachweisbaren Erwärmung in Verbindung gebracht wird (MERKT & MÜLLER 1998). Diese erneute Ausbreitung ist im Profil Wandlitzsee 2/2010 nicht zu belegen, was neben der insgesamt sehr geringmächtigen Ausbildung der jungdryaszeitlichen Ablagerungen (wie auch der präborealen s. ff.) für die hier nicht vollständige Abbildung dieser Zeitscheibe(n) spricht. Als Ursache des hier Fehlens von Sedimenten käme ein Stagnieren des weiteren Toteisaustauens bzw. eine Verlagerung desselbigen in andere Beckenbereiche in Frage. So müssen für eine Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung des Untersuchungsgebietes die Pollenprofile mit einer höheren Auflösung der Jüngeren Dryas aus dem weiteren Einzugsbereich des Barnims herangezogen werden. Diese Profile, namentlich Hegesee, Pfauenwiesen, Wukenfurche, Summt und „Germanenbad“ (vgl. Abb. 11) zeigen eine generelle Kiefern-Dominanz und überwiegend eine Häufung von Wacholder sowie von Beifuß und anderen NBP-Elementen im mittleren Teil des Abschnittes. Das spricht für die Einstellung besonders kalter und trockener Verhältnisse im Unterschied zur frühen und späten Jüngeren Dryas.

In beiden Proben nachgewiesene präquartäre Sporomorphem unterstreichen den generellen Trend der Landschaftsöffnung infolge der Klimaverschlechterung während der Jüngeren Dryas, die ein Aufleben erosiver Prozesse nach sich zog. Dies belegen auch immer wieder nachzuweisende LST-Partikel (vgl. Abb. 10).

6.3 Holozän

6.3.1 Präboreal, PZ PB

Wie schon die jungdryaszeitliche fällt auch die in das Präboreal einzustufende Profilssequenz der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 mit nur 15 cm extrem geringmächtig aus. Derartig geringe Sedimentationsraten im erbohrten Rinnenbereich des Wandlitzer Sees sind bis in das Boreal (24 cm mächtig) hinein zu registrieren. Dies hat zur Folge, dass eine detaillierte Untergliederung nicht nur des jungdryaszeitlichen Diagrammabschnittes, sondern auch des präborealen und borealen nicht möglich ist.

So musste auch die Festlegung der pollenanalytischen Grenze zwischen Jüngerer Dryas und Präboreal unter primär lithologischen Gesichtspunkten vorgenommen werden (vgl. Abb. 10). Anstelle der kalkfreien, jungdryaszeitlichen Schluffmudden treten an der Basis der holozänen Ablagerungen Schluff- bis Kalkmudden mit gegenüber dem Alleröd stetig auf unter 40 % abfallendem CaCO_3 -Gehalt, der erst im Boreal wieder auf über 60 % ansteigt und in etwa diesem Niveau bis zum Beginn des Subboreals verharrt (s. ff.). Wieder leicht rückläufig ist auch der Q4/6-Quotient, wohingegen der C_{org} -Gehalt infolge der stetigen Klimabesserung auf über 20 % ansteigt (Abb. 12). Nach palynologischen Kriterien entspricht die Grenze Jüngere Dryas/Präboreal dem Rückgang von Kiefer und Wacholder sowie

unter den NBP dem des Beifußes. Dass hauptsächlich der obere Teil des Präboreals nicht überliefert ist, zeigt sich im Vergleich mit dem Pollendiagramm aus dem Hegesee (LANGE in KLESSEN et al. 1994) durch die fehlende allmähliche Einwanderung der Hasel in die zu diesem Zeitpunkt durch die Kiefer beherrschte Bewaldung. Im Pollendiagramm der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 bildet sich lediglich, hier korrelierend mit dem Hegesee, der Zeitraum frühpräborealer Kiefern-Birken-Wälder ab, die noch frei von wärmeanspruchsvollen Gehölzen, wie der Hasel aber auch der Ulme und Eiche waren.

In der unmittelbaren Umgebung des Wandlitzer Sees erschienen in nassen, sumpfigen u./o. vermoorten Arealen, beispielsweise innerhalb von Großseggen-Rieden und -Sümpfen Farne, die aufgrund ihrer perisporlosen monoleten Sporen nicht artenmäßig zugeordnet werden können. Vermutlich handelt es sich jedoch um den wärmeanspruchsvolleren und säurezeigenden Gemeinen Sumpffarn (*Thelypteris palustris*), der im Allgemeinen ab dem Präboreal gehäuft auf ihm entsprechenden Standorten vorkommt (vgl. auch BRANDE 1980). Die bisher vorherrschenden Sauergras-Schachtelhalm-Gesellschaften wurden dagegen sukzessive verdrängt und waren mit dem Übergang in das Boreal nahezu völlig verschwunden.

Auch die Algenflora des Sees nebst Wasserfloh- und Strudelwurm-Populationen bildeten sich zurück und beschränken sich im Boreal und dem Älteren Atlantikum auf Einzelnachweise.

Die Grenze zum nachfolgenden Boreal wird mit dem Anstieg bzw. dem Einsetzen der Kurven von Hasel, Ulme und Eiche festgelegt.

6.3.2 Boreal, PZ B

Die schon zu Beginn des im Pollendiagramm abgebildeten Abschnittes innerhalb von Kalk- und kalkhaltigen Feindetritusmudden (Abb. 10) steil ansteigende Hasel-Kurve signalisiert eine ebenfalls das Boreal betreffende, nicht vollständige Überlieferung (vgl. Kap. 6.3.1) der unter jetzt wärmeren und auch trockneren Bedingungen verlaufenden Vegetationsentwicklung. Es fehlt der Zeitraum der frühborealen Kiefern-Zeit, während derer sich die Hasel, hier hauptsächlich auf das Unterholz beschränkt, im Gebiet ausbreitete und die Ulme allmählich einwanderte. Im vorliegenden Fall hat die Hasel sich bereits etabliert – ihre Werte steigen bis zu ihrem hier mit rd. 45 % erfassten Maximum an der Grenze zum Älteren Atlantikum kontinuierlich auf über 25 % an. Damit ist die Hasel nach HUNTLEY & BIRKS (1983) und LANG (1994) als bestandbildende Gehölzart im Untersuchungsgebiet einzustufen. Vergleichbare und auch so u. a. von KLOSS (1994) bewertete Pollenfrequenzen liegen aus dem Schlangenfuhl, dem Äppelbruch (MÜLLER 1966), vom Großen Krebssee (JAHNS 2000) und vor allem vom Hegesee aus dem östlich benachbarten Biesenthaler Becken vor (LANGE in KLESSEN et al. 1994). Bezüglich des Äppelbruchs und wahrscheinlich auch des Hegesees (hier Bezugssumme des Pollendiagramms nicht angegeben) wurde die Hasel je-

doch nicht in die Summe der Baumpollen (BP) einbezogen. Demnach liegen ihre Maximalwerte beispielsweise im Äppelbruch nicht um die angegebenen 50 %, sondern eher zwischen 20–30 %, in etwa vergleichbar dem Schlangenfuhl (KLOSS 1994). Die vielfach praktizierte Herausrechnung aus der Baumpollensumme (vgl. u. a. die überwiegenden Arbeiten von LANGE, MÜLLER und neueren Datums auch bei KLIMASCHESKI in BRANDE et al. 2007) reduziert die Hasel so auf eine reine Unterholzbildung, was angesichts des nicht nur hier belegten bestandsbildenden Charakters nicht nachvollzogen werden kann. Entscheidend für die Ausbreitung des Halbschattholzes sind neben den Lichtverhältnissen die Böden. Nach THELAUS (1989) bevorzugt die Hasel gut drainierte, nicht zu feuchte basische Böden, kann aber auch auf feuchten neutralen oder mäßig sauren Böden erscheinen. Auf den reichen Böden verdrängt sie dabei vorzugsweise die Kiefer und auf den meisten Böden, ausgenommen ausgesprochen feuchten, auch die Birke. Im vorliegenden Falle sind Kiefer und Birke gleichermaßen betroffen – dies gilt vermutlich vornehmlich für kiefern- und birkenfähige Areale auf Braunerden-/Podsolerden-Gemeinschaften mit teilweisem Grundwasseranschluss im unmittelbaren Umfeld des Wandlitzer Sees. Weiterhin existent könnten dagegen größere Birken-Bestände zumindest auf bereits vermoorten Bereichen im unmittelbaren Seeumfeld gewesen sein, von denen die Birke wegen des hohen Grundwasserstandes nicht verdrängt wurde. Für die Kiefer wären als neu zu erobernde Areale die um den westlichen See herum während des Weichsel-Spätglazials und vermutlich auch noch frühen Holozäns aufgewehten Flugsanddecken denkbar. Dies setzt allerdings eine bestimmte Bodenreife (ausreichende Humusaufgabe) der bezüglich ihrer Nährstoffarmut und Trockenheit als extrem einzustufenden Standorte voraus (vgl. HEINKEN 1999). Nach WOLLENBERG (2005) kommen hier als einzige Konkurrenzarten die Zitter-Pappel (*Populus tremula*) und die Hänge-Birke in Frage.

Neben der Hasel trugen aber auch die Eiche und die Ulme zum Rückgang der Kiefer bei, was besonders ab dem Älteren Atlantikum mit der Herausbildung der atlantischen Klimawälder deutlich wird.

Nennenswerte Kräuteranteile belaufen sich im Wesentlichen auf Süßgräser und vor der maximalen Hasel-Verbreitung auf das Mädesüß. Selten bis sehr selten wurden das seit der Jüngeren Dryas Kurvenschluss aufweisende, aber unter 1 % verbleibende Heidekraut (*Calluna*), verschiedene Korbblütler, Doldengewächse, Beifuß, Ampfer, Labkraut, verschiedene Rosen- (Rosaceae), Enzian- (Gentianaceae) und Gänsefußgewächse nachgewiesen. KLOSS (1994) meint anhand des zeitgleichen Vorkommens der Brennessel (*Urtica*) und weiterer nitrophiler Vertreter bestimmter Korbblütler (Tubuliflorae), der Gänsefußgewächse sowie des Ampfers auf einen möglichen Einfluss mesolithischer Fischer im Umfeld des Schlangenfuhls schließen zu können. Auch für das Gebiet um Wandlitz ist ein mesolithischer Rast- und Arbeitsplatz (DENKMALLISTE DES LANDES BRANDENBURG FÜR DEN LANDKREIS BARNIM 2010) ebenso wie die von KLOSS (1994) angeführte Pollenvergesellschaftung nachgewiesen. Allerdings können die ab dem Boreal auch am Wandlitzer

See häufiger vertretenen Brennesselgewächse (Urticaceae) ebenso aus Röhrrieten, zu denen sie hier auch gerechnet werden, und damit aus der lokalen, also quasi See-eigenen Vegetation stammen – eine Problematik, auf die bereits u. a. WOLTERS et al. (2004) hinsichtlich der pollenanalytisch nicht zu trennenden Brennessel-Arten und ihres Vorkommens in Gewässernähe ausführlich eingehen.

Im Übergang zum Älteren Atlantikum häufen sich aber auch die Nachweise des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*). Er tritt in natürlichen Gemeinschaften als Waldbegleiter, insbesondere innerhalb von Kiefern-Wäldern auf. Des Weiteren gilt er aber wie auch das Heidekraut als Störungs- bzw. Verlichtungszeiger infolge Waldauflichtung, verursacht durch Waldweide oder allgemein Holzentnahme (HELLMUND 2009).

Der Q4/6-Quotient ist in dieser Phase auf über 4,5 angestiegen, womit er wohl die fortgesetzte Verwitterung teilweise noch unter Nadelholzbeständen in der ersten Phase des Holozäns widerspiegelt. Die vorangehend diskutierten möglichen frühen anthropogenen Einflüsse haben vermutlich ebenfalls zur Verschlechterung der Humusformen beigetragen.

6.3.3 Älteres und Jüngerer Atlantikum, PZ ÄA/JA

Mit dem Übergang in das Atlantikum zeichnen sich für den untersuchten Rinnenbereich des Wandlitzer Sees effektiv höhere Sedimentationsraten ab – gegenüber den spätweichselzeitlichen und frühholozänen Abschnitten wurden unter Vernachlässigung der Kompaktion ca. 1,60 m Sediment in Form von Kalkmudden akkumuliert. Dies entspricht bei einer angenommenen absoluten Dauer des Atlantikums von 3 558 Jahren (MERKT & MÜLLER 1999) einer Rate von 0,4 mm/a gegenüber beispielsweise 0,1 mm/a im (allerdings nicht vollständig überlieferten) Boreal. Die C_{org} -Gehalte schwanken vor allem im Bereich von in die Kalkmudden eingeschalteten organogenen Feindetritusmudde-Lagen (insbesondere im jüngeren Atlantikum und zu Beginn des Subboreals), wo sie bis auf über 40 % ansteigen können. Der $CaCO_3$ -Gehalt geht in diesen Bereichen auf deutlich unter 60 % zurück. Die Q4/6-Quotienten liegen bei $> 3,5$ weiter im Huminsäurebereich (Abb. 12) und deuten so darauf hin, dass sich unter den Laubwäldern bei ungestörtem stabilem Relief (s. u.) inzwischen reife Humusformen eingestellt haben.

Aufgrund der Einstellung atlantisch getönten Klimas, mithin nun feuchtwarmen Bedingungen, erhöhte sich einerseits die organische Produktion erheblich; hauptsächlich ist aber die damit verbundene Veränderung des hydrologischen Regimes hervorzuheben. Das erhöhte Niederschlagsaufkommen führte zu einem generellen Grundwasserspiegelanstieg im holozänen Klimaoptimum. Davon profitierten zum einen tiefe Sedimentationsräume, wie der Wandlitzer See – jedoch erreichte der atlantische Seespiegel noch nicht das heutige Niveau. Darauf weist das weitere Fehlen altersgleicher Sedimente in der Bohrung Wandlitz I hin. Auch spricht die oben angeführte Einschaltung von Feindetritusmudde-La-

gen während des Jüngeren Atlantikums für Wasserspiegelschwankungen, die sich bis in das beginnende Subboreal fortsetzten. Zum anderen vernässten nach einer Stagnationsphase speziell im Boreal viele, nicht zu hoch und damit außerhalb des Grundwassereinflusses liegende Hohlformen nicht nur in Berlin-Brandenburg wieder (hier z. B. Leckerpfuhl¹, ENDTMANN 1998).

Seitens der atlantischen Waldentwicklung ist es die Zeit der Etablierung haselreicher Eichen-Ulmen-Linden-Wälder, wobei im Gebietsvergleich innerhalb des Naturparks Barnim unterschiedliche Kiefern-Anteile zu verzeichnen sind. Grundsätzlich ist die Kiefer im Rückgang begriffen, insbesondere zu Beginn des Älteren Atlantikums. Im Unterschied zum Barnim (Wandlitzer See; Hegesee, LANGE in KLESSEN et al. 1994) setzte sie sich jedoch beispielsweise im Eberswalder Urstromtal (Leckerpfuhl, ENDTMANN 1998; Äppelbruch, MÜLLER 1961) und im Oderbruch (Großer Krebssee, JAHNS 2000) wieder sehr rasch wegen der für sie günstigeren Substratverhältnisse (u. a. Talsande) innerhalb der Eichenmischwälder stärker durch. Eminenter durch eine Verdrängung ist dort die Birke betroffen, vor allem im Umfeld kleinräumiger Sedimentationsbecken, wo ihre Standorte zunehmend durch die Erle beansprucht wurden.

In der Umgebung des Wandlitzer Sees vollzog sich der Waldumbau vordergründig im Bereich der reicheren Bodengesellschaften (vgl. Kap. 2). Höher gelegene, ärmere sandige Böden ohne direkten Grundwasseranschluss kamen für eine Bestockung durch Kiefern-Eichen-Wälder in Frage, wohingegen im Älteren Atlantikum auf wärmeren, für die Linde ausreichend basenversorgten und bindigeren Standorten (exemplarisch über Geschiebemergel) noch haselreiche Traubeneichen (*Quercus petraea*)-Linden-Bestände ausgebildet gewesen sein könnten. Reichere Böden mit Grundwasseranschluss könnten dagegen ebenfalls zu Beginn noch haselreichen Stieleichen (*Quercus robur*)-Ulmen-(Linden)-Beständen vorbehalten geblieben sein.

Auf z. T. staunassen Böden, so entlang der Seeufer, waren Erlen- und Birken-Brüche verbreitet. Ab dem jüngeren Atlantikum drang in diese Bestände, soweit ausreichend nährstoff- und basenversorgt, sowie im Bereich bachbegleitender Erlen-Eschen-Wälder die Esche (*Fraxinus*) vor. Daneben erschien sie auch innerhalb von Mischwäldern mit Steileiche und Ulme.

Unter den verschiedenen, möglicherweise im Gebiet vorkommenden Ulmen-Arten kommt hier die Bergulme (*Ulmus glabra*) eher als die mehr auf Auenwaldstandorte spezialisierte Flatterulme (*Ulmus laevis*) in Frage. Insgesamt weisen Pollenfrequenzen von 2–4 % die Ulme als zu diesem Zeitpunkt zwar anwesende, im Gegensatz zur Eiche jedoch nicht signifikante Waldkomponente aus (HUNTLEY & BIRKS 1983).

¹ ENDTMANN (1998) fasst im Pollendiagramm Leckerpfuhl den borealen und altatlantischen Abschnitt zusammen (PZ V–VI nach FIRBAS 1949). Die jedoch bereits erheblichen Anteile von Erle und Eichenmischwald-Komponenten lassen eher auf ein atlantisches als ein boreales Alter der so stratifizierten Torfe und somit auf eine Stagnationsphase des Moorwachstums im Boreal schließen!

Ab dem Jüngeren Atlantikum erfolgte mit dem allmählichen Rückgang der Hasel die Ausbreitung der eine nur sehr geringe Pollendispersion aufweisenden Linde sowie die auch zeitlich beschränkte Wiederausbreitung der Kiefer. ENDTMANN (1998) nimmt anhand pollenmorphologischer Merkmale eine Unterscheidung von Winter- (*Tilia cordata*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) vor – einheimisch heute in Brandenburg ist jedoch nur die Winterlinde, die Sommerlinde gilt als eingeführte Art (RUNGE 2005).

Als so genannte atlantische Klimazeiger erschienen erst im höheren Teil des Älteren Atlantikums und damit vergleichsweise spät die Mistel (*Viscum*) und der Efeu (*Hedera*)² in den Wäldern um den Wandlitzer See. Beide sind bis weit hinein in das Subboreal und der Efeu bis in das beginnende Ältere Subatlantikum zu verfolgen. Gemeinsam sind sie erst wieder im höheren Jüngeren Subatlantikum vertreten, an dessen Beginn einmalig auch die Stechpalme (*Ilex*) nachgewiesen werden konnte. Sehr selten liegen für das Jüngere Atlantikum Nachweise an Ahorn (*Acer*) und Eibe (*Taxus*) vor, beides Gehölze mit subozeanischer Verbreitungstendenz.

Im Verlauf des Älteren Atlantikums erreichte auch die Fichte (*Picea*) ihre empirische Pollengrenze, verblieb mit ihren Pollenfrequenzen aber bis in das Jüngere Atlantikum unter 1 %. Im Gegensatz zum südlichen Brandenburg (vgl. u. a. BRANDE et al. 2007) war und ist sie jedoch kein bestandsbildendes natürliches Gehölz im Barnim.

Infolge der Schließung des holozänen Walddachs verloren die lichtliebenden Kräuter, insbesondere ab dem Jüngeren Atlantikum, mehr und mehr an Bedeutung. Ihre in Summe bis in das Ältere Subatlantikum hinein sehr niedrigen Werte zeugen von insgesamt kaum stattfindenden Eingriffen des Menschen in die natürliche Bewaldung. Festzustellen ist lediglich eine leichte Zunahme des Heidekrauts sowie ein regelmäßiges Erscheinen des Beifußes. Süß- und Sauergräser zeigen gegenüber dem Frühholozän deutlich rückläufige Anteile. Alle übrigen Kräuternachweise belaufen sich im Wesentlichen auf Einzelfunde, so auch beim Ampfer. Allerdings erreichte der Adlerfarn im Übergang vom Boreal zum Älteren Atlantikum erstmals Anteile >1 %.

Innerhalb der nur spärlich belegten Wasser- (Laichkraut, Seerosengewächse) und Ufervegetation sind nur Röhrichtbestände mit Rohr- u./o. Igelkolben, Langblättrigem Rohrkolben und Brennesselgewächsen erwähnenswert. Weiterhin von Bedeutung waren die seit dem Boreal mit höheren Anteilen vertretenen Farne, hier vergesellschaftet mit der Erle innerhalb von Bruchwald-Gemeinschaften.

Die nach wie vor nur gering entwickelten Algenflora zeigt im Übergang in das Jüngere Atlantikum nur bei pennaten Diatomeen eine größere Ausbreitungstendenz, dabei am häufigsten zu beobachten die Gattungen *Suriella*, *Epithemia*, *Gyrosigma*, *Amphora*, *Pinnularia*, *Cymbella* u. a.

2 Erste Mistel- und Efeu-Nachweise bestehen, soweit tatsächlich autochthon, da mit Hainbuchen- und Buchen-Funden korrelierend, beispielsweise bereits für das Boreal im Leckerpfuhl (ENDTMANN 1998). Im Großen Krebssee (JAHNS 2000) liegt die untere Nachweisgrenze der Mistel im Übergang Boreal/Atlantikum. In den übrigen, relevanten Vergleichsprofilen sind beide Klimazeiger nicht vertreten.

6.3.4 Subboreal, PZ SB

Die pollenanalytische Grenze zum Subboreal, einer im klimatischen Vergleich zum Atlantikum zwar weiterhin warmen, aber wieder trockeneren Periode des Holozäns, wird im vorliegenden Diagramm (Abb. 10) mit dem ersten nachhaltigen Abfall der Ulmen- und einem damit korrelierenden Anstieg der Hasel-Kurve (Sekundärwaldbildung?) festgelegt. Der Rückgang der Ulme zu Beginn des Subboreals wird einerseits mit dem Einwirken des neolithischen Menschen und andererseits mit dem durch den Ulmensplintkäfer übertragenen Schlauchpilz *Ceratocystis ulmi* in Verbindung gebracht, der zu dem noch in der Gegenwart gefürchteten Ulmen-Sterben führt (vgl. dazu auch RUNGE 2005). Ein tiefgreifender, zumindest durch den Menschen eingeleiteter gravierender Waldumbau ist jedoch zunächst nicht feststellbar. Innerhalb der Eichenmischwald-Bestände verharren Eiche, Linde und Esche ebenso wie Birke und Kiefer in etwa auf dem zum Ende des Jüngeren Atlantikums eingenommenen prozentualen Niveau. Neben der Hasel legt lediglich die Erle auf Feuchtarealen in der Seeumgebung leicht zu. Häufiger und dies bis in das Ältere Subatlantikum hinein, ist jetzt auch der Ahorn anzutreffen, ohne jedoch Kurvenschluss zu erreichen. Er bevorzugt nicht stauende, basenreiche Böden, beispielsweise über Geschiebemergel (vgl. u. a. OTTO 1994) innerhalb von Laubmischwäldern, hier zusammen mit der Esche oder Linde oder innerhalb von Eichen-Hainbuchenwäldern.

In diesen frühen subborealen Abschnitt fällt der erstmalige Nachweis des Spitzwegerichs (*Plantago lanceolata*), eines Weidezeigers, sowie nur eines Getreidepollenkorns. Daneben erschienen seltener auch sekundäre anthropogene Indikatoren, wie der Ampfer als Ruderalpflanze u./o. Ackerbaubegleiter und der Beifuß, dieser ebenfalls auf sich herausbildenden Ruderalstellen. Die damit belegten, sehr schwachen Siedlungssignale bzgl. Weidenutzung und Ackerbau wären mit dem Neolithikum in Verbindung zu bringen. So existieren neben Angaben in der DENKMALLISTE DES LANDES BRANDENBURG FÜR DEN LANDKREIS BARNIM (2010) auch aus dem Archiv des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und des Archäologischen Landesmuseums (BLDAM) (schrftl. Mitt. G. WETZEL vom 25.05.2011) Siedlungsbefunde insbesondere für die Gemarkungen Biesenthal aber auch Lanke und Wandlitz. Interessant ist, dass es sich dabei sowohl in Biesenthal (Kupferflachbeil) als auch in Wandlitz (zwei Steingeräte) um Nachweise erst der Trichterbecherkultur handelt. Auch die aus einem großen, eventuell auf der Stolzenhagener Seite bei Wandlitz liegenden Grabhügel geborgenen drei Feuersteinbeile (Verweis G. WETZEL auf E. KIRSCH 1993, S. 76) gehören ebenfalls entweder zur Trichterbecher- oder sogar erst zur Kugelamphorenkultur. Folgt man diesbezüglich den Ausführungen von CSZIESLA (2008), ist möglicherweise auch für die nachfolgend beschriebenen siedlungszeitlichen Nachweise im Profil der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 nicht von einer neolithischen Landnahme vor der Trichterbecherkultur auszugehen. Unter anderem wegen fehlender (pollenanalytischer) Ackerbaubelege bei z. T. gleichzeitiger Anwesenheit von

Artefakten der bandkeramischen Kultur in der Uckermark (Felchowsee) und dem nördlichen Landkreis Märkisch-Oderland (Großer Krebssee, JAHNS 2000) geht CZIESLA (2008) für Brandenburg insgesamt von einer Weiterexistenz der mesolithischen Lebensweise bis hin zur eindeutig durch Ackerbau gekennzeichneten Trichterbecherkultur aus.

Der tatsächliche Umfang des Siedlungseinflusses lässt sich aufgrund der Größe des Sees und des schon dadurch zu großen Abstandes zu in Frage kommenden Siedlungsplätzen insgesamt nur schlecht abschätzen. Generell gilt, dass sich Siedlungseinflüsse umso stärker abbilden, je dichter sich der Sedimentationsraum an einer Siedlungskammer befindet. So drücken die ab dem Jüngeren Subatlantikum sehr viel deutlicher in Erscheinung tretenden Siedlungssignale (s. ff.) letztendlich nur aus, dass nun auch das nähere Umfeld bis unmittelbar an den See heran genutzt wurde.

Ein wirklicher Fortschritt in der Ausbreitung von Rot- und Hainbuche ist ebenfalls nicht zu erkennen, es bleibt zunächst bei seit dem Älteren Atlantikum vorliegenden sporadischen Nachweisen. Die Rotbuche erreichte ihre empirische Pollengrenze erst im mittleren Teil des subborealen Diagrammabschnittes und dies klar vor der Hainbuche. Nach GLIEMEROTH (1995) dürfte bezüglich ihrer mehr als 1 % erreichenden Pollenfrequenzen von einer lokalen Präsenz ausgegangen werden, wohingegen HUNTLEY & BIRKS (1983) mindestens 2 % voraussetzen.

Im höheren Subboreal fällt ein weiterer markanter Hasel-Gipfel ins Auge – ihm gehen ein kurzfristiger Anstieg der Kiefern-Kurve sowie ein Rückgang der zwischenzeitlich nochmals aufgekommenen Ulme und Eiche voraus. Zeitgleich zum Hasel-Gipfel häufen sich die Nachweise an Beifuß aber auch Spitzwegerich und Ampfer, während Getreidepollen weiterhin spärlich bleibt. Diese eindeutiger ausfallenden Siedlungsbelege werden mit der bronzezeitlichen Kultur in Verbindung gebracht, die auch in und um Wandlitz ihre Spuren hinterließ. Vorrangig sind hier jungbronzezeitliche Gräberfelder nach der DENKMALLISTE DES LANDES BRANDENBURG FÜR DEN LANDKREIS BARNIM (2010) aber auch Siedlungen – wieder konzentriert um Biesenthal, Wandlitz und Lanke (Hügelgrab), hervorzuheben. Für das Eberswalder Urstromtal sieht KLOSS (1994) in der im Schlangengraben nachgewiesenen starken Kiefern-Ausbreitung eine Folge bronzezeitlicher Rodungen, von denen die Kiefer insbesondere auf den ärmeren Urstromtalböden durch die Dezimierung der Eichenmischwälder profitierte. Zeitgleich zeigt aber der Untersuchungspunkt auch unverkennbare Zeichen temporären Trockenfallens – was möglicherweise neue, bisher zu feucht gewesene Areale auf Moorböden für die Kiefer schaffte. Einen ähnlichen Diagrammverlauf weist das Profil Pfauenwiesen auf. Hier deutet die einsetzende Akkumulation von Torfmudde auf einen Wasserspiegelniedrigstand hin; auch korrelieren die erhöhten Kiefern-Werte hier nicht mit anthropogenen Indikatoren. Ebenfalls eine stärker durch die Kiefer beeinflusste Bewaldung zeigt das Diagramm des Großen Postluchs (SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993) – hier handelt es sich ebenfalls um ein, bereits seit dem Weichsel-Spätglazial (mit einer längeren Unterbrechung im Holozän),

aktives Moor, auf das die Kiefer übergreifen konnte. In Summe zeigen die Diagramme für das Urstromtal und das Oderbruch prinzipiell die gleiche, oben beschriebene Waldzusammensetzung einschließlich der Einwanderung und Ausbreitung von Rot- und Hainbuche bei jedoch, wegen der schlechteren Böden vergleichsweise höheren Kiefern-Anteilen als im Barnim.

Mit dem Nachlassen des Siedlungsdrucks wurde auch die Hasel durch die sich zunächst wieder erholenden Laubmischwald-Bestände (die Ulme im Gegensatz zur Eiche aber nur leicht) in der Umgebung des Wandlitzer Sees zurückgedrängt. Die beginnende Ausbreitung der Hainbuche im Übergang zum Älteren Subatlantikum leitet zusammen mit der Rotbuche die holozäne Schattholzphase ein, im Verlaufe derer die meisten Edellaubhölzer, ausgenommen die Eiche, in ihren Beständen stark eingeschränkt wurden. In etwa diesen Zeitraum reflektiert auch das Pollendiagramm der Bohrung Wandlitz I (Abb. 9), d. h., erst im jüngeren Subboreal wurde dieser Bereich des heutigen Wandlitzer Sees wieder in die limnische Sedimentation mit einbezogen bzw. von dieser erreicht.

6.3.5 Älteres Subatlantikum, PZ ÄSA

Charakteristisch für das klimatisch kühlere und wieder humidere Ältere Subatlantikum ist die weitere Ausbreitung der Rot- und Hainbuche während der siedlungsgeschichtlichen Abschnitte der Vorrömischen Eisenzeit und der Römischen Kaiserzeit. Die holozäne Maximalverbreitung der beiden Schattgehölze lag, ehe der Mensch in der ausgehenden jungslawischen Siedlungsperiode bzw. im Übergang zum Hochmittelalter durch Rodung massiv zu ihrem Rückgang beitrug, im jüngeren Teil des Älteren Subatlantikums während der altslawischen und beginnenden jungslawischen Zeit.

Das Ältere Subatlantikum präsentiert sich seitens der erreichten Sedimentmächtigkeit als scheinbar sedimentationsintensivster Zeitabschnitt innerhalb der Gesamtsequenz der Bohrung Wandlitzsee 2/2010. Demnach läge den altersmäßig entsprechenden 4,31 m Kalk- und Feindetritusmudden eine Sedimentationsrate von 4,5 mm/a zugrunde. Betrachtet man jedoch das Pollendiagramm (Abb. 10: rote geschlossene Rahmung der betreffenden Kernabschnitte), so fällt eine offensichtlich bohrungsbedingte Duplizierung des älteren Teils des Älteren Subatlantikums, also des Zeitraums vor der Massenausbreitung von Rot- und Hainbuche ins Auge. Dieser Befund korreliert ebenso mit der lithologischen Aufnahme wie auch mit der Messkurve der magnetischen Suszeptibilität (schrftl. Mitt. S. LORENZ) und dem Trend der $C_{org.}$ - und $CaCO_3$ -Analysen (Abb. 12). Letztere zeigen einen extremen Abfall der $CaCO_3$ -Werte zu Beginn des Älteren Subatlantikums bei gleichzeitig starker Zunahme der $C_{org.}$ -Werte auf über 60 %. Danach pegeln sich die Werte wieder in etwa auf das Niveau während des Subboreals ein. Im Bereich der erhöhten $C_{org.}$ -Werte sind mächtigere

Feindetrismusmudde-Lagen in die bohrungsbedingt gestörten Kalkmudden eingeschaltet (Abb. 10). Entsprechend zusammengefasst wird dieser überbohrte Abschnitt in seinem vegetationsgeschichtlichen Verlauf beschrieben:

Maßgeblich ist die Ausbreitung von Rot- und Hainbuche unter wechselndem anthropogenem Einfluss im Gebiet. Die Grenzziehung zum vorangehenden Subboreal erfolgt mit dem Kurvenanstieg beider Gehölze auf durchgehend >2 %. Die sich typisch, an vielen Untersuchungspunkten lang hinziehende Phase ihres Vordringens und Etablierens (vgl. auch hin zum/im Eberswalder Urstromtal und Oderbruch: Großes Postluch, SCHOKNECHT in SCHLAAK 1993; Äppelbruch, MÜLLER 1961; Leckerpfuhl, ENDTMANN 1998; Großer Krebssee, JAHNS 2000) wird durch die teils konkurrenzbedingte, teils anthropogene und z. T. endgültige Verdrängung der bis dahin die Wälder beherrschenden Laubgehölze eingeleitet. Dies betrifft neben der Ulme besonders die Linde, aber auch die Esche und die Hasel. Vom Rückgang der Linde sind vorrangig buchenfähige Standorte betroffen, auf denen das schattentolerante Gehölz der erheblich höheren Konkurrenzkraft der Buche unterlag. Die Eiche zeigt nur einen vorübergehenden und dann vergleichsweise leichten Rückgang, auf den eine ebenfalls nur zeitweilige Ausbreitung der Kiefer folgt. Zeitgleich dokumentieren die nun geschlossenen Kurven von Spitzwegerich, Mittlerem u./o. Breit-Wegerich (*Plantago major-media*-Typ), Ampfer und Beifuß neben einer leichten Erhöhung der Süßgras-Anteile sowie häufigere Getreidepollennachweise gegenüber dem Subboreal greifbarere Siedlungshinweise. Diese könnten hier mit der vorrömischen Eisenzeit korrelieren. Mit diesem offensichtlich siedlungsbeeinflussten Waldumbau könnten auch die verstärkten organogenen Einträge verbunden sein, die sich so augenscheinlich in der C_{org} -Kurve (Abb. 12) niederschlagen, da der dem Subboreal gleichende Kurvenverlauf im höheren Älteren Subatlantikum mit nachlassendem Siedlungsdruck im Pollendiagramm (Abb. 10) zu korrelieren scheint (s. ff.).

Eine nur leichte Abschwächung des Siedlungseinflusses (Rückgang von Beifuß und Süßgräsern; Römische Kaiserzeit?) fällt mit dem offensichtlichen Anstieg der Rotbuchen- und der Kiefern-Kurve sowie zuletzt auch der Erlen-Kurve zusammen. Neben Eichen-Kiefern-Wäldern auf ärmeren Böden etablierte sich die Rotbuche teilweise innerhalb der bisherigen, verschiedenen Eichenmischwald-Gesellschaften, bevorzugt auf den basenreicheren Böden mit Grundwasseranschluss über Geschiebemergel oder nicht pseudovergleyten Geschiebelehmen (OTTO 1994). Je nach dem Feuchte- und Nährstoffangebot geht die Rotbuche dabei verschiedene Vergesellschaftungen mit Traubeneiche, Stieleiche und Hainbuche ein, bildet aber aufgrund ihrer großen Konkurrenzkraft auch reine Buchen-Wälder auf den für sie besten Böden. Gemieden werden Böden mit hohem Grundwasserstand, wie z. B. die z. T. hydromorphen Gleye, die über den periglaziären Ablagerungen nordwestlich des Wandlitzer Sees verbreitet sind. Dazu gehören des Weiteren bereits verlandete oder vermoorte Bereiche in Seenähe, die vorzugsweise durch die Erle, teilweise immer noch in Ver-

gesellschaftung mit der Esche bestockt waren. Die in ihren Nährstoff- und Feuchteansprüchen genügsamere Hainbuche blieb prozentual weiter hinter der Rotbuche zurück – sie ist beispielsweise auf Sand- oder Lehmböden in trockenen Eichen-Hainbuchen-Wäldern zusammen mit Traubeneiche und Sommerlinde ebenso zu finden wie auf grundwasser-nahen Standorten in Vergesellschaftung mit Stieleiche und Hängebirke (RUNGE 2005). Ferner ist auf die nun häufiger beobachtete Tanne hinzuweisen. Ihre Werte bleiben durchgehend unter einem 1 % und so ist bis heute entsprechend der Fichte von einem Fehlen des Baumes in der natürlichen Bewaldung des Gebietes auszugehen.

Mit dem Rückgang der Kiefer ist eine Wiederausbreitung der Eiche und auch der Birke verbunden. Letztere übernimmt dabei zum einen die Funktion der Sekundärwaldbildung von der Hasel, zum anderen ersetzt sie aber offensichtlich auf Feuchtstandorten z. T. auch die Erle.

Es folgt im obersten Abschnitt des Älteren Subatlantikums der Zeitraum der Hauptverbreitung von Rot- und Hainbuche. Dieser fällt aufgrund der bereits unter Kapitel 6 beschriebenen labortechnischen Gründen u. a. hinsichtlich der enormen, mehr als 35 % erreichenden Rotbuchen- und der immens zurückgehenden Birken- und Erlen-Anteile überproportional ins Auge (Abb. 10). Die realeren Bedingungen für das unmittelbare Seeumfeld (hier die Erle, aber auch Birke betreffend) u./o. für den Barnim (insbesondere in Bezug auf die Kiefer, Rot- und Hainbuche) reflektieren hier wohl die Diagramme der Bohrung Wandlitz I (Abb. 9) und das Profil Hegesee aus dem Biesenthaler Becken (LANGE in KLESSEN et al. 1994). Demnach sind bezüglich des Diagramms der Bohrung Wandlitz I für die Birke und Erle weiterhin Anteile um etwa 20 % sowie die Kiefer beträchtlich weniger als die in der Bohrung Wandlitzsee 2/2010 im Schnitt um die 30 % (max. 47 %) ermittelten zu erwarten. Die Hainbuche erreichte im Vergleich zum Hegesee zwar ihren Maximalwert ebenfalls vor der Rotbuche, blieb aber, auch bezüglich der bei falscher Siebung ermittelten Pollenfrequenzen, i. d. R. generell unter 10 % und stellte damit selbst zum damaligen Zeitpunkt kein bestandsbildendes Gehölz (LANG 1994) in den Wäldern um den Wandlitzer See dar. Die Rotbuche³ erreichte dagegen, wenn auch keine Pollenfrequenzen von 35 %, jedoch mehr als die in Wandlitz I abgebildeten 10 % – im Hegesee sind es, allerdings ohne Einrechnung der Hasel-Anteile, mehr als 20 %. Die Siedlungsnachweise fallen für diesen Zeitraum sehr spärlich aus – zumindest der Beginn der starken Ausbreitung von Rot- und Hainbuche dürfte zeitlich mit der Völkerwanderungszeit zusammenfallen. Durch den nachlassenden Siedlungsdruck konnten sich zum einen Kiefern-Eichen-Wälder und zum anderen Eichenmischwälder mit unterschiedlicher Rot- und Hainbuchen-Beteiligung etablieren. Als für die

³ LANGE (hier in KLESSEN et al. 1994) und auch SCHOKNECHT (in SCHLAAK 1993) lassen generell das Jüngere Subatlantikum mit der Subzone Xa mit Erreichen der höchsten Rot- und Hainbuchen-Werte beginnen und weichen insofern von der gebräuchlichen Gliederung des Holozäns im Sinne von FIRBAS (1949) ab!

Rotbuche geeignete natürliche potentielle Gesellschaften auf ihren Ansprüchen gerecht werdenden Grundmoränenstandorten kämen beispielsweise der von SCAMONI (1964) bzw. von HAACK (2009) ausgewiesene Buchen-Traubeneichen-Wald und armer Buchenwald sowie Hainsimsen-Buchenwald nach HOFMANN & POMMER (2005) in Frage.

Für den Zeitraum der Rotbuchen-Hauptverbreitung existieren nur wenige Getreidepollenbelege und gar keiner für den Roggen (*Secale*). Lediglich die Schwankungen der Eichen-Kurve könnten auf eine Entnahme von Holz hindeuten, das vor allem in altslawischer Zeit Verwendung u. a. für die Anlage von Burgen, wie für Biesenthal belegt, fand.

Erst mit dem beginnenden Rückgang von Rot- und Hainbuche erscheinen zunehmend direkte und indirekte anthropogene Indikatoren in beiden Pollendiagrammen aus dem Wandlitzer See – neben Beifuß, Ampfer und Getreiden sind dies insbesondere im Übergang zum Jüngeren Subatlantik Spitzwegerich und nun auch Roggen. Sie werden mit der alt- und vor allem im Übergang zum Jüngeren Subatlantik der jungslawischen Besiedlungsperiode in Verbindung gebracht. Sowohl als Störungszeiger wie auch als Waldbegleiter sind das ebenfalls vermehrt auftretende Heidekraut (Verheidung, siehe auch BRANDE 1990) und der Adlerfarn zu werten.

Neben einem altslawischen Burgwall in Biesenthal ist vor allem „Vandelize“ erwähnenswert. „Vandelize – Menschen, die am Wasser leben – nannten einst Slawen ihre Siedlung, die sich auf der am weitesten in den (Wandlitzer) See vorgeschobenen Halbinsel befand“ (Wandlitz ...aus der Geschichte unter: <http://www.wandlitzer-seengebiet.de/wandlitz3.htm>).

6.3.6 Jüngeres Subatlantik, PZ JSA

Das Jüngere Subatlantik ist der am stärksten durch den Menschen hinsichtlich Klima und Vegetationsentwicklung beeinflusste Abschnitt des Holozäns. An der Grenze Älteres/Jüngeres Subatlantik begannen die nun gravierenden Eingriffe in die bis zu diesem Zeitpunkt noch relativ dicht bewaldete Landschaft, auch in der Region des heutigen Barnims. Raumgreifende, zwecks Anlage von Äckern durchgeführte Rodungen, insbesondere während der deutschen Ostexpansion ab dem 13. Jh., hatten eine erhebliche Dezimierung der bis dahin durch Eichen, Rotbuchen und Hainbuchen dominierten Laubmischwälder zu Folge. Im 13. Jh. siedelten sich am Wandlitzer See westelbische Bauern an, die den ursprünglichen Ortsnamen beibehielten und ihr als Rundling um eine Kirche angelegtes Dorf fortan Wandlitz nannten. Erste urkundliche Erwähnung fand das Dorf im Zuge des Verkaufs an das Zisterzienserkloster Lehnin im Jahr 1242, in dessen Besitz es bis 1542 verblieb (Wandlitz ...aus der Geschichte unter: <http://www.wandlitzer-seengebiet.de/wandlitz3.htm>; PETZEL & SCHOPPER in SCHROEDER 2004).

Eine lückenlose Sedimentation und damit vollständige Überlieferung der Ablagerungen des Jüngeren Subatlantiks vorausgesetzt, wurden in den dafür bis zur Bohrung

im Jahr 2010 anzusetzenden 960 Jahren (gerechnet vom Beginn des verstärkten Roggen-Anbaus ab 1050 n. Chr., diese und folgende Angaben nach MERKT & MÜLLER 1999) 1,60 m Sediment akkumuliert, was einer Sedimentationsrate von rd. 1,7 mm/a entspräche. Die C_{org} - und $CaCO_3$ -Werte sinken nach letztmaligen Maxima von mehr als 30 bzw. 50 % gegenüber dem höheren Älteren Subatlantik auf um 20 bzw. rd. 50 % ab (Abb. 12). Der Humifizierungsgrad (Q4/6) von acht rezenten Auflageproben liegt bei 7 und damit jetzt weit im Fulvosäurebereich, was für das typische saure, nährstoffarme Milieu und die geringe biologische Aktivität sandiger Waldstandorte im nordostdeutschen Tiefland spricht. Dieser Befund korreliert in seiner Tendenz mit den obersten aus der Bohrung gewonnenen Proben. Die weitere Untergliederung des jungsubatlantischen Abschnittes kann wegen fehlender geochronometrischer Altersbestimmungen (^{14}C) und auch weiterhelfender geochemischer Elementanalysen nur in etwa anhand bestimmter anthropogener Zeiger, wie exemplarisch der Kornblume (*Centaurea cyanus*; häufiger werdend mit dem Beginn des Wintergetreide-Anbaus um 1250 n. Chr.) oder dem Buchweizen (*Fagopyrum*; um 1400 n. Chr., Spätmittelalter bis frühe Neuzeit) vorgenommen werden. Ihr Erscheinen spricht somit lediglich für das mögliche Maximalalter der Ablagerungen, also für den Zeitpunkt, ab dem der jeweilige Zeiger zu erwarten wäre. Ein durchaus auch jüngeres Alter kann damit und dies insbesondere für den jüngsten Teil der Sedimentfolge (s. ff.) jedoch nicht ausgeschlossen werden!

Optisch hebt sich der Beginn des Jüngeren Subatlantiks (Subzone a, ausgehende jungslawische Zeit, Beginn des Hochmittelalters?) in den Pollendiagrammen (Abb. 9, 10) aus dem Wandlitzer See zunächst durch den Kurvenabfall der oben genannten Laubgehölze nebst dem Kurvenanstieg der Kiefer und vor allem ackerbaubezeugender Indikatoren, namentlich der Gruppe der Getreide im Allgemeinen und des Roggens im Speziellen heraus. Sie werden zunächst begleitet durch vor allem Ampfer, Spitzwegerich, Heidekraut, seltener Beifuß, verschiedene Korb- und Kreuzblütler (Cruciferae) sowie Lein (*Linum*), nicht aber die Kornblume⁴. Der dem allgemeinen Trend der Waldaufflichtung eigentlich widersprechende Anstieg der Kiefern-Kurve ist hier hauptsächlich ein sekundärer Effekt – die ersten umfangreicheren, hochmittelalterlichen Rodungen gingen im Untersuchungsgebiet wahrscheinlich noch auf jungslawische Bauern zurück. Ausgenommen von den Abholzungen dürften dabei die ärmsten Böden, wie beispielsweise auf den äolischen Ablagerungen im Nord- und Südwesten des

⁴ Die realeren prozentualen Anteile der einzelnen NBP-Komponenten liefert auch hier wieder das Pollendiagramm der Bohrung Wandlitz I, allerdings nur über eine Probe. Wegen ihrer Pollengröße sind die Gruppe der Getreide einschließlich des Roggens und des Heidekrauts im Pollendiagramm Wandlitzsee 2/2010 infolge der verwendeten falschen Siebgaze über das normale Maß hinaus angereichert! Gleiches gilt für die ermittelten Kiefern-, Rotbuchen- und Hainbuchen-Werte – hier reflektiert bezüglich letzterer das Diagramm Hegesee (LANGE in KLESSEN et al. 1994) mit Rotbuchen-Werten um $\pm 5\%$ und Hainbuchen-Werten $< 5\%$ die wahren Proportionen.

Wandlitzer Sees, geblieben sein. Die hier verschonte Kiefer streute ihren Pollen neben einem sicher nicht unerheblichen Fernflugeintrag von weiter entfernten, vergleichbaren Standorten nahezu ungebremst in die Landschaft. Andererseits konnten von ihr wüst gefallene, z. T. verheidete Flächen aufgrund ihres Pioniercharakters rascher zurückerobert werden. In diesem Zusammenhang ist vermutlich auch das Erscheinen des als Pionierpflanze geltenden Ausdauernden Knäuels (*Scleranthus perennis*; BEHRE 1966) zu sehen. BRANDE (1985) deutet die Ausbreitung der Charakterart der Sandtrockenrasen (erstmaliger Nachweis in spätbronzezeitlichen bis früheisenzeitlichen Ablagerungen des Tegeler Sees) auf vormalig bewaldeten Flächen als anthropogen ausgelöst.

Der vermutliche Übergang in die Subzone b (frühdeutsche Zeit, 1250 bis ca. 1400 n. Chr. oder jünger?) erfolgt mit dem deutlichen (labortechnisch bedingt überproportionalen!) Anstieg der Kurven von Roggen und übrigen Getreiden. Bezüglich des Rückgangs der Heidekraut-Kurve wurden dabei offensichtlich auch zwischenzeitlich verheidete Flächen mit in die ackerbauliche Nutzung einbezogen. Konform gehen die Laubgehölze einschließlich der Eiche und nun auch die Kiefer weiter zurück.

Nach einer kurzfristigen Wiederausbreitung von Eiche, Rot- und Hainbuche (nicht aber der Kiefer; mittelalterliche Wüstungsphase?) werden die vorerst höchsten, wenn hier auch verfälschten Getreidepollenwerte einschließlich des Roggens erreicht und die Kornblume erscheint.

Es folgt eine Phase erneut höherer Kiefern- und etwas verzögert auch höherer Eichen-Werte, in die ein einmaliger Buchweizen-Fund fällt (Subzone c, Neuzeit?). Unter den Siedlungszeigern ist außerdem die als Ackerunkraut im Wintergetreide geltende Kornrade (*Agrostemma*) hervorzuheben. Augenfällig ist der extreme Anstieg der Cladoceren-Kurve, der möglicherweise als Ausdruck einer gewissen Eutrophierung des Gewässers zu bewerten ist. Die Rot- und Hainbuchen-Werte pendeln sich auf ein mehr oder weniger gleichbleibendes Niveau ein. Die Kurven der Getreide und des Heidekrautes verhalten sich wieder gegenläufig und deuten auf die erneute Verheidung abgeholzter, vormals als Äcker genutzter Flächen hin. Dieser stete Wechsel von anthropogen bedingter Ent- und Wiederbewaldung ist bis zum Ende der Sedimentsequenz zu verfolgen, ohne das eines der Ereignisse aus o. g. Gründen zeitlich genauer gefasst werden bzw. mit historischen Ereignissen, wie dem mittelalterlichen Mühlenstau, der Pest, dem Dreißigjährigem Krieg etc. in Verbindung gebracht werden könnte. So ist auch bezüglich der Kiefer nicht zu entscheiden, inwieweit ihre Wiederausbreitung auf Wüstung oder gezielten forstlichen Anbau zurückgeht. Insgesamt stellen sich seitens der zwischen den Ackerflächen verbleibenden Bewaldung die heutigen Verhältnisse ein, d. h. eine Etablierung z. T. kiefernreicher Buchen-Eichen-Wälder und Kiefern-Forsten. Würde die heutige Landschaft keiner weiteren Nutzung unterliegen und sich selbst überlassen, erschiene nach einem Lichtholzstadium mit

vorrangig Kiefern aber auch Birken erneut die altsubatlantische Schattholzbewaldung mit Rot- und Hainbuchen und Eichen. Die Flugsanddecken würden wohl aufgrund ihrer Armut weiterhin Kiefern-Wald tragen und die reicheren Böden eine Bestockung mit Buchen-Traubeneichen- bzw. armen Buchenwäldern zeigen. Wie schnell die Kulturlandschaften dabei verschwänden, zeigt sich aktuell beispielsweise an heute noch existenten Heideflächen bei Bernau, die nur mittels Beweidung durch Rot- und Damwild baumfrei gehalten werden. Das Wild sorgt durch den Verbiss der immer wieder aufkommenden Baumschösslinge (insbesondere Kiefern) für die Erhaltung dieses anthropogen entstandenen Landschaftstyps.

Danksagung

Die Herren J. Becker (Universität Greifswald), Dr. H. U. Thieke und Dr. N. Schlaak (LBGR) führten die technisch anspruchsvollen Seebohrungen vom Eis bzw. Ponton aus, während Frau H. Rabe (Universität Greifswald) die Auswertung im Geolabor umfangreich unterstützte. Jens Meisel vom IAG Seddin stellte die Isohypsen des Sees zur Verfügung. Unser Dank gebührt ebenfalls Herrn Dipl.- Geogr. Tony Baudis (Zinnowitz) für die kartographische Umsetzung der Abbildungen 4 und 5.

Zusammenfassung

Mit Hilfe von terrestrischen und subhydrischen Bohrungen sowie standortkundlichen Aufnahmen konnte die jungquartäre Entwicklungsgeschichte des Wandlitzer Sees auf dem Barnim seit dem Weichsel-Spätglazial hinsichtlich Geologie, Klima und Vegetation rekonstruiert werden. Die Wasserscheidenbereiche wurden vom Niedertagesgeschehen des Weichsel-Hochglazials geprägt. Für das Weichsel-Spätglazial und Frühholozän konnte eine kontinuierliche Entwicklung im unmittelbaren Beckenbereich nachgewiesen werden. In der zweiten Hälfte des Holozäns schwankte der Seespiegel offenbar um seinen heutigen Stand herum, wobei sich sowohl im terrestrischen als auch im subhydrischen Bereich eine allgemeine Versauerungstendenz beobachten lässt.

Summary

The young quaternary genesis of the lake Wandlitz (Barnim, Germany) has been reconstructed via terrestrial and subhydric bore holes and with the help of site mapping and pollenanalysis. The area of watersheds was formed by melting events of the upper Weichselian. A nearly continuous development in the accumulation lake could be proved for the Late Weichselian and early Holocene. In the second half of the Holocene the water level was nearly the same as today where upon in terrestrial as subhydric areas a general acidification tendency has been observed.

Literatur

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 438 S., Hannover
- BEHRE, K.-E. (1966): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **7**, S. 69–84, Öhringen
- BRANDE, A. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen im Spätglazial und Postglazial Berlins. – *Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg* **115**, S. 21–72, Berlin
- BRANDE, A. (1985): Mittelalterlich-neuzeitliche Vegetationsentwicklung am Krümmen Fenn in Berlin-Zehlendorf. – *Verh. Berl. Bot. Ver.* **4**, S. 3–65, Berlin
- BRANDE, A. (1988): Zum Stand der palynologischen Forschung im Berliner Quartär. – *Documenta naturae* **44**, S. 1–7, München
- BRANDE, A. (1990): Eine Synthese zur säkularen Landschaftsentwicklung in Berlin (West). – *Ver. Berl. Bot. Ver.* **8**, S. 21–31, Berlin
- BRANDE, A., KLIMASCHEWSKI, A. & R. POPPSCHÖTZ (2007): Spätpleistozän-holozäne Sedimentation und Vegetation im Oberspreewald (Brandenburg). – *Terra Praehistorica*, Festschrift für Klaus-Dieter Jäger zum 70. Geburtstag **48**, S. 52–68, Langenweißbach
- BUSSEMER, S., KUNKEL, C. & J. STRAHL (2013): Komplexe landschaftsgenetische und standortkundliche Studie zum Einzugsgebiet des Regenbogensees (Barnim) als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees Brandenburgs. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **20**, S. 117–123, Cottbus
- CASPERS, G. (1993): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* **55**, 101 S., Münster
- CZIESLA, E. (2008): Zur bandkeramischen Kultur zwischen Elbe und Oder. – *Germania* **86**, S. 405–464, Darmstadt
- CHROBOK, S., MARCINEK, J., MARKUSE, G. & B. NITZ (1983): Weichselspätglaziale bis holozäne Transport- und Sedimentationsprozesse im Hinterland der Frankfurter Eisrandlage nördlich Berlins. – *Petermanns Geogr. Mitt. (Ergänzungshefte)* **282**, S. 237–248, Gotha
- CORINE (2012): Corine Land covermap. – EPA, Wexford
- DENKMALLISTE DES LANDES BRANDENBURG FÜR DEN LANDKREIS BARNIM (2010): <http://www.bldam-brandenburg.de/denkmalinformation/denkmalinformationen/denkmalliste.html>
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – *Scripta Geobotanica* **IX**, 122 S., Göttingen (Verlag Erich Goltze KG)
- ENDTMANN, E. (1998): Untersuchungen zur spät- und nach-eiszeitlichen Vegetationsentwicklung des Leckerpfuhls (Mönchsheider Sander, NE-Brandenburg). – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* **131**, S. 137–166, Berlin
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte. – 480 S., Jena (Fischer)
- FORST-GIS BRANDENBURG (2014): <http://www.brandenburg-forst.de/LFB/>, zuletzt abgerufen am 30.11.2014
- GÄRTNER, P. (1993): Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Westlichen Barnim. – *Berliner Geographische Arbeiten* **77**, S. 1–120, Berlin
- GÄRTNER, P. (2004): Wandlitz-Ladeburger Sander. – In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): *Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 5. Nordwestlicher Barnim – Eberswalder Urstromtal.* – S. 115–121, Berlin
- GLIEMEROTH, A. K. (1995): Paläoökologische Untersuchungen über die letzten 22 000 Jahre in Europa. – *Paläoklimaforschung* **18**, 252 S., Stuttgart
- HAACK, S. (2009): Pflege- und Entwicklungsplan für den Naturpark Barnim (Kurzfassung). – 88 S., Institut für Ökologie und Naturschutz, Eberswalde
- HEINKEN, T. (1999): Die Kiefernwälder der Glauer Berge – ein Beispiel für die Rolle der Kiefer in der Waldsukzession auf Sandböden in Mittelbrandenburg. – *Gleditschia* **27**, 1/2, S. 79–96, Berlin
- HELLMUND, M. (2009): Pollenanalysen an Sedimenten des spätneolithischen Fischzauns vom Arendsee, Altmarkkreis Salzwedel. – *NAU Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie* **15**, S. 28–36, Freiburg (Janus)
- HERING, J. & A. BAURIEGEL (2005): „Fuchserden“ in Brandenburg – eine anthropogene Bildung?. – *Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges.* **107**, S. 339–340, Oldenburg
- HOFMANN, G. & U. POMMER (2005): Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1 : 200 000. – *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* **24**, 311 S., Berlin
- HUNTLEY, J. B. & H. J. B. BIRKS (1983): *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13 000 years ago.* – 667 S., Cambridge (University Press)

- IVERSEN, J. (1954): The late glacial-flora of Denmark and its relation to climate and soil. – D.G.U. IV. Rk. **80**, S. 87–119, Kopenhagen
- JAHNS, S. (2000): Late-glacial and Holocene woodland dynamics and land-use history of the Lower Oder valley, north-eastern Germany, based on two, AMS ¹⁴C-dated, pollen profiles. – *Veget. Hist. Archaeobot.* **9**, S. 111–123, Berlin
- KLESSEN, R., NITZ, B. & L. SCHIRRMEISTER (1994): Spätglazial-altholozäne Landschaftsgeschichte auf dem nördlichen Barnim – Komplettierung eines Modells der Beckenentwicklung im norddeutschen Tiefland. – *Arbeitsberichte Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin* **4**, 43 S., Berlin
- KLOSS, K. (1994): Das Pollendiagramm vom Schlangenfuhl in Eberswalde, Krs. Barnim. – *Veröff. d. Brdbrg. Mus. f. Ur- und Frühgeschichte* **28**, S. 99–104, Potsdam
- 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
- KRAUSCH, H.-D. (1996): *Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen.* – 315 S., Stuttgart (Ulmer)
- LANG, G. (1994): *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas.* – 462 S., Jena, Stuttgart, New York (Gustav Fischer)
- LAUFER, E. & K. KEILHACK (1882): *Geologische Karte von Preussen und angrenzenden Gebieten 1 : 25 000 (Blatt Wandlitz).* – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- LBEG (2015): *Symbolschlüssel Geologie.* – Bd. 1 u. 2, 351 S., 535 S., Hannover (Schweitzerbart)
- LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N. & A. SONNTAG (1997): *Geologische Übersichtskarte von Berlin und Umgebung – Maßstab 1 : 300 000 mit Erläuterungen.* – Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Landesvermessungsamt Brandenburg, Kleinmachnow, Potsdam
- LIPPSTREU, L., HERMSDORF, N., SONNTAG, A. & J. STRAHL (2015): Pleistozän. – In: STACKEBRANDT, W. & D. FRANKE (Hrsg.): *Geologie von Brandenburg.* – S. 333–418, Stuttgart (Schweitzerbart)
- LITT, T. & M. STEBICH (1999): Bio- and chronostratigraphy of the lateglacial in the Eifel region, Germany. – *Quaternary International* **61**, S. 5–16, London
- 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
- LOHDE, H. (1979): *Lithofazieskarte Quartär 1 : 50 000, Blatt Berlin NW.* – Zentr. Geol. Inst., Berlin
- LOTTER, A. F., EICHER, U., SIEGENTHALER, U. & H. J. B. BIRKS (1992): Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. – *Journal of Quaternary Science* **7**, 3, S. 187–204, London
- MERKT, J. & H. MÜLLER (1998): Was zeigen Seesedimente vom Klimasprung an der Wende vom Spätglazial zum Holozän? – *Terra Nostra* **98**, 3, S. 227–228, Berlin
- MERKT, J. & H. MÜLLER (1999): Varve chronology and palynology of the Lateglacial in Northwest Germany from lacustrine sediments of Hämelsee in Lower Saxony. – *Quaternary International* **61**, S. 41–59, London
- MÜLLER, H. M. (1961): Ein Pollendiagramm aus dem Äpfelbruch bei Eberswalde. – *Archiv f. Forstwesen* **10**, S. 809–816, Eberswalde
- MÜLLER, H. M. (1966): Beiträge zur Vegetationsentwicklung auf dem Mönchsheider Sander bei Chorin. – *Archiv f. Forstwesen.* **15**, 8, S. 857–867, Eberswalde
- MÜLLER, H. M. (1967): Das Pollendiagramm „Serwest“, ein Beitrag zur Wechselwirkung natürlicher und anthropogener Faktoren in der Vegetationsentwicklung. – *Feddes Repert. Bot. Geobot.* **74**, S. 123–137, Berlin
- MÜLLER, H. M. (1970): Die spätglaziale Vegetationsentwicklung in der DDR. – In: *Quartärkomitee der DDR (ed.): Probleme der weichselspätglazialen Entwicklung in Mittel- und Nordeuropa.* – S. 81–109, Frankfurt/Oder
- MUGV (2011): *Steckbriefe Brandenburger Böden.* – S. 1–19, MUGV Brandenburg, Potsdam
- OTTO, H.-J. (1994): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. – *AID* **1095**, 32 S., Bonn
- RUNGE, S. (2005): Die einheimischen Bäume des Dahme-landes. – *JahreBuch 2005 – Bäume im Dahmeland*, S. 4–11, Prieros
- SALMI, M. (1963): On the subfossil *Pediastrum* Algae and Molluscs in the Late Quaternary sediments of Finnish Lapland. – *Arch. Soc. Vanamo* **18**, S. 105–119, Helsinki
- SCAMONI, A. (1964): *Karte der natürlichen Vegetation der Deutschen Demokratischen Republik (1 : 500 000) mit Erläuterungen.* – *Fedd. Repert. Beih.* **141**, S. 5–106, Berlin

- SCHLAAK, N. (1993): Studie zur Landschaftsgenese im Raum Nordbarnim und Eberswalder Urstromtal. – Berliner Geographische Arbeiten **76**, 145 S., Berlin
- SCHLICHTING, E. & H.-P. BLUME (1966): Bodenkundliches Praktikum. – 209 S., Hamburg
- SCHNEIDER, A. F. (2008): Grünordnerischer Fachbeitrag zum Bebauungsplan „Am Waldhang“ der Gemeinde Wandlitz OT Lanke. – 21 S., Panketal
- SCHOLZ, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. – 93 S., Potsdam
- SCHROEDER, J. H. (Hrsg.) (2004): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 5: Nordwestlicher Barnim - Eberswalder Urstromtal – Naturpark Barnim. – 313 S., Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)
- SONNTAG, A. (2011): Geologische Übersichtskarte und Erläuterungsheft 1 : 100 000 – Landkreis Barnim. – LBGR Cottbus/LGB Potsdam
- STECKBRIEF SEEN EG-WASSERRAHMENRICHTLINIE vom 04.03.2009: http://www.mugv.brandenburg.de/w/seen/196_WandlitzerSee.pdf
- STRAHL, J. (1993a): Zwischenbericht zur pollenanalytischen Untersuchung von vier Proben der Bohrung Biesenthal TSB V₁-V₄. – Bericht BGR vom 25.02.1993, 2 S., 4 Anl., Berlin, Hannover (unveröff.)
- STRAHL, J. (1993b): Kurzbericht zur pollenanalytischen Untersuchung von 4 Proben aus dem Hegesee, Biesenthaler Becken – Bohrung Hgs II. – Bericht BGR vom 20.07.1993, 2 S., 4 Anl., Berlin, Hannover (unveröff.)
- STRAHL, J. (1993c): Pollenanalytische Untersuchung der Bohrung Pfauenwiesen (Pfauenwiesen-Becken) südlich Biesenthal, Land Brandenburg. – Festschr. Prof. W. Krutzsch, Mus. f. Naturk. Berlin, S. 145–154, Berlin
- STRAHL, J. (2005): Zur Pollenstratigraphie des Weichsel-spätglazials von Berlin Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 87–112, Kleinmachnow
- THELAUS, M.: Late Quaternary vegetation history and palaeohydrology of the Sandsjön-Arshult area, southwestern Sweden. – Lundqua Thesis **26**, 78 S., Lund
- USINGER, H. (1978): Pollen- und großrestandanalytische Untersuchungen zur Frage des Bölling-Interstadials und der spätglazialen Baumbirken-Einwanderung in Schleswig-Holstein. – Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holstein **48**, S. 41–61, Kiel
- WOLLENBERG, K.-H. (2005): Die Waldkiefer – Ein Charakterbaum Brandenburgs. – JahreBuch 2005 – Bäume im Dahmeland, S. 12–15, Prieros
- WOLTERS, S., BITTMANN, F. & KUMMER, V. (2004): The first subfossil records of *Urtica kioviensis* ROGOW. and their consequences for palaeoecological interpretations. – Veget. Hist. Archaeobot. **14**, S. 518–527, Berlin

Anschriften der Autoren:

Prof. Dr. Sixten Bussemer
 Dipl.-Geogr. Christoph Kunkel
 Dipl.-Geogr. Axel Heise
 Institut für Geographie und Geologie
 der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
 Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17a
 17489 Greifswald
 sixten.bussemer@uni-greifswald.de
 christoph.kunkel@uni-greifswald.de
 axel.heise@uni-greifswald.de

Dr. Peter Gärtner
 Naturpark Barnim
 Breitscheidstr. 8
 16348 Wandlitz
 peter.gaertner@lugv.brandenburg.de

Dr. Jaqueline Strahl
 Landesamt für Bergbau, Geologie
 und Rohstoffe Brandenburg
 Inselstr. 26
 03046 Cottbus
 jaqueline.strahl@lbgr.brandenburg.de

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 59–64	6 Abb., 3 Zit.
------------------------------	---------	----------------	----------	----------------

Drumlin vs. Kame – die Rummelsberge bei Brodowin

Drumlin vs. Kame – the so-called `Rummelsberge` near Brodowin

Herrn Dr. habil. Fritz Brose zum 80. Geburtstag gewidmet

NORBERT SCHLAAK & SLAWOMIR KOWALSKI

Die Untersuchungsobjekte und deren bisherige Deutung

Die Rummelsberge bei Brodowin befinden sich im Rückland der Hauptendmoräne der Pommern-Phase, welche in diesem Abschnitt als Parsteiner Bogen bezeichnet wird (SCHLAAK 2002). Zahlreiche Seen und eine Vielzahl von kleineren Geländeerhebungen charakterisieren die abwechslungsreiche Landschaft dieses Raumes. Die schrittweise Deglaziation im Parsteiner Bogen hat BROSE (1978) mit der Aushaltung von drei Rückzugsstapeln, den sogenannten „Parsteiner Stapeln“ beschrieben und deren Abflussbahnen rekonstru-

iert. Den Verlauf der dritten Staffel markierte er zwischen dem Parsteiner See im Norden und dem Wesensee im Süden, etwa im Raum der heutigen Rummelsberge.

Der Kleine Rummelsberg gehört zu den schönsten Aussichtspunkten mit Rundumblick im Jungmoränengebiet Nordostbrandenburgs. Er liegt bei ca. 81 m NHN und erhebt sich damit etwa 30 m über das umliegende Gelände und ca. 38 m über den nahen Wesensee. Der 380 m südsüdöstlich liegende Große Rummelsberg ist nur ca. 1,5 m höher (Abb. 1 u. 2). Aufgrund der Form (steiler Nordhang, flach auslaufender Südhang) wird vor allem der Kleine Rummels-

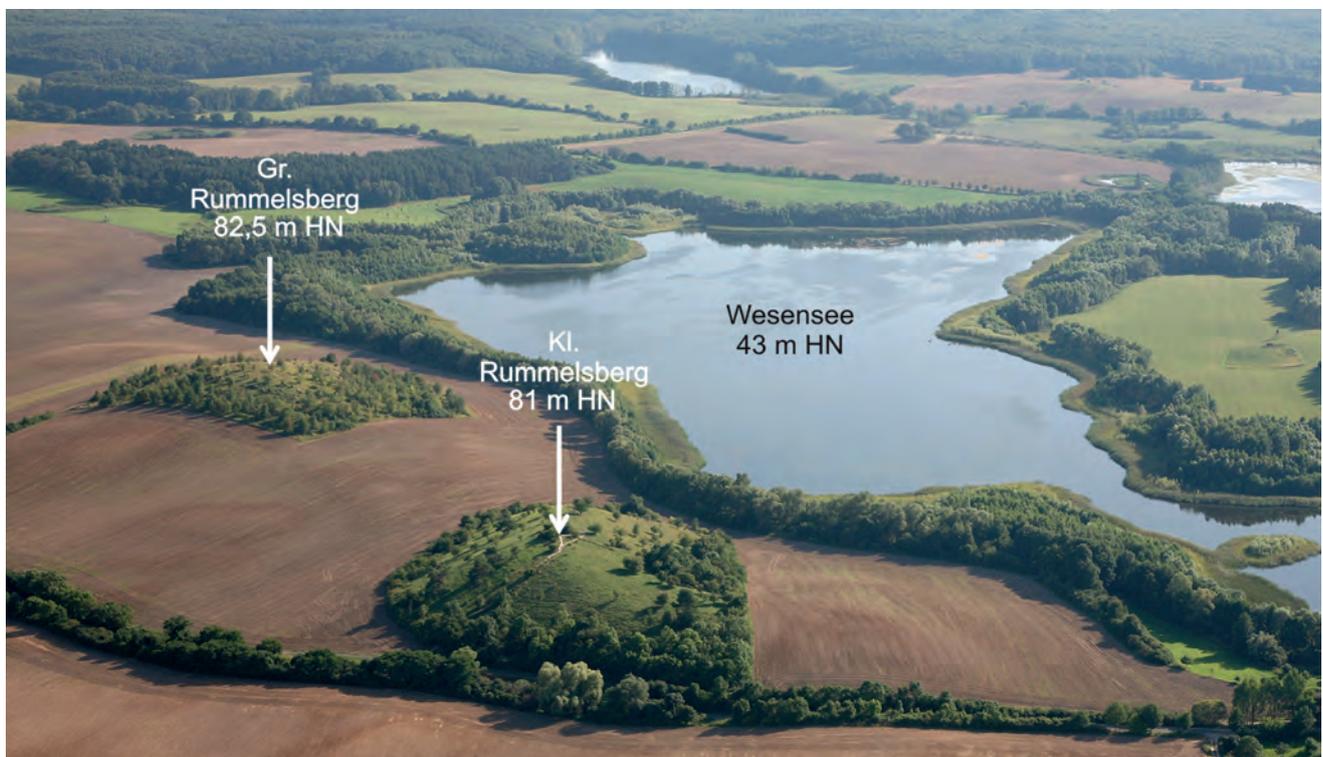


Abb. 1: Schrägluftbild mit Lage der Bohrungen

Koordinaten (UTM ETRS89): Kleiner Rummelsberg 33N 431552/5863068, Großer Rummelsberg 33N 431657/5862726.

Blick nach Süden (Foto: SCHLAAK 8/2012)

Fig. 1: Aerial image showing the borehole locations. View to the south (photo: SCHLAAK 8/2012)

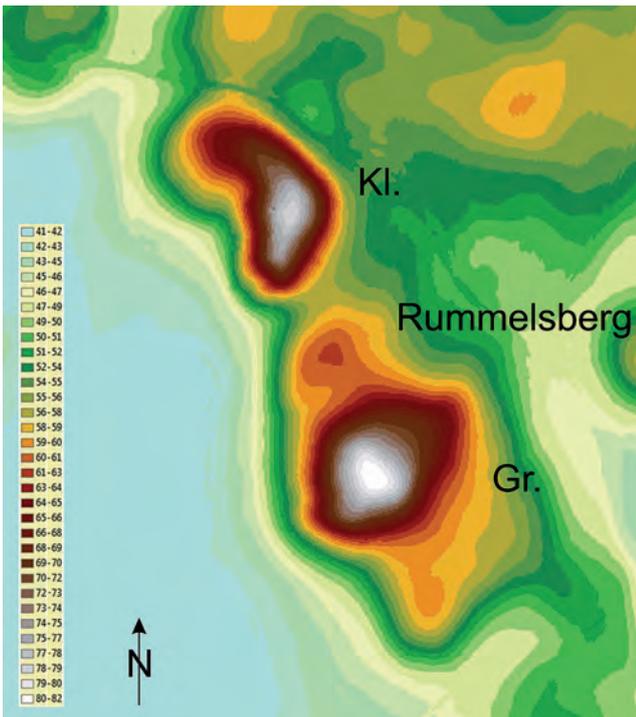


Abb. 2: Höhengichtendarstellung auf Basis des Digitalen Geländemodells (DGM) 2 (Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/LGB 2016)

Fig. 2: Coloured height layers of the area based on digital terrain model (DGM 2) (Geobasis data: © GeoBasis-DE/LGB 2016)

berg von den meisten Geomorphologen seit Jahrzehnten als typischer **Drumlin** angesehen.

Zur Zeit der preußischen geologischen Kartierung (Blatt 3049, SCHRÖDER 1891–96) wurden die beiden Rummelsberge auf der Basis von 2 m-Bohrungen mit unterschiedlichen Signaturen belegt (Abb. 3). Während der Große Rummelsberg bis auf eine kleine Stelle im Gipfelbereich die Signatur für Grundmoräne der letzten Kaltzeit trägt, reicht sie beim benachbarten Kleinen Rummelsberg nur bis an den Sockel heran. Ab hier kartierte man bis zum Top-Bereich „Sand mit kleinen Geschieben“ und stellte die Ablagerungen in das untere Diluvium. Glazilimnische Sedimente („Jüngster Thonmergel“) wurden dagegen flächenhaft westlich der Rummelsberge im Gebiet der Ortslage Brodowin, sowie nordöstlich auf einer kleineren Fläche am Parsteiner See kartiert.

Ergebnisse aktueller Untersuchungen

Im Rahmen der aktuellen Kartierung wurden 2013/14 durch den Geologischen Dienst Brandenburg auf beiden Rummelsbergen Bohrungen abgeteuf, die zur Klärung der Genese der Erhebungen beitragen sollten. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen die fachliche Basis für neues Informationsmaterial des nationalen Geoparks „Eiszeitland am Oderrand“ bilden, in welchem sich die viel besuchten Rummelsberge befinden.

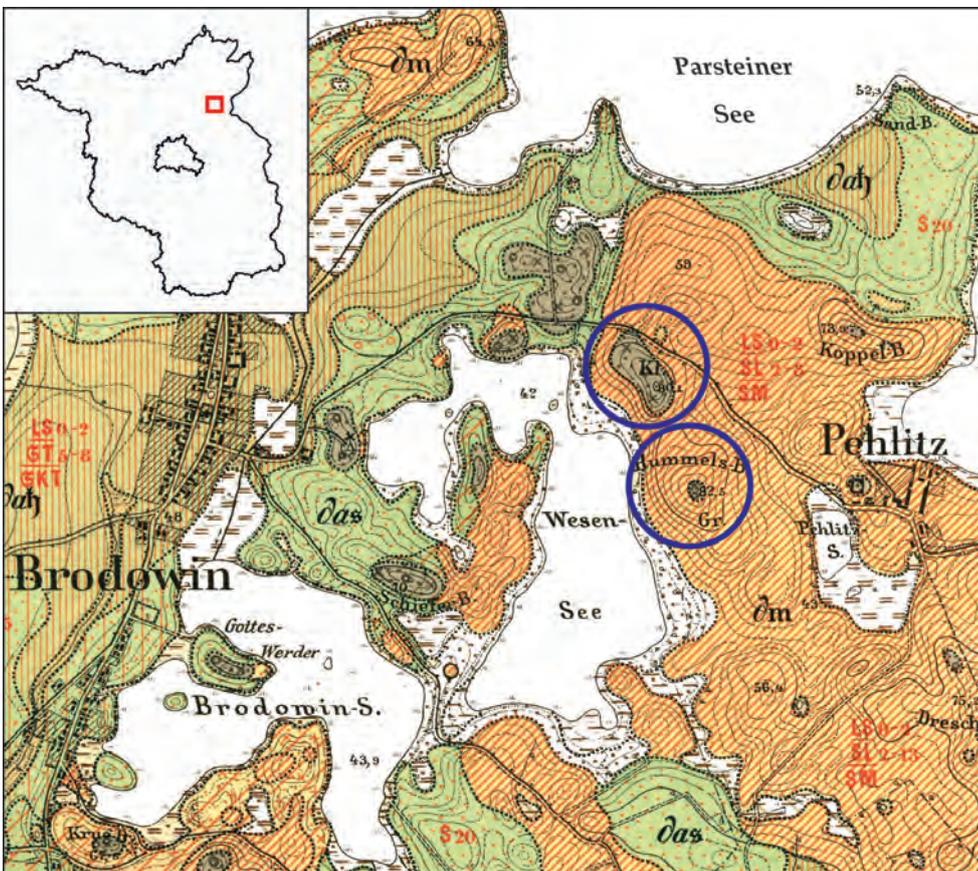


Abb. 3: Lage des Untersuchungsgebietes in Brandenburg und Ausschnitt aus der Preußischen Geologischen Karte (GK 25, Blatt 3049, SCHRÖDER 1891–96) mit Lage der Rummelsberge
Signaturen: ds – unterer Sand mit kleinen Geschieben; dm – oberer Mergel; dah – jüngster Tonmergel

Fig. 3: Investigation area in Brandenburg and detail from the geological map of Prussia (GK 25, sheet 3049, SCHRÖDER 1891–96) showing the location of Rummelsberge.

Die Bohrung auf dem Großen Rummelsberg erreichte 10 m. Auf dem Kleinen Rummelsberg wurden mehrere Handbohrungen bis 4 m und zwei Rammkernsondierungen bis max. 9 m niedergebracht. An allen Bohrpunkten des Kleinen Rummelsbergs wurden Ah/C-Böden angetroffen (hier: Pararendzinen), was auf eine gekappte Bodenoberfläche (hier u. a. auch durch militärische Nutzung) hindeutet. Die durch die landwirtschaftliche Bearbeitung (Pflügen) hervorgerufene Kappung der Bodenoberflächen im Umfeld der Rummelsberge wird in der Schrägluftbildaufnahme (Abb. 4) deutlich und lässt interessante Rückschlüsse auf das ursprüngliche Relief der Erhebungen zu.

Alle Bohrungen auf dem Kleinen Rummelsberg zeigen Wechselfolgen von geschichteten, feinkörnigen Sedimenten wie Schluff und Feinsand, die offenbar unter dem wechselnd starken Zustrom von Schmelzwasser in einem glazilimnischen Beckenraum abgelagert wurden (Abb. 5). Der Kalkgehalt der Sedimente liegt zwischen 11 und 16 %. Er nimmt in den untersuchten Schlufflagen tendenziell nach oben hin zu, woraus sich auf eine zunehmende Erwärmung des Gewässers während des Sedimentationsverlaufs schließen lässt. In einigen geschichteten Schlufflagen (z. B. bei 4,3 und 6,2 m) fanden sich vereinzelt Fein- und Mittelkiese, die als „Dropstones“ gedeutet werden. Der Sedimentaufbau

zeigt Abschiebungen und innerhalb des ersten Meters unter Flur eine beinahe senkrechte Schichtverstellung, die auf ein Nachsacken des Sedimentpakets während des finalen Einbruchs der Beckenumrahmung hinweist (schwindendes Widerlager). Sekundäre Karbonatanreicherungen zeichnen die dabei entstandenen Klüfte nach. In den Kernabschnitten zwischen 6,35 und 7,2 m, 8,45 und 8,6 m sowie bei 9 m wurden Diamiktone angetroffen, die nach ihrem Habitus sehr kiesarmen Geschiebemergeln (Tills) ähneln.

Auch beim Großen Rummelsberg wurden durch die Bohrung oberflächennah keine Grundmoränen ähnlichen Bildungen angetroffen (Abb. 6). Bis zu einer Teufe von 3,9 m wurde eine Abfolge von grob- und feinklastischem Material aufgeschlossen, der auf einen rhythmischen Wechsel der Fließgeschwindigkeit hinweist. Sandige Kieslagen wechseln sich hier im Dezimeterbereich mit horizontal geschichteten Schluffen und Feinsanden ab. Im Kernbereich von 3,9 bis 4,8 m und 5,08 bis 7,22 m wurde ein kiesarmes Diamikton mit dem für Weichsel-Grundmoränen typischen Kleingeschiebespektrum erbohrt. Der Kalkgehalt der Grundmatrix beträgt 12 %. Bis zur Endteufe folgen wiederum geschichtete Schluffe mit Feinsandlagen, die bei 7,6 m von einer geringmächtigen feinkiesigen Grobsandschicht unterbrochen werden.



Abb. 4: Kappung der Bodenoberflächen im Umfeld der Rummelsberge, Blick nach Osten. Links: Kleiner Rummelsberg mit Aussichtspunkt (Foto: SCHLAAK 10/2006)

Fig. 4: Erosion of the soil surfaces around the both Rummelsberge, view to the east. Kleiner Rummelsberg with lookout point on the left side of the picture (photo: SCHLAAK 10/2006)

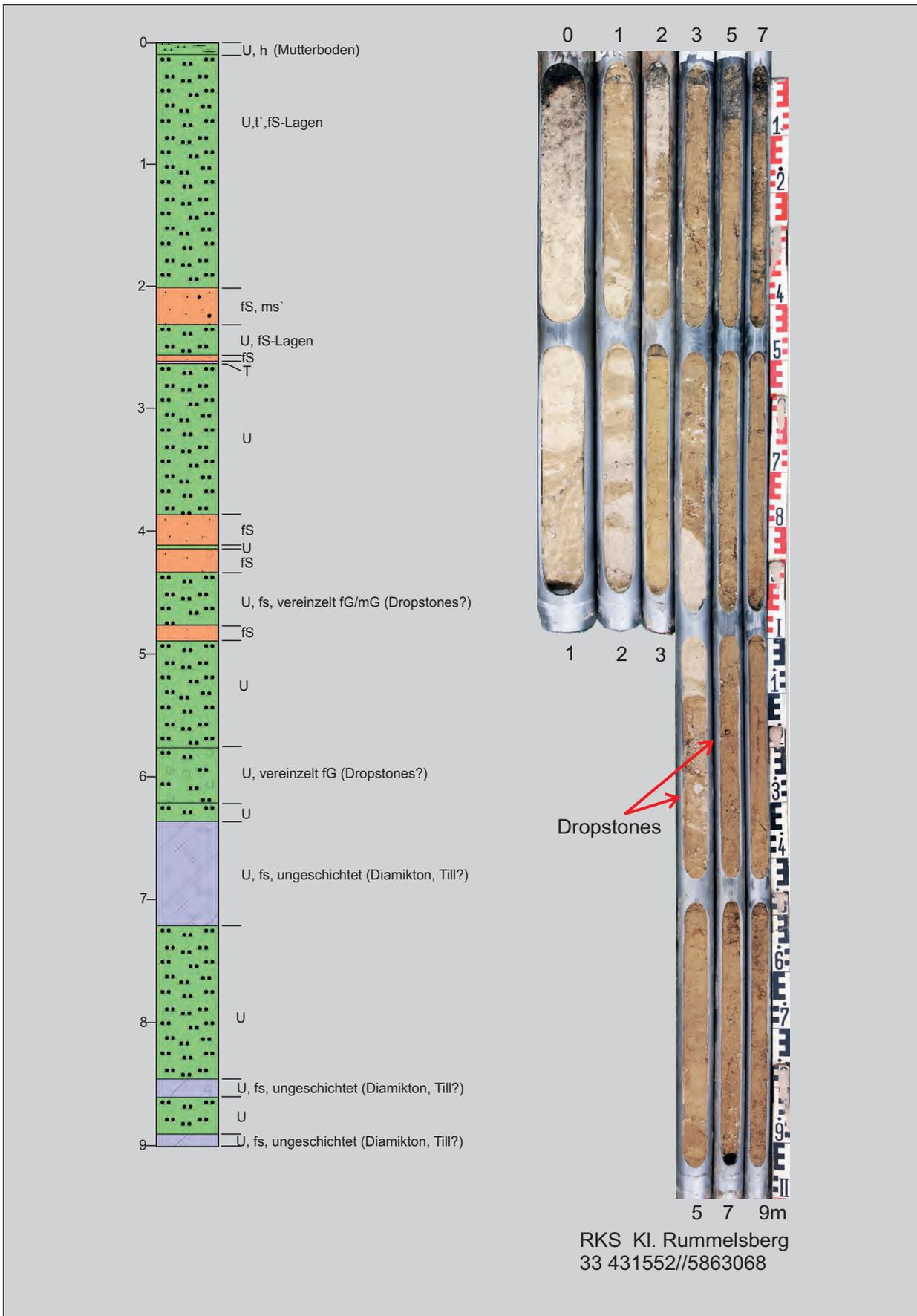


Abb. 5: Bohrkern und Sedimentansprache Kleiner Rummelsberg

Fig. 5: Sediment core and the lithological description from Kleiner Rummelsberg

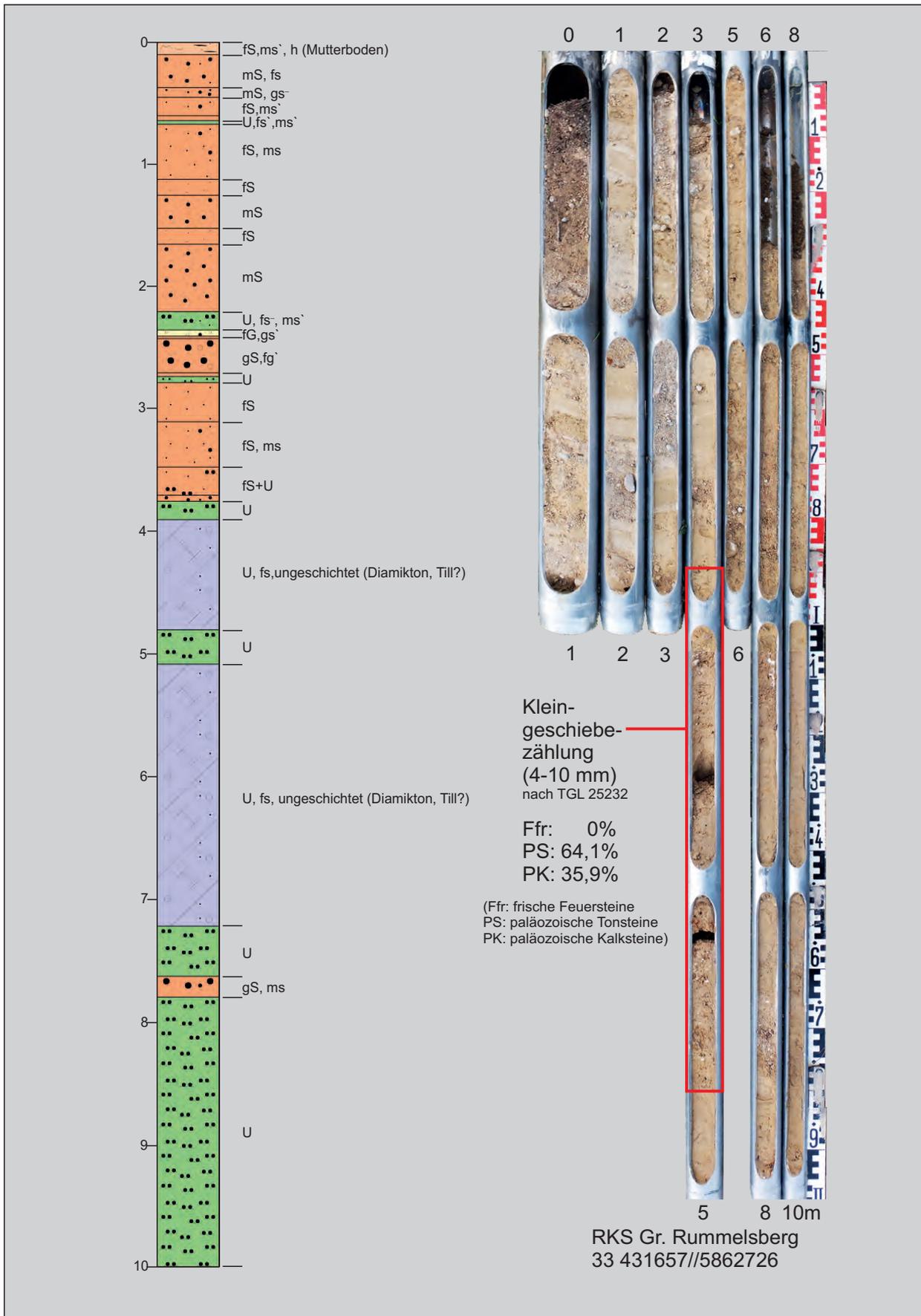


Abb. 6: Bohrkern und Sedimentansprache Großer Rummelsberg

Fig. 6: Sediment core and the lithological description from Großer Rummelsberg

Fazit

Da sich die genetische Bezeichnung einer Erhebung in der glazialen Aufschüttungslandschaft von den oberflächennah lagernden Sedimenten und deren Lagerungsverhältnissen ableitet, trifft nach den vorliegenden Befunden für die Rummelsberge bei Brodowin die Bezeichnung **Kames** zu.

Die bisherigen Bohrungen lieferten zum Aufbau der Basis der Hügel bisher keine Daten, wodurch hier Raum für weitere Spekulationen gegeben ist. Demnach könnten die „Kerne“ der heutigen Geländeerhebungen durchaus aus eisüberfahrenen, möglicherweise gestauchten Sedimentkörpern bestehen. Eine abschließende Beurteilung der Genese der innerhalb der Kernstrecke angetroffenen Diamiktone ist mit Hilfe der nur 9 bzw. 10 m tief reichenden Bohrungen nicht möglich. Die im Bereich der oberen Meter angetroffenen fein- bis grobklastischen Sedimente bezeugen in jedem Fall, dass während des Eiszerfalls im Umfeld der heutigen Hügel ein glazilimnischer Sedimentationsraum existierte, in dem, gesteuert durch die schwankende Transportkraft des Schmelzwassers, die genannten Sedimente abgelagert wurden. Dabei ist es denkbar, dass Reste von Aufeisermoränenmaterial, mehr oder weniger durchspült, während der Abschmelzprozesse in den supraglazialen Beckenraum gelangt sind und somit die glazilimnischen Serien untersetzt haben. Das Fehlen von Tonlagen in den rhythmisch gelagerten Sedimenten deutet auf eine permanente Durchströmung eines offenen Beckenraumes hin, bei der die Tonbestandteile größtenteils in der Schwebe blieben und abgeführt wurden.

Zur Genese des Beckens

Die Anlage des genannten Beckenraums geht möglicherweise schon auf den Vorstoß der Gletscherfront während der Pommern-Phase zurück. Existierten im Bereich der heutigen Rummelsberge tatsächlich Hindernisse/Positivformen, die als Stropfweiler fungierten, kann es hier bereits durch Bildung von Zerrspalten im Eis zu einer Vorprägung des späteren Beckenraums gekommen sein. Wie das Höhengschichtenmodell (Abb. 2) zeigt, liegen Kleiner und Großer Rummelsberg etwa auf einer Linie, welche sich über mehrere kleinere Erhebungen in südsüdwestliche Richtung bis etwa 2,5 km bis östlich der Försterei Zaun verfolgen lässt. Hier ist ein genetischer Zusammenhang denkbar.

Zusammenfassung

Die durch geologische Bohrungen auf den Rummelsbergen bei Brodowin gewonnenen Erkenntnisse liefern einen neuen Ansatz zum Verständnis der Landschaftsentwicklung in diesem Raum. Mehrere Meter geschichtete Sedimente im Top-Bereich der Hügel belegen das Vorhandensein eines glazilimnischen Beckenraumes zur Zeit der Ablagerung. Die Rummelsberge werden als Kame-Bildungen betrachtet. Eine Übertragbarkeit der vorliegenden Ergebnisse auf

weitere Geländeerhebungen im Raum zwischen Parsteiner See, Wesensee und Brodowinsee muss geprüft werden. Die Neukartierung bzw. Neubewertung der oberflächennahen Bildungen im direkten Umfeld der Rummelsberge scheint dabei unumgänglich.

Summary

Current geological investigations on the both hills named „Rummelsberge“ near Brodowin presents a new approach to the understanding of the landscape development in this area. Several meters of layered sediments found on the top of the hills document the existence of glazilimnic basin during the time of deposition. Both hills are considered as kame deposits. It have to be verified if the available results are transferable to other hills in the area between the lakes Parsteiner See, Wesensee and Brodowinsee. In this case re-mapping or at least re-evaluation of the surface sediments in the vicinity of Rummelsberge seems to be necessary.

Literatur

- BROSE, F. (1978): Weichselglaziale Rückzugsstufen im Hinterland der Eisrandlage des Pommerschen Stadiums südlich von Angermünde. – *Wiss. Zeitschrift d. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald* **XXVII**, Math.-nat. R. Heft 1/2, S. 17–19, Greifswald
- SCHLAAK, N. (2002): Geologie und Oberflächenformen. – In: Um Eberswalde, Chorin und den Werbellinsee: Eine landeskundliche Bestandsaufnahme im Raum Eberswalde, Hohenfinow und Joachimsthal. *Landschaften in Deutschland*. – Werte der deutschen Heimat **64**, S.1–6, Köln, Weimar, Wien (Böhlau Verlag)
- SCHRÖDER H. (1891–96): Geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten/Grad-Abteilung 45, Blatt 4 Blatt 3049 Gr. Ziethen, Berlin

Anschriften der Autoren:

Dr. Norbert Schlaak
Dipl.-Geol. Slawomir Kowalski
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstr. 26
03046 Cottbus
norbert.schlaak@lbgr.brandenburg.de
slawomir.kowalski@lbgr.brandenburg.de

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 65–71	2 Abb., 2 Taf., 1 Tab., 8 Zit.
------------------------------	---------	----------------	----------	--------------------------------

Zwei neue Monimiaceae-Hölzer der Morphogattung *Hedycaryoxylon* Süss, *H. kruegeri* aus dem Geschiebe von Brandenburg, Deutschland und *H. wealdenense* aus der Kreide von Sussex, England

Two new Monimiaceae-woods of the morphogenus *Hedycaryoxylon* Süss, *H. kruegeri* from the erratic blocks of Brandenburg, Germany and *H. wealdenense* from the Cretaceous of Sussex, England

HERBERT SÜSS

Einleitung

In der vorliegenden Arbeit werden zwei fossile Hölzer aus der Sammlung des Museums für Naturkunde Berlin beschrieben. Das eine Holz ist ein Eiszeitgeschiebe, welches in der Kiesgrube von Hohensaaten (an der Oder, nördlich von Bad Freienwalde) aufgesammelt wurde. Bei der Herstellung der Schliffe (Quer-, Tangential- und Radialschliffe) wurde der Fund vollständig aufgebraucht. Zu Ehren des Finders und ehemaligen Mitarbeiters des Museums für Naturkunde Berlin, Hans-Hartmut Krueger, der sich in seiner Wirkungsstätte sehr verdient gemacht hat, wird dieses Holzfossil *Hedycaryoxylon kruegeri* benannt. Das andere fossile Holz stammt laut Angabe des Etiketts aus der unteren Kreide (Wealden) von Sussex (Südostküste von England) und zeigt Bohrmuschelbefall. Es wird nach der geologischen Formation, in der es gefunden wurde, *Hedycaryoxylon wealdenense* benannt.

Die Morphogattung *Hedycaryoxylon* Süss 1960

Generotypus: *Hedycaryoxylon subaffine* (VATER) SÜSS 1960 [*Plataninum subaffine* VATER 1884]

Emendierte Gattungsdiagnose von Süss 1960: Gefäße zerstreutporig, einzeln und in kurzen radialen Reihen, Gefäßdurchbrechungen leiterförmig, Tüpfel zwischen Gefäßen leiterförmig bis opponiert, zwischen Gefäßen und Holzstrahlzellen ovale bis leiterförmige Tüpfel, Holzfasern septiert, mit einfachen bis deutlich behöfteten Tüpfeln, Holzparenchym spärlich diffus und gelegentlich paratracheal, Holzstrahlen vorwiegend breit und hoch (über 7-reihig und bis mehrere Millimeter hoch), heterogen oder nur aus stehenden Zellen zusammengesetzt (homogen) oder beide Formen nebeneinander.

Diagnosis: Vessels diffuse-porous, solitary and in short radial rows, perforations scalariform, intervessel pits opposite to scalariform, vessel-ray pits oval to scalariform, fibres septate, with simple to clearly bordered pits, wood parenchyma scarce diffuse to occasionally paratracheal,

rays predominantly broad and high (more than 7 cells wide and several millimetres high), heterogeneous or composed only of upright cells (homogeneous) or both forms side by side.

Die Morphogattung *Hedycaryoxylon* entspricht in ihren Merkmalen den rezenten Holzarten der zu den Monimiaceae gehörenden Unterfamilie Monimioideae. „Sie umfasst Hölzer, die nach ihren bezeichnenden Baueigentümlichkeiten einem Holztypus entsprechen, der nach heutigen Kenntnissen bei den Arten der Gattungen *Hedycarya*, *Mollinedia*, *Matthaea*, *Kibara*, *Tambourissa*, *Xymalos*, *Tetrasynandra* und *Wilkiea* aus der Unterfamilie Monimioideae vorkommt (SÜSS 1960).“

Von *Hedycaryoxylon* wurden bisher folgende Arten beschrieben:

H. subaffine (VATER) SÜSS 1960, Oberes Eozän, Deutschland. Das Alter wurde von SÜSS nach VATER (1884) als „Obere Kreide“ angegeben. Gottwald (1992) wies „Oberes Eozän“ nach.

H. hortonioides MÄDEL 1960, Untere Kreide, Südafrika, *H. vasicentrosom* GOTTWALD 1992, Oberes Eozän, Deutschland,

H. tambourissoides POOLE & GOTTWALD 2001, (Paratypen, POOLE & CANTRILL 2001), Kreide, Antarktika.

WETZEL (1974) beschreibt ein vermutlich zu den Monimiaceen zu stellendes alttertiäres Treibholz aus dem nordhannoverschen Eozän-Ton. Aus seiner Beschreibung und Abbildung kann jedoch nicht auf ein Monimiaceen-Holz geschlossen werden.

Hedycaryoxylon kruegeri sp. nova

Tafel I, Figuren 1–5

Zur Bearbeitung liegen die Quer-, Tangential- und Radialschliffe des versteinerten Holzes vor.

Topographie

Zuwachszonen nicht vorhanden. Gefäße einzeln stehend, gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, Gefäßdichte 15

je mm². Librifasern in unregelmäßiger Anordnung zwischen den Holzstrahlen liegend, kleine Interzellularen vorhanden (Taf. I, Fig. 1, 2). Holzparenchym meist apotracheal in kurzen und längeren, mehr oder weniger unregelmäßig tangential ausgerichteten Reihen im Holzgewebe liegend, nur selten einzelne Zellen an Gefäße grenzend (Taf. I, Fig. 1, 2). Holzstrahlen vorwiegend sehr hoch und sehr breit, ein- und zweireihige selten, bis 20 Zellen (65–480 µm) breit und 10–180 Zellen (0,25–5,56 mm) hoch, spindel- bis stark bauchförmig, sehr dicht stehend, ca. 40–50 % der Holzmasse bildend, aus quadratischen bis rechteckigen und radialgestreckten Zellen zusammengesetzt, homogen, keine Scheidenzellen, gelegentlich von Librifasern durchwachsen (Taf. I, Fig. 1–3).

Holzelemente

Gefäße meist mit kreisförmigen Umrissen, selten etwas radialoval, 45–145 µm, im Mittel 90 µm im Durchmesser und 0,64–1,07 mm, im Mittel 0,9 mm lang, Wandstärke 2–5 µm, Gefäßglieder mit schrägen Endwänden und leiterförmigen Durchbrechungen mit bis zu 28 Sprossen, Längswände mit kleinen, wechselständig angeordneten Hoftüpfeln (ca. 5 µm im Durchmesser) besetzt, mit kleinen schlitzförmigen Poren, Thyllen (ca. 5 µm dick) vorhanden (Taf. I, Fig. 1, 2, 4, 5). Librifasern dickwandig, langgestreckt, mit kreisförmigen bis sehr unregelmäßig gestalteten Querschnitten und deutlichen Lumen, Durchmesser 10 mal 18 µm bis 15 mal 26 µm, Wände 2,5–10 µm dick. Holzparenchym mit quadratischen bis rechteckigen oder unregelmäßigen Querschnitten, Wände 2–4 µm dick (Taf. I, Fig. 1, 2). Holzstrahlzellen 25–70 µm, im Mittel 45 µm hoch, 12–50 µm, im Mittel 30 µm breit und 45–175 µm lang (radial), Wände 2–5 µm dick (Taf. I, Fig. 1–3).

Tafel I: *Hedycaryoxylon kruegeri* sp. nova

Fig. 1: Das Querschnittsbild zeigt den Verlauf der Holzstrahlen, die Anordnung der Gefäße und der Holzfasern, 40 fach vergrößert.

Fig. 1: Cross section showing the course of rays, the arrangement of vessels and the wood fibres. Magnification 40x

Fig. 2: Der Ausschnitt aus Figur 1 zeigt die Anordnung der Gefäße, der Holzfasern, des Holzparenchyms und den Verlauf der Holzstrahlen, 100 fach vergrößert.

Fig. 2: Section of figure 1 showing the arrangement of vessels, of wood fibres, of wood parenchyma and the course of rays. Magnification 100x

Fig. 3: Die Tangentialansicht zeigt die Anordnung und Gestalt der Holzstrahlen, den Verlauf der Holzfasern sowie Teile der Gefäße, 40 fach vergrößert.

Fig. 3: Tangential view showing the arrangement and figure of the rays, the course of wood fibres and parts of vessels. Magnification 40x

Fig. 4: Gefäß mit leiterförmiger Durchbrechung in Radialansicht, 200 fach vergrößert.

Fig. 4: Vessel with scalariform perforation in radial view. Magnification 200x

Fig. 5: Die Radialansicht zeigt Gefäße mit Thyllen, den Verlauf der Holzfasern und Holzparenchymstränge, 100 fach vergrößert.

Fig. 5: Radial view showing vessels with tyloses, the course of wood fibres and wood parenchyma strands. Magnification 100x

Bestimmung

Allein schon die aus quadratischen bis rechteckigen Zellen zusammengesetzten sehr hohen und sehr breiten Holzstrahlen, in Verbindung mit den kreisförmigen einzeln stehenden Gefäßen mit leiterförmigen Durchbrechungen, führen zu der zu den Monimiaceen gehörende Morphogattung *Hedycaryoxylon* Süss (1960).

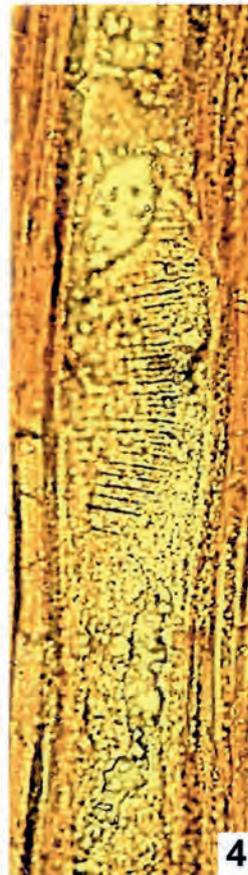
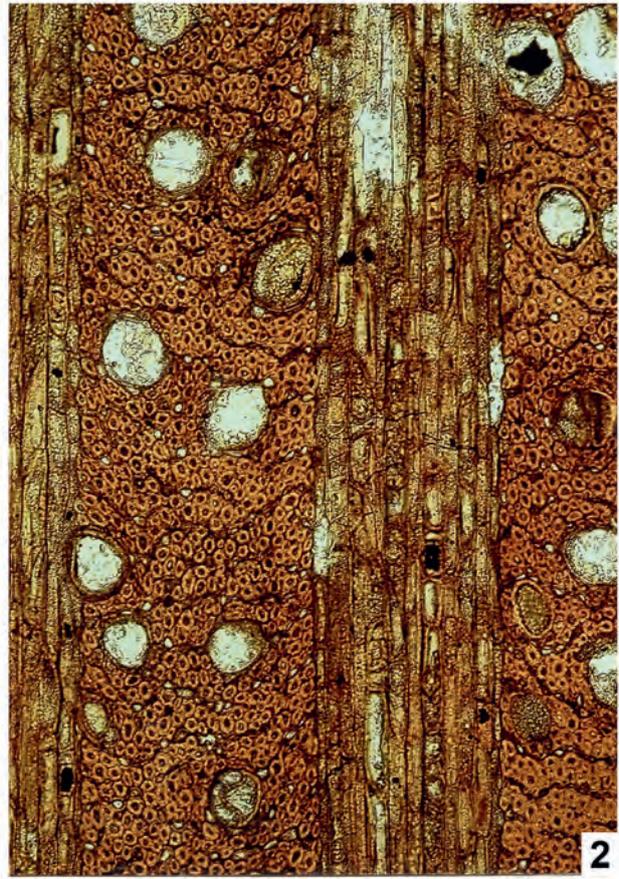
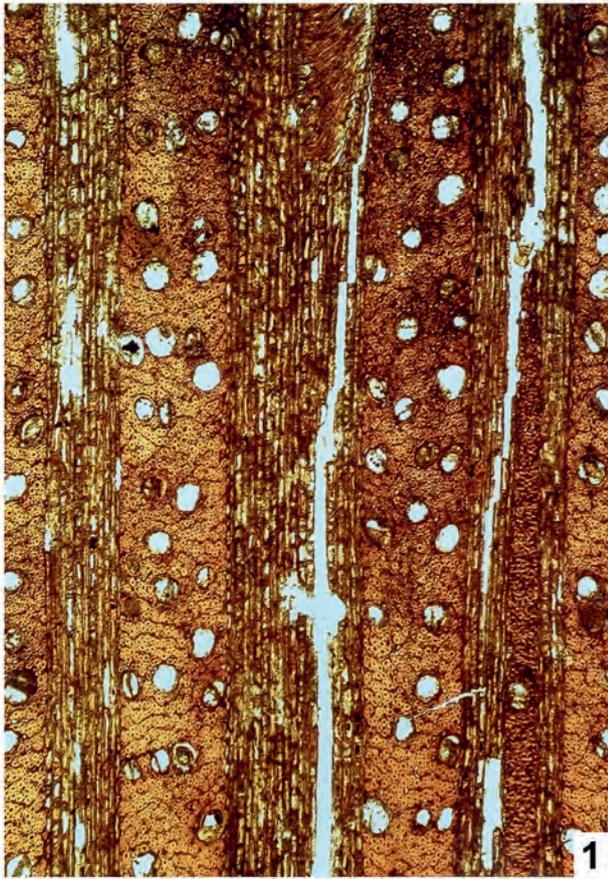
Das hier beschriebene Fossil wird nach seinem Finder, Hans-Hartmut Krueger, *Hedycaryoxylon kruegeri* benannt.

Für einen Vergleich unseres Fossils mit den bisher beschriebenen Arten kommt wegen den sehr breiten und hohen Holzstrahlen nur *Hedycaryoxylon tambourissoides* und das in dieser Arbeit weiter unten beschriebene *Hedycaryoxylon wealdense* in Betracht (Tab. 1). Von *Hedycaryoxylon*

<i>Hedycaryoxylon</i>	Holzstrahlen	
	Breite in Zellen	Höhe in mm
<i>subaffine</i>	2–12	–4,0
<i>hortonioides</i>	1–11	–2,0
<i>vasizentrosom</i>	1–9	–3,5
<i>tambourissoides</i>	1–18	–5,0
<i>kruegeri</i>	1–20	–5,56
<i>wealdense</i>	1–16	– > 7,33

Tab. 1: Die wichtigsten holzanatomischen Unterscheidungsmerkmale der *Hedycaryoxylon*-Arten

Tab. 1: The important wood anatomical distinguishing marks of the *Hedycaryoxylon*-species



3 cm

tambourissoides kann vorliegendes Fossil eindeutig durch die Ausbildung der Gefäßglieder unterschieden werden. Bei *Hedycaryoxylon tambourissoides* sind die Gefäßglieder im Mittel 0,547 mm lang, mit leiterförmigen Durchbrechungen bis zu 12 Sprossen, *H. kruegeri* hat im Mittel 0,9 mm lange Gefäßglieder mit Durchbrechungen bis zu 28 Sprossen. Von *Hedycaryoxylon wealdenense* unterscheidet es sich durch die Ausbildung der Holzstrahlen. Im Holz von *Hedycaryoxylon kruegeri* sind sie stark bauchförmig und bis 5,56 mm hoch, im Holz von *H. wealdenense* schlank und mehr als 7,33 mm hoch (Tab. 1; Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3).

Diagnose

Sekundäres Holz der Morphogattung *Hedycaryoxylon* SÜSS mit Stammholzstruktur, Zuwachszonen nicht vorhanden, Gefäße einzeln stehend, kreisförmig, mittlerer Durchmesser 90 µm, Durchbrechungen leiterförmig, bis 28 Sprossen, Gefäßdichte 15 je mm², Thyllen vorhanden, Librifasern bis 10 µm dick, Holzparenchym apotracheal, in unregelmäßigen Reihen angeordnet, Holzstrahlen vorwiegend sehr breit und sehr hoch, bis 20 Zellen breit und bis 180 Zellen (bis 5,56 mm) hoch, aus quadratischen bis rechteckigen Zellen zusammengesetzt, homogen, keine Scheidenzellen.

Diagnosis

Secondary xylem of the morphogenus *Hedycaryoxylon* SÜSS with the wood structure of stem, growth layers absent, vessels solitary, circular, average diameter 90 µm, perforations scalariform up to 28 bars, 15 vessels per mm², tyloses present, libriform fibres up to 10 µm thick, wood parenchyma apotracheal, arranged in irregular rows, rays predominantly very wide and very high, up to 20 cells wide and up to 180

cells (5,56 mm) high, composed of square to rectangular cells, homogeneous, sheath cells absent.

Holotypus: Geschiebeholz mit 12 Schlifflinien, aufbewahrt in der Sammlung des Museums für Naturkunde Berlin unter der Bezeichnung MB. Pb. 2015/0019

Fundort: Kiesgrube Hohensaaten, Brandenburg

Alter: Unbekannt

Legator: Hans-Hartmut Krueger, ehemaliger Mitarbeiter des Museums für Naturkunde Berlin

Hedycaryoxylon wealdenense sp. nova

Abbildung 1 und 2, Tafel II, Figuren 1–5

Das zur Bearbeitung vorliegende Fossil ist ein versteinertes Holz aus der Sammlung Dunker. Wie aus der oberen linken Ecke des beiliegenden Etiketts (Abb. 1) hervorgeht (81 Dkr. Cat.), ist es das Stück 81 aus dem Dunker Catalog. Dunker (1809–1885) war Professor für Geologie und Mineralogie an der Universität Marburg und einer der wichtigsten Muschel-Forscher Deutschlands mit einer außergewöhnlichen Sammlung, die 1886 an das Berliner Museum für Naturkunde kam. Das Fossil ist ein versteinertes Holzkeil mit einer Länge von 9,5 cm und einer Höhe von 3,0 cm, von dem 3 Dünnschliffe (Quer-, Tangential- und Radialschliff) vorliegen. An seiner Außenseite ist der Holzkeil von Bohrmuscheln befallen (Abb. 2) und ist, vermutlich vor allem deshalb, als Einzelstück in die Sammlung Dunker gelangt.

Topographie

Zuwachszonen nicht vorhanden. Gefäße einzeln stehend, gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, Gefäßdichte 25 je

Tafel II: *Hedycaryoxylon wealdenense* sp. nova

Fig. 1: Das Querschnittsbild zeigt den Verlauf der Holzstrahlen, die Anordnung der Gefäße und der Holzfasern, 40 fach vergrößert.

Fig. 1: Cross section showing the course of rays, the arrangement of vessels and the wood fibres. Magnification 40x

Fig. 2: Der Ausschnitt aus Figur 1 zeigt die Anordnung der Gefäße, der Holzstrahlen, des Holzparenchyms und den Verlauf der Holzstrahlen, 100 fach vergrößert.

Fig. 2: Section of figure 1 showing the arrangement of vessels, of wood fibres, of wood parenchyma and the course of rays. Magnification 100x

Fig. 3: Die Tangentialansicht zeigt die Anordnung und Gestalt der mehrreihigen Holzstrahlen, das Vorkommen von einreihigen Holzstrahlen und Gefäße mit leiterförmigen Durchbrechungen, 40 fach vergrößert.

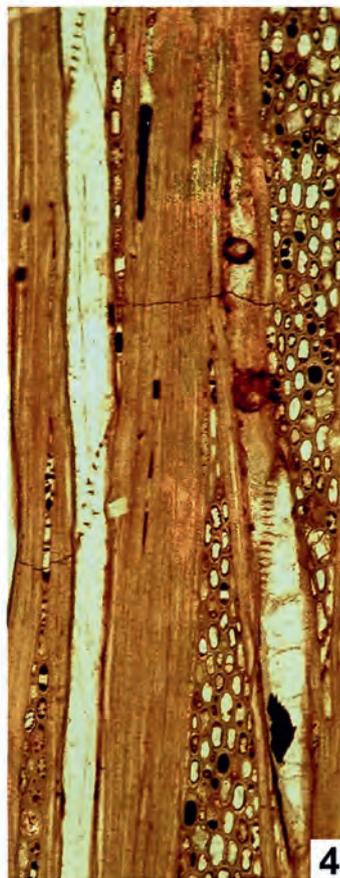
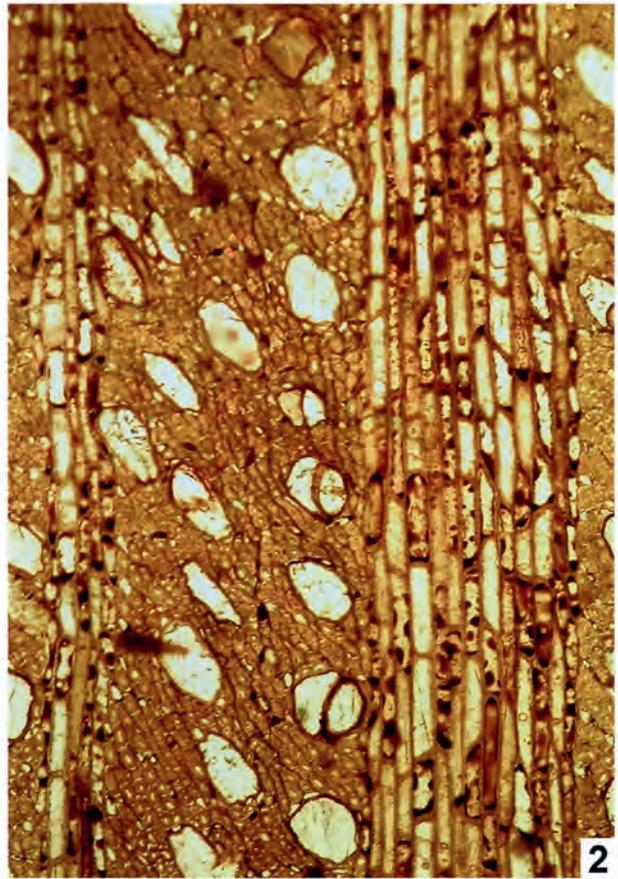
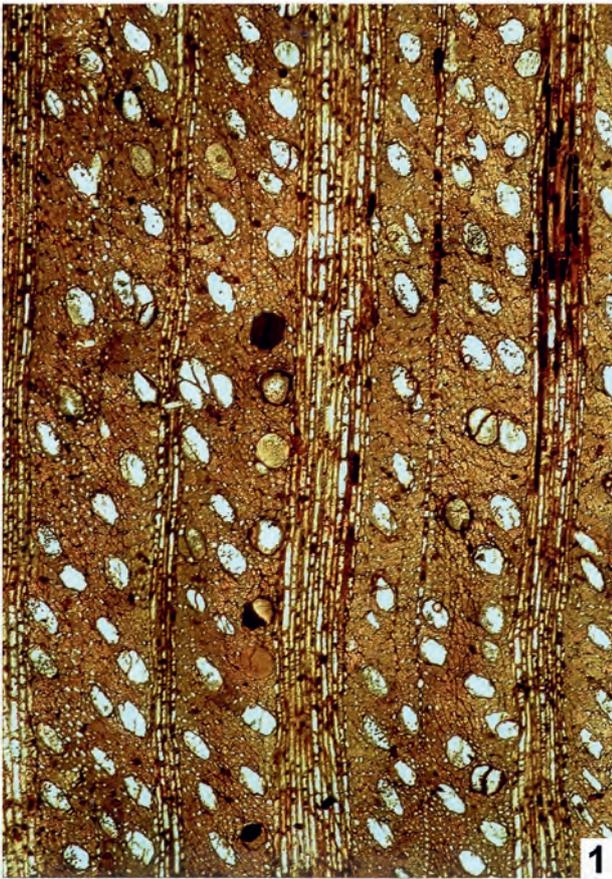
Fig. 3: Tangential view showing the arrangement and figure of the multiseriate rays, the occurrence of uniseriate rays and vessels with scalariform perforations. Magnification 40x

Fig. 4: Der Ausschnitt aus Figur 3 zeigt Enden der mehrreihigen Holzstrahlen, einreihige Holzstrahlen und Gefäße mit leiterförmigen Durchbrechungen, 100 fach vergrößert.

Fig. 4: Section of figure 3 showing ends of the multiseriate rays, uniseriate rays and vessels with scalariform perforations. Magnification 100x

Fig. 5: Die Radialansicht zeigt Gefäße mit Thyllen, den Verlauf der Holzfasern und Holzparenchymstränge, 40 fach vergrößert.

Fig. 5: Radial view showing vessels with tyloses, the course of wood fibres and parenchyma strands. Magnification 40x



3 cm

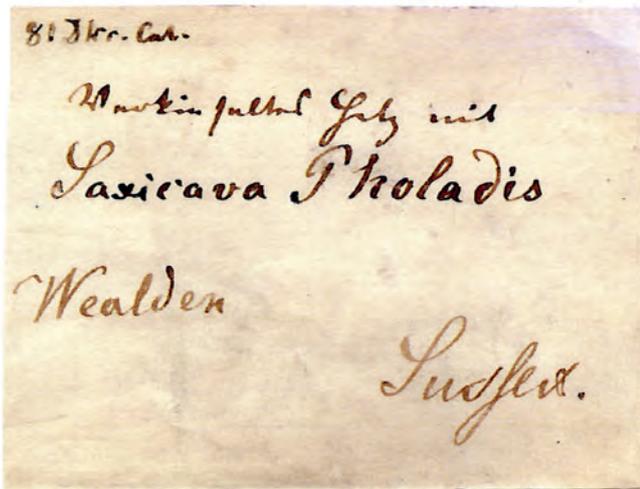


Abb. 1: Das Etikett zum versteinerten Holz von *Hedycaryoxylon wealdenense* gibt Auskunft über den Sammler (81 Dkr. Cat.), den Holzschädling, den Fundort und die geologische Lagerstätte.

Fig. 1: Label to petrified wood of *Hedycaryoxylon wealdenense* give information over collector (81 Dkr. Cat), perpetrator of the damage, place of discovery and geological deposit.



Abb. 2: *Hedycaryoxylon wealdenense* sp. nova – Versteinerter Holzkeil mit Bohrmuschelbefall. Querschnittsbild (oben) und Radialansicht (unten), Maßstab 1 : 1.

Fig. 2: *Hedycaryoxylon wealdenense* sp. nova – petrified wood wedge of rock borer clam infested. Cross section (above) and Radial view (below), scale 1 : 1.

mm² (Taf. II, Fig. 1, 2). Librifasern in unregelmäßiger Anordnung zwischen den Holzstrahlen liegend (Taf. II, Fig. 1, 2). Holzparenchym apotracheal, einzeln verstreut im Holzgewebe liegend (Taf. II, Fig. 1, 2). Holzstrahlen vorwiegend sehr hoch und schlank spindelförmig, 1–16 Zellen breit, 2–4 reihig häufig, 5 bis mehr als 200 Zellen hoch, Breite 5–400 µm, Höhe 0,17 bis mehr als 7,33 mm, ca. 30 % der Holzmasse bildend, homogen, keine Scheidenzellen, aus unterschiedlich großen Zellen zusammengesetzt (Taf. II, Fig. 1–3).

Holzelemente

Gefäße von kreisförmigen bis radialovalen Umrissen, Durchmesser radial 100–170 µm, im Mittel 138 µm, Durchmesser tangential 55–135, im Mittel 100 µm, Wände 2–7 µm dick, Gefäßglieder 0,75–1,67 mm, im Mittel 0,94 mm lang, mit schrägen Endwänden und leiterförmigen Durchbrechungen mit 7–20 Sprossen, Längswände mit kleinen, vorwiegend opponiert angeordneten Tüpfeln, mit schlitzförmigem Porus besetzt, Thyllen zahlreich vorhanden (Taf. II, Fig. 1–4). Librifasern dickwandig, langgestreckt, mit unregelmäßig gestalteten Querschnitten und kleinen Lumen, von kreisförmig bis 25 µm im Durchmesser bis stark schlitzförmig (15–40 µm) alle Übergänge vorhanden, Wände 5–12 µm dick (Taf. II, Fig. 2). Holzparenchymzellen von quadratischen bis rechteckigen und kreisförmigen Querschnitten alle Übergänge vorhanden, Wände 2–5 µm dick. Holzstrahlzellen 25–60 µm, im Mittel 40 µm hoch und 20–45, im Mittel 32 µm breit, Endzellen 45–75 µm, im Mittel 67 µm hoch und 65–250 µm lang, Wände 2–5 µm dick (Taf. II, Fig. 1–4).

Bestimmung

Die sehr hohen und breiten, aus sehr unterschiedlich großen Zellen zusammengesetzten Holzstrahlen und die gleichmäßig über den Querschnitt verteilten einzeln stehenden leiterförmigen Gefäße führen zu der zu den Monimiaceen gehörenden Morphogattung *Hedycaryoxylon* Süss (1960).

Wegen seines Vorkommens in der Kreide von Südengland, dem Wealden, wird das hier beschriebene Fossil *Hedycaryoxylon wealdenense* benannt. In der limnisch-terrestrischen Fazies des Wealden wurde das Fossil zu Limonit (Brauneisenstein) mineralisiert.

Der vorliegende Holzkeil zeigt an seiner Außenseite Bohrmuschelbefall (Abb. 2). Um von einer Bohrmuschel befallen zu werden, muss der Stamm, zu dem der Holzkeil einmal gehörte, vor seiner Versteinerung im Brackwasser gestanden haben. Nach Angabe auf dem Etikett (Abb. 1) war es die Art *Saxicava pholadis* (Familie Pholadidae), die mehrere Gänge unterschiedlicher Größe, bis 12 mm im Durchmesser und bis ca. 4 cm tief in das Holz bohrte.

Von allen bisher beschriebenen *Hedycaryoxylon*-Arten grenzt sich *H. wealdenense* eindeutig durch die über 7,33 mm hohen, schlanken Holzstrahlen ab. Wegen der Holzstrahlbreite kommen für einen Vergleich lediglich *Hedycaryoxylon tambourissoides* und *H. kruegeri* in Betracht. Beide Arten besitzen aber bedeutend niedrigere, bauchförmige Holzstrahlen (Tab. 1). Die tatsächliche Höhe der Holzstrahlen von *Hedycaryoxylon wealdenense* kann nicht ermittelt werden, da auf den Schlifften kein vollständiger Holzstrahl vorhanden ist. Nach METCALFE & CHALK (1950, S. 1139) kommen in den Monimioideae bis zu 15 mm hohe Holzstrahlen vor.

Diagnose

Sekundäres Holz der Morphogattung Süss mit Stammholzstruktur, Zuwachszonen nicht vorhanden, Gefäße einzeln stehend, mit kreisförmigen bis radialovalen Umrissen, mitt-

lerer radialer Durchmesser 138 µm, Durchbrechungen leiterförmig, bis 20 Sprossen, Gefäßdichte 25 je mm², Thyllen zahlreich vorhanden, Librifasern bis 12 µm dick, Holzparenchym apotracheal, einzeln verstreut vorkommend, Holzstrahlen vorwiegend sehr hoch, schlank und breit, bis 16 Zellen breit und mehr als 200 Zellen (mehr als 7,33 mm) hoch, aus unterschiedlich großen Zellen zusammengesetzt, homogen, keine Scheidenzellen.

Diagnosis

Secondary xylem of the morphogenus *Hedycaryoxylon* Süss with the wood structure of stem, growth layers absent, vessels solitary, with circular to radial oval outlines, average radial diameter 138 µm, perforations scalariform up to 20 bars, 25 vessels per mm², tyloses occasionally present, libriform fibres up to 12 µm thick, wood parenchyma apotracheal, single scattered occurred, rays predominantly very high, slender and wide, up to 16 cells wide and up to more than 200 cells (more than 7,33 mm) high, composed of different big cells, homogeneous, sheath cells absent.

Holotypus: Versteinertes Holz mit drei Schlifften, aufbewahrt in der Sammlung des Museums für Naturkunde Berlin unter der Bezeichnung MB. Pb 2015/0020

Fundort: Sussex, Südostengland

Alter: Untere Kreide, Wealden

Legator: Unbekannt

Schlussbemerkungen

Das Vorkommen der bisher bekannten Arten der Morphogattung *Hedycaryoxylon* ist sehr verstreut. 2 Arten, *Hedycaryoxylon hortonoides* und *H. tambourrissoides*, sind kreidezeitliche Fossilien der Südhalbkugel (Südafrika und Antarktika). *Hedycaryoxylon subaffine* und *H. vasicentrum* stammen aus dem Tertiär von Helmstedt, Deutschland. *Hedycaryoxylon kruegeri* ist ein eiszeitliches Geschiebe von Brandenburg, Deutschland und *H. wealdenense* ein Fossil aus der unteren Kreide, dem Wealden, Südostenglands.

Zusammenfassung

Von der Morphogattung *Hedycaryoxylon* werden zwei neue Arten, *H. kruegeri* und *H. wealdenense*, beschrieben. *Hedycaryoxylon kruegeri* stammt aus dem Geschiebe von Brandenburg (Deutschland). *Hedycaryoxylon wealdenense* ist ein von Bohrmuscheln befallenes Holzfossil aus der Kreide von Südostengland, dem Wealden. Das geographisch sehr verstreute Vorkommen der bisher 6 bekannten *Hedycaryoxylon*-Arten wird diskutiert.

Summary

From the morphogenus *Hedycaryoxylon* are two new species, *H. kruegeri* and *H. wealdenense*, described. *Hedycaryoxylon kruegeri* is from the erratic blocks of Brandenburg (Germa-

ny). *Hedycaryoxylon wealdenense* is a of rock borer clam infested fossil wood from the Cretaceous of southeastern England, the Wealden. The geographical very scattered occurrence of the 6 hitherto existing *Hedycaryoxylon*-species is discussed.

Danksagung

Für die Unterstützung bei den fototechnischen Arbeiten und der digitalen Bearbeitung der Abbildungen und Tafelbilder danke ich mich bei Herrn Dr. Stephan Schultka, Berlin.

Literatur

- GOTTWALD, H. (1992): Hölzer aus marinen Sanden des oberen Eozän von Helmstedt (Niedersachsen). – *Palaeontographica B* **225**, S. 27–103, Taf. 1–20, Stuttgart
- MÄDEL, E. (1960): Monimiaceen-Hölzer aus den oberkretazischen Umzamba-Schichten von Ost-Pondoland (S.-Afrika). – *Senckenbergiana lethaea* **41**, S. 331–391, Frankfurt am Main
- METCALFE, C. R. & L. CHALK (1950): *Anatomy of the Dicotyledons*. – 2 Bände, 1 500 S., Oxford
- POOLE, J. & D. J. CANTRILL (2001): Fossil woods from Williams Point Beds, Livingston Island, Antarctica: A Late Cretaceous southern high latitude flora. – *Palaeontology* **44**, S. 1081–1112, London
- POOLE, J. & H. GOTTWALD (2001): Monimiaceae sensu lato, an Element of Gondwana Polar Forests: Evidence from the Late Cretaceous-Early Tertiary Wood Flora of Antarctica. – *Australian Systematic Botany* **14**, S. 207–220, Melbourne
- SÜSS, H. (1960): Ein Monimiaceen-Holz aus der oberen Kreide Deutschlands, *Hedycaryoxylon subaffine* (VATER) nov. comb. – *Senckenbergiana lethaea* **41**, S. 317–330, Frankfurt am Main
- VATER, H. (1884): Die fossilen Hölzer der Phosphoritlager des Herzogthums Braunschweig. – *Z. deutsch. geol. Ges.* **36**, S. 783–853, Berlin
- WETZEL, W. (1974): Ein alttertiäres Treibholz (Monimiaceae?) und seine Geschichte. – *Senckenbergiana lethaea* **54**, S. 533–537, Frankfurt am Main

Anschrift des Autors:

Professor Dr. Herbert Süß
Maybachstraße 2A
14471 Potsdam

LBGR-Geoportal mit über 150 digitalen Karteninhalten freigeben

Am 08. September 2016 wurde anlässlich der offiziellen Amtseinführung des Präsidenten des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR), Herrn Hans-Georg Thiem durch den Staatssekretär für Wirtschaft und Energie, Herrn Hendrik Fischer, im LBGR in Cottbus das neue Geoportal freigeschaltet.

Im Geoportal, das ab sofort unter www.geo.brandenburg.de aufgerufen werden kann, sind digitale Informationen zu den Themen Bergbau, Geologie und Boden des Landes als interaktive Kartendarstellungen erstmals in einem zentralen Webportal zusammengefasst (Abb. 1). Die Informationen werden laufend aktualisiert und stehen allen Interessierten sowie Fachleuten von Wirtschaftsunternehmen, Behörden, Ingenieurbüros und wissenschaftlichen Einrichtungen als effiziente Informations- und Entscheidungsgrundlage frei zur Verfügung. Über das Portal sind außerdem die LBGR-eigenen Geodienste, wie beispielsweise das Geothermie-Portal und die Feldschätzungsdaten der Bodenschätzung sowie externe Webdienste, wie die Bohrpunktkarte Deutschland und das MoorFIS verlinkt.

Im Themenmenü auf der linken Portalseite sind die Geodaten nach Fachgebieten aufgeführt, so dass Karteninhalte themenbezogen aufgerufen und strukturiert dargestellt werden können. Die einheitliche Präsentation der ursprünglich in verschiedenen Datenbeständen vorliegenden Informationen zu Bergbau-, Geologie- und ausgesuchten Umweltthemen im Geoportal des LBGR ermöglicht es, zwischen verschiedenen Themenkarten zu wechseln und diese im gegenseitigen Kontext darzustellen,

ohne den Kartenausschnitt verlassen zu müssen. Über eine Adresssuche werden standortbezogene Abfragen von Karteninhalten erheblich vereinfacht. Die Darstellungsgröße der aufgerufenen Karten kann dabei durch stufenloses Zoomen frei ausgewählt werden. Mit Hilfe von verschiedenen Werkzeugen können Koordinaten in verschiedenen Projektionen (z. B. ETRS89/UTM, DHDN Gauß-Krüger) angezeigt sowie Strecken oder Flächen gemessen und eigene Zeichnungen und Notizen hinzugefügt, gespeichert und versendet werden.

Auf der rechten Portalseite finden sich im Inhaltsmenü die Karteninhalte der jeweiligen Fachgebiete. Für einen größeren Darstellungsbereich lassen sich sowohl das Themen- als auch das Inhaltsmenü jeweils einklappen; zusätzlich kann das Inhaltsmenü frei auf der Webseite verschoben werden. Als Hintergrundkarten stehen im Geoportal eine topographische und eine Luftbildkarte zur Auswahl, die sich mit einem Schieberegler stufenlos überblenden bzw. umschalten lassen. Vor der Veröffentlichung der Themenkarten im neuen Portal wurden die Geodaten zunächst hinsichtlich ihrer Datenformate und geographischen Lagebezugssysteme vereinheitlicht und anschließend in eine zentrale Geodatenbank überführt. Für zahlreiche Themenkarten wurden zusätzlich neue Symbole erstellt, da die bisherigen Flächen-, Linien- und Punktdarstellungen aus älteren Geoinformationssystemen mit den aktuellen GIS-Systemen nicht kompatibel waren.

Das Geoportal wurde im LBGR mit der kommerziellen Software atlasFX der Firma alta4 AG erstellt. Dazu konnten die Themenkarten des LBGR mit ArcGIS for Server veröffentlicht und die Online-Kartenanwendungen anschließend mit der Software atlasFX komfortabel über den Webbrowser konfiguriert werden. Mit dem neuen LBGR-Geoportal liegt nunmehr eine einheitliche, zentrale Geodatenstruktur vor, die allen Interessierten mehr als 150 digitale Karteninhalte zu den Themenbereichen Bergbau, Geologie, Boden und Hydrogeologie zur freien Verfügung stellt und in den kommenden Jahren kontinuierlich erweitert werden soll.

Silvio Janetz & Bernd Scharath

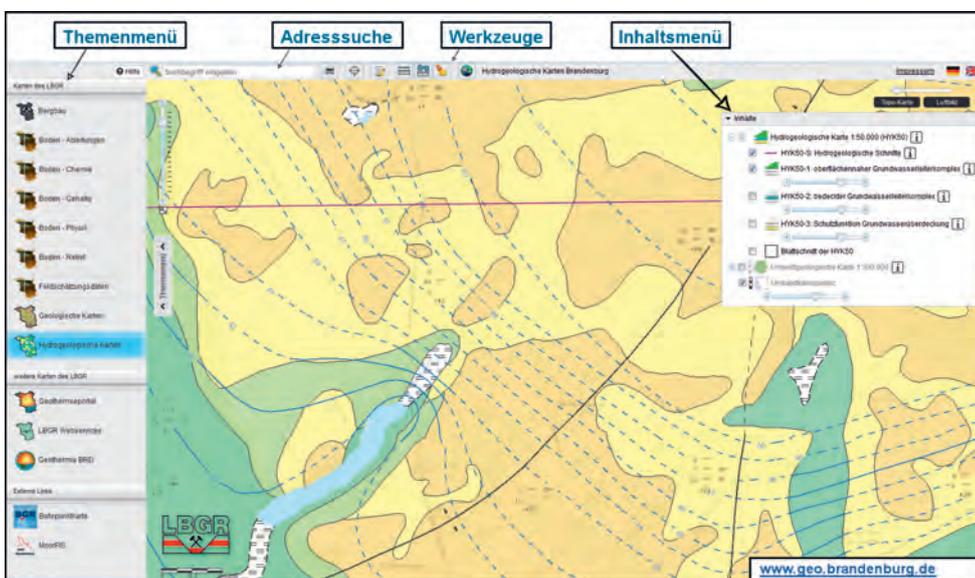


Abb. 1: Bildschirmschnitt des LBGR-Geoportals mit Beschreibung der Struktur der Website

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 73–76	1 Taf., 11 Lit.
------------------------------	---------	----------------	----------	-----------------

Ein *Sambucus*-Holz aus dem Geschiebe des Eberswalder Urstromtals, Brandenburg, Deutschland

A *Sambucus*-wood from the erratic blocks of Eberswalder Urstromtal, Brandenburg, Germany

HERBERT SÜSS

Einleitung

Die zur Untersuchung vorliegenden Schriffe stammen von einem kleinen verkieselten Holz, das im Eberswalder Urstromtal in einer Kiesgrube zwischen Ruhlsdorf und Sophienstädt aufgesammelt wurde. Das Stück ist 20 mm breit sowie 25 mm hoch und lang. Der Fund wurde bei der Herstellung der Schriffe (Quer-, Tangential- und Radialschliff) vollständig aufgebraucht. Die Untersuchungen ergaben, dass das Fossil die Holzstruktur von *Sambucus* L. besitzt. Fossil ist das Holz von *Sambucus* bisher nur aus dem Pliozän bekannt (SLIJPER 1932). Die Beschreibung von SLIJPER ist jedoch zu allgemein gehalten, um darauf eine Gattung zu gründen.

Die Morphogattung *Sambucoxylon* gen. nov.

Generotypus: *Sambucoxylon eberswaldense* sp. nova

Diagnose

Zuwachszonen deutlich, Gefäße zerstreutporig bis schwach halbringporig, einzeln, in radialen Reihen und Gruppen angeordnet, Durchbrechungen einfach, Thyllen zahlreich, Holzstrahlen homogen bis schwach heterogen, 1 bis 4 Zellen breit und sehr hoch, Holzparenchym spärlich zerstreut vorkommend.

Diagnosis

Growth layers distinct, vessels arranged diffuse-porous up to slightly semi-ring-porous, solitary, in radial rows and groups, perforations simple, tyloses numerous, rays homogeneous up to slightly heterogeneous, 1–4 cells wide and very high, wood parenchyma widely dispersed.

Die Begründung für die Aufstellung der Gattung wird bei der Bestimmung des Generotypus gegeben.

Sambucoxylon eberswaldense gen. nov. et sp. nova.

Tafel I, Figuren 1–5

Zur Bearbeitung liegt der Quer-, Tangential- und Radialschliff des versteinerten Holzes vor.

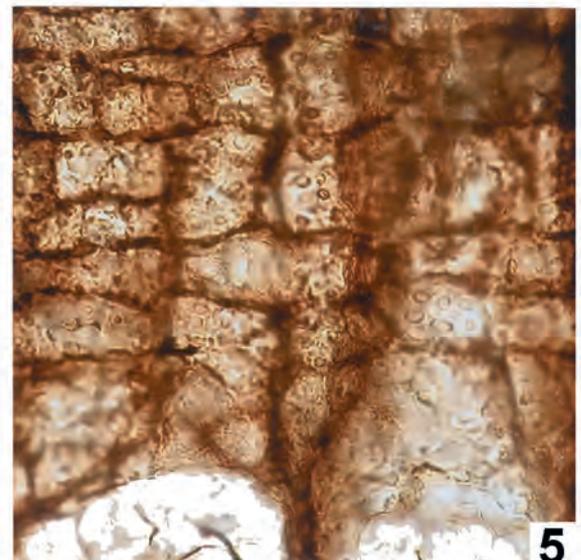
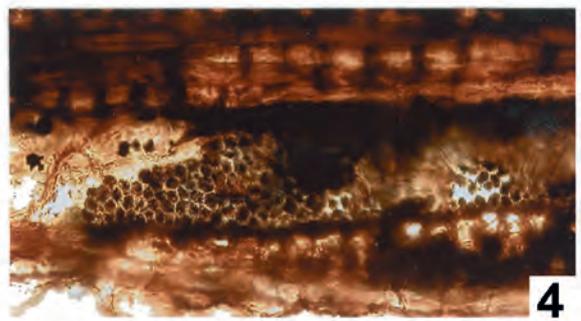
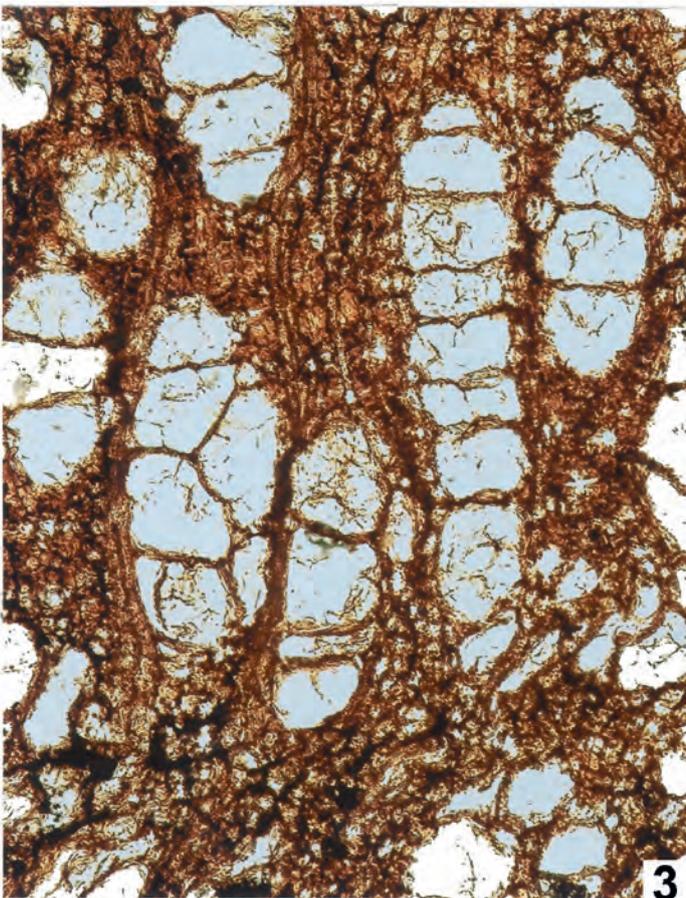
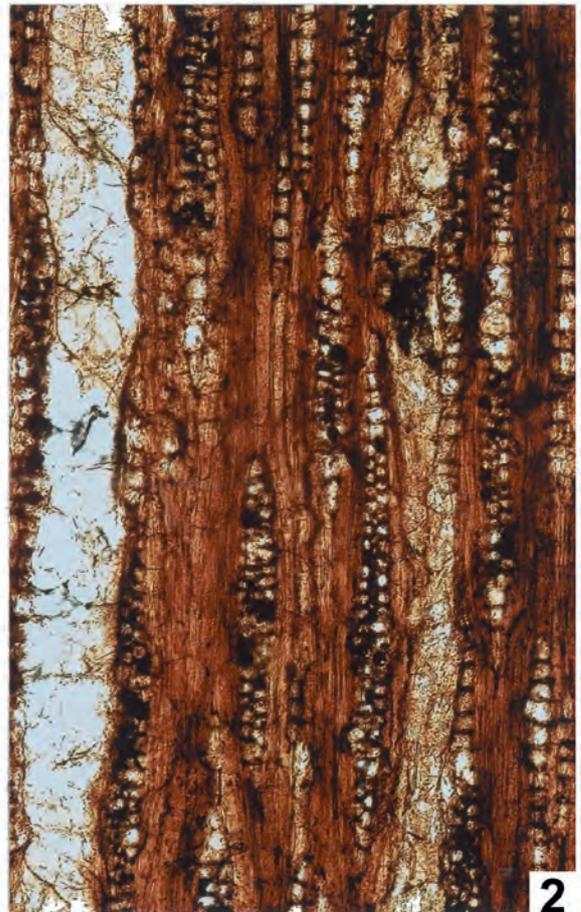
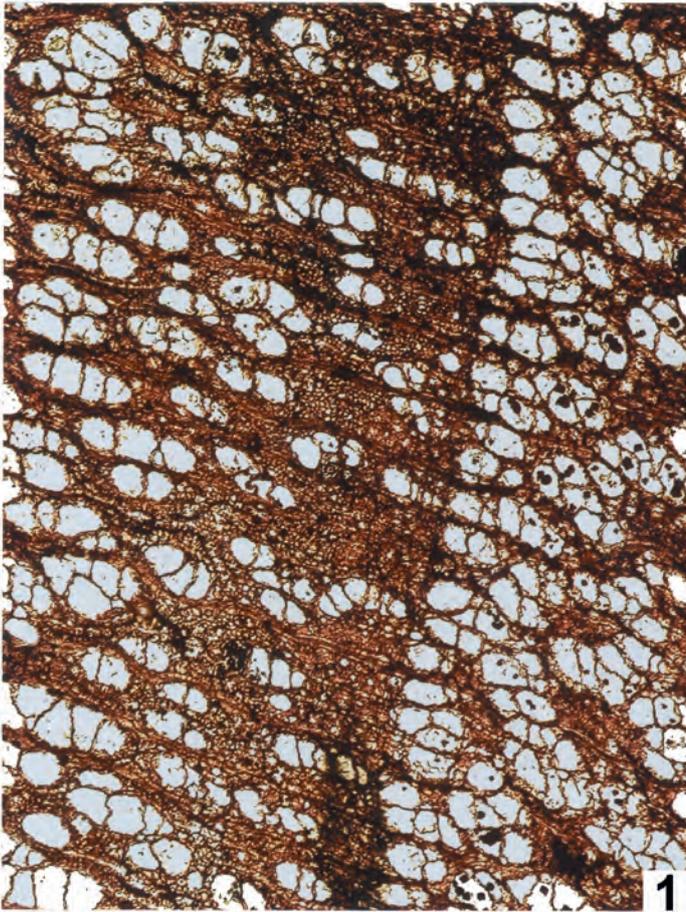
Beschreibung des Holzes

Topographie

Holz zerstreutporig bis schwach halbringporig, Zuwachszonen deutlich und schwach bogenförmig verlaufend, durch Aneinandergrenzen von kleinen Spätholzgefäßen an große Frühholzgefäße und etwas verbreiterten Holzstrahlzellen markiert, 1,07–2,73 mm, im Mittel 1,7 mm breit. Gefäße die Hauptmasse des Holzes bildend, im Frühholz ca. 90 %, im Spätholz ca. 50 % der Holzmasse bildend, auf den Querschnitt in deutlichen radialen Reihen bis zu 10 Gefäßen und in kleineren und größeren Gruppen mit sehr unterschiedlich großen Durchmessern und unregelmäßig gestalteten Umrissen vorhanden, Einzelgefäße vorwiegend im ersten Früh- und letzten Spätholz vorkommend (Taf. I, Fig. 1, 3). Holzfasern, nur als Librifasern vorkommend, auf dem Querschnitt in ihrer Masse stark zurücktretend, in kleineren und größeren Gruppen zwischen den Gefäßen liegend (Taf. I, Fig. 1, 3). Längsparenchym auf dem Querschnitt spärlich apotracheal zerstreut vorkommend, aus mehrgliedrigen Zellen zusammengesetzt. Holzstrahlen 1–4 Zellen breit und 3–70 Zellen (bis 1,8 mm) hoch, homogen bis schwach heterogen, Scheidenzellen nicht vorhanden, an den Zuwachsgrenzen verbreitert, aber auch im Inneren der Zuwachszonen Verbreiterungen vorhanden, 6–8 Strahlen je mm (Taf. I, Fig. 1–3).

Holzelemente

Einzelstehende Gefäße mit meist radial-ovalen Querschnitten, im Frühholz an der Zuwachsgrenze Durchmesser radial 160–200 µm, im Mittel 180 µm, tangential 105–165 µm, im Mittel 130 µm; im Spätholz an der Zuwachsgrenze Durchmesser radial 40–140 µm, im Mittel 90 µm, tangential 40–100 µm, im Mittel 70 µm, im Mittelfeld der Zuwachszone 105–190 µm, im Mittel 160 µm, Gefäße in radialen Reihen tangential verlängerte Rechtecke (bis 175 µm im Durchmesser) bildend, Länge der Gefäße 255–700 µm, im Mittel 415 µm, mit schrägen Endwänden und einfachen runden bis ovalen Durchbrechungen, Wände zwischen den Gefäßen mit zahlreichen kleinen, runden bis ovalen, alternierend angeordneten Hoftüpfeln



besetzt, Thyllen zahlreich vorhanden (Taf. I, Fig. 1–4). Librifasern mit meist quadratischen bis rechteckigen Querschnitten, ca. bis 30 µm im Durchmesser, Wandstärke 7–10 µm, Längswände ungetüpfelt. Längsparenchymzellen im Querschnitt ± kreisförmig, 25–35 µm im Durchmesser, Endzellen der Parenchymstränge zugespitzt, Wände ca. 2 µm dick. Holzstrahlzellen in Tangentialansicht mit meist vertikal-ovalen Querschnittsformen, Mittelzellen 13–25 µm, im Mittel 20 µm breit und 20–45 µm, im Mittel 30 µm hoch, Endzellen 30–55 µm, im Mittel 42 µm hoch, Wände gegenüber Gefäßen mit kleinen einfachen Tüpfeln (Taf. I, Fig. 5).

Bestimmung

Die Merkmale „zerstreutporige Anordnung der Gefäße, Gefäße in radialen Reihen und größeren und kleineren Gruppen, Durchbrechungen einfach, Thyllen zahlreich, Holzstrahlen 1–4 Zellen breit und sehr hoch, homogen bis schwach heterogen und Holzparenchym spärlich zerstreut vorkommend“, führen zur Holzstruktur der Gattung *Sambucus* L. (GREGUSS 1959, S. 316 f., GROSSER 1977, S. 106, SCHWEINGRUBER 1990, S. 240 f.). Die 25 bis 40 Arten umfassende Gattung *Sambucus* ist auf der Nordhalbkugel, Südamerika, Australien, Ostafrika und Südostasien verbreitet (HANELT 1976). Nach BADER (1960) kommt *Sambucus* mit ca. 15 Arten in den Gebirgen des Tropengürtels vor. *Sambucus*, früher eine Gattung der Caprifoliaceae, gehört nach neuesten Erkenntnissen, zusammen mit *Viburnum* L. und *Adoxa* L., zur Familie der Adoxaceae (SCHWEINGRUBER et al. 2013).

Fossil ist das Holz von *Sambucus* nur aus dem Pliozän bekannt. SLIPPER (1932) gibt davon aus dem Ton von Reuver (Holland), ohne näher auf anatomische Einzelheiten einzugehen, die Beschreibung eines kleinen Astes. Ein näherer

Vergleich mit vorliegendem Fossil ist deshalb nicht möglich. LUDWIG (1861) bestimmte Zweigstücke mit gefächertem Mark aus dem Pliozän von Dernbach (Westerwald) als *Sambucus princeps* R. Ldwg. *Sambucus* besitzt aber kein gefächertes Mark. Vor allem deshalb hat MÜLLER-STOLL (1938) diese Fossilien zu *Juglandoxylon* gestellt. Nach erneuter Untersuchung wurden sie als ein *Actinidia*-Holz erkannt (MÜLLER-STOLL & MÄDEL-ANGELLEWA 1969).

Nach dem bogenförmigen Verlauf der Zuwachszonen zu urteilen, gehörte der hier beschriebene Fund ursprünglich zu einem Stämmchen von ca. 9–10 cm im Durchmesser. Bei einer mittleren Breite der Zuwachszonen von 1,7 mm hatte demnach das Stämmchen bis zu seiner Fossilisierung ein Alter von ca. 24 Jahren erreicht. Außerdem weisen die für *Sambucus* außergewöhnlich großen Durchmesser der einzeln stehenden Gefäße im Mittelfeld der Zuwachszonen von im Mittel 160 µm darauf hin, dass das Fundstück vermutlich zu einem wurzelnahen Stämmchen gehörte. Nach Angaben in der Literatur (BURGERSTEIN 1912, GREGUSS 1949, GROSSER 1977) erreichen im Stammholz von *Sambucus* die Gefäße kaum mehr als 80 µm im Durchmesser.

Das in dieser Arbeit beschriebene Holz wird wegen seines Auffindens im Eberswalder Urstromtal *Sambucoxylon eberswaldense* sp. nova genannt.

Diagnose

Sekundärholz der Morphogattung *Sambucoxylon* SÜSS mit Stammholzstruktur, Zuwachszonen deutlich, zerstreut bis schwach halbringporig, Gefäße einzeln, in radialen Reihen und kleineren und größeren Gruppen über dem Querschnitt verteilt, mittlerer Durchmesser der einzeln stehenden Gefäße im Mittelfeld der Zuwachszonen 160 µm, Durchbre-

Tafel I

Fig. 1: Das Querschnittsbild mit einer Zuwachsgrenze zeigt die Anordnung der Gefäße, der Holzfasern und des Holzparenchyms im Früh- und Spätholz, sowie den Verlauf der Holzstrahlen, Vergrößerung 50fach.

Fig. 1: Cross section with a growth layer boundary showing the arrangement of vessels, wood fibres and wood parenchyma in the early- and latewood as well as the course of rays. Magnification 50x

Fig. 2: Die Tangentialansicht zeigt den Verlauf der Gefäße und die Anordnung der Holzstrahlen und Holzfasern, Vergrößerung 100fach.

Fig. 2: Tangential view showing course of the vessels and the arrangement of rays and wood fibres. Magnification 100x

Fig. 3: Das Querschnittsbild zeigt die Anordnung der Gefäße in radialen Reihen und Gruppen, den Verlauf der Holzstrahlen und die Anordnung der Holzfasern und des Holzparenchyms, Vergrößerung 200fach.

Fig. 3: Cross section showing the arrangement of vessels in radial rows and groups, course of rays and arrangement of wood fibres and wood parenchyma. Magnification 200x

Fig. 4: Gefäßglied mit Tüpfeln zwischen Gefäßen in Radialansicht, Vergrößerung 200fach.

Fig. 4: Vessel member with intervessel pits in radial view. Magnification 200x

Fig. 5: Die Radialansicht zeigt Holzstrahlzellen gegenüber Gefäßen mit kleinen einfachen Tüpfeln, Vergrößerung 400fach.

Fig. 5: Radial view showing ray cells to vessels with small simple pits. Magnification 400x

chungen einfach, Tüpfel zwischen den Gefäßen klein und alternierend, Thyllen zahlreich, Holzstrahlen homogen bis schwach heterogen, 1–4 Zellen breit und 3–70 Zellen hoch, Wände gegenüber Gefäßen mit kleinen einfachen Tüpfeln.

Diagnosis

Secondary xylem of the morphogenus *Sambucoxylon* SÜSS, with stem wood structure, growth layers distinct, diffuse-porous up to slightly semi-ring-porous, vessels solitary, arranged in radial rows and groups, average diameter of solitary vessels in the middle part of growth layers 160 µm, perforations simple, intervessel pits small and alternate, tyloses numerous, rays homogeneous up to slightly heterogeneous, 1–4 cells wide and 3–70 cells high, walls opposite vessels with small simple pits.

Holotypus: Geschiebeh Holz mit drei Schliffen, aufbewahrt in der Sammlung des Museums für Naturkunde Berlin unter der Bezeichnung MBPh.2014/1684

Fundort: Eberswalder Urstromtal, Kiesgrube zwischen Ruhlsdorf und Sophienstädt

Alter: Unbekannt

Legator: Klaus Imlau, ehemaliger Mitarbeiter des Museums für Naturkunde zu Berlin

Zusammenfassung

Aus einem Geschiebe des Eberswalder Urstromtals (Brandenburg, Deutschland) wird die neue Morphogattung *Sambucoxylon* aufgestellt und sein Holotypus *Sambucoxylon eberswaldense* beschrieben.

Summary

From the erratic blocks of Eberswalder Urstromtal (Brandenburg, Germany) are established the morphogenus *Sambucoxylon* and described his holotype *Sambucoxylon eberswaldense*.

Danksagung

Für die Unterstützung bei den fototechnischen Arbeiten und der digitalen Bearbeitung des Tafelbildes bedanke ich mich bei Herrn Dr. Stephan Schultka, Berlin.

Literatur

BADER, F. J. W. (1960): Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. – 544 S., Johann Ambrosius Barth-Verlag, Leipzig

BURGERSTEIN, A. (1912): Anatomische Untersuchungen argentinischer Hölzer des k. k. naturh. Hofmuseums in Wien. – Ann. k. k. naturh. Hofm. Wien **26**, S. 1–36, Wien

GREGUSS, P. (1959): Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. – 330 S. und 303 Taf., Akadémiai Kiadó, Budapest

GROSSER, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. – 208 S., Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York

HANELT, P. (1971): Ordnung Kardenartige, Dipsacales. – In: URANIA Pflanzenreich, Höhere Pflanzen 2, S. 292–302, Leipzig, Jena Berlin

LUDWIG, R. (1861): Fossile Pflanzen aus dem tertiären Spatheisenstein von Montabauer. – Palaeontographica B **8**, S.160–181, Taf. 63–70, Cassel

MÜLLER-STOLL, W. R. (1938): Die jüngsttertiäre Flora des Eisensteins von Dernbach im Westerwald. – Beih. bot. Zbl. B **58**, S. 376–434, Dresden

MÜLLER-STOLL, W. R. & E. MÄDEL-ANGELLEWA (1969): *Actinidioxylon princeps* (LUDWIG) n. comb., ein Lianenholz aus dem Pliozän von Dernbach im Westerwald. – Senckenberg lethaea **50**, S. 103–115, Frankfurt am Main

SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): Anatomie europäischer Hölzer. – 800 S., Bern, Stuttgart (Verlag Paul Haupt)

SCHWEINGRUBER, F. H., BÖRNER, A. & E.-D. SCHULZE (2013): Atlas of Stem Anatomy in Herbs, Shrubs and Trees, V. II. – 415 S., Berlin-Heidelberg (Springer-Verlag)

SLIJPER, E. J. (1932): Über pliozäne Hölzer aus dem Ton von Reuver (Limburg, Holland). – Recueil des travaux botaniques néerlandais **29**, S. 18–35, Amsterdam

Anschrift des Autors:

Professor Dr. Herbert Süß
Maybachstraße 2A
14471 Potsdam

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 77–83	3 Abb., 8 Lit.
------------------------------	---------	----------------	----------	----------------

Nachweis junger geologischer Aktivitäten des Diapirs von Spereberg (Brandenburg) mittels Laserscanaufnahmen

Evidence of young geologic activities at the diapir of Spereberg (Brandenburg) using laserscan records

WERNER STACKEBRANDT

Einführung

Der Diapir von Spereberg ist einer der bekanntesten Norddeutschlands. Immerhin wurde hier von 1867 bis 1871 die damals welttiefste Bohrung (1271,6 m) geteuft und die geothermische Tiefenstufe erkannt (Bergrat Dunker: 1K/33 m). Zahlreiche weitere Fakten lieferte die langwährende rohstoffgeologische Nutzung als Gipslagerstätte seit dem Mittelalter mit teilweise > 600 Bergarbeitern und insbesondere die hierfür durchgeführten Erkundungsarbeiten. Zudem ist der Diapir von Spereberg auch einer der wenigen, der bis zur Erdoberfläche aufgestiegen ist, wodurch der stoffliche und strukturelle Zustand direkt in Augenschein genommen werden kann. Diese Fakten sind weitgehend bekannt und finden sich in zahlreichen Publikationen und Exkursionsführern, wie bei PUTSCHER (1978), GÖLLNITZ & BEER (1994), HERMSDORF (2004) und anderen. GÖLLNITZ & BEER (1994) haben auch zahlreiche Daten zur Nutzungs- und Erforschungsgeschichte zusammengestellt, auf deren Wiederholung hier verzichtet wird.

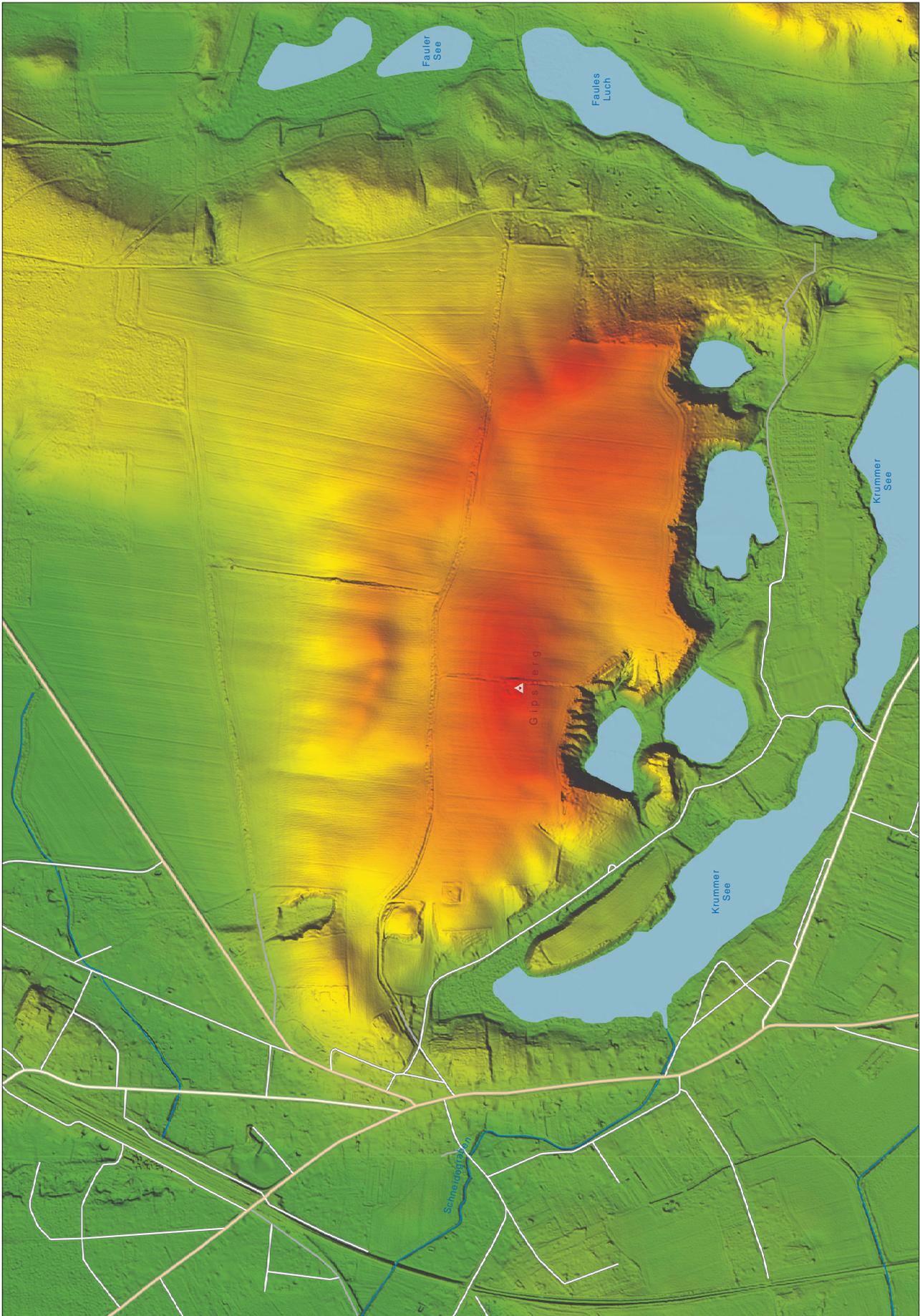
In einer früheren Arbeit (STACKEBRANDT 2005) hat der Autor bereits auf die jungen Aktivitäten des Diapirs von Spereberg hingewiesen, allerdings unter Nutzung einer nur mäßigen Datenbasis. Jedoch konnten auf Grundlage dieser veralteten Datenbasis die jungen Aufstiegsbewegungen des Diapirs erkannt werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Hauptbewegungen dieser Salinarstruktur wesentlich älter sind und bereits während der maßgeblichen strukturgeologischen Prägungsetappen der Gestaltung des Norddeutschen Beckens, während der synalpidischen Remobilisierungen, erfolgten (vgl. STACKEBRANDT & SCHECK-WENDEROTH 2015). Für den Aufstieg des Salzes spielt neben den gravitativen Aspekten (Dichteinversion) der NW–SE streichende Leistenschollenbau im Vorfeld der Mitteldeutschen Hauptabbrüche, die ihre wesentliche Ausgestaltung ebenfalls während der synalpidischen Remobilisierungsetappen erhielten (STACKEBRANDT 2008), eine wichtige Rolle. Spereberg liegt einerseits im NW-Bereich einer derartigen Leistenschollenstruktur und andererseits im Übergangsbereich zum (Zechstein-)Beckenzentrum mit

ausreichend mächtigem Steinsalzpotenzial. Neben dem gravitativen Salzaufstieg nimmt demzufolge die meso-/känozoische Tektonik erheblichen Einfluss auf die Anlage und Gestaltung des Diapirs. GÖLLNITZ & BEER (1994) verweisen darauf, dass auch gegenwärtig das Zechsteinsalz noch nicht vollständig in den Diapir migriert ist, so dass auch aus diesem Grund mit weiteren Nachbewegungen zu rechnen ist.

Der Diapir von Spereberg im hochauflösenden DGM

Für eine verbesserte Analyse der morphologischen Gestaltung des Tops der Salinarstruktur wurden neuere Laserscandaten des Landesbetriebes für Geobasisinformation Brandenburg (LGB) herangezogen und zu einem üblichen digitalen Geländemodell (DGM) bzw. digital terrain model (DTM) zur Abbildung der bewuchs- und bebauungsfreien Oberfläche genutzt (Abb. 1a). Laserscanaufnahmen sind in den letzten Jahren zu einer Standardmethode für vielfältige oberflächenrelevante Aussagen, wie zur Topographie und Landschaftsgenese, zur Raumordnung und Hochwassergefährdung etc. geworden. Da sich in der Oberflächenmorphologie sowohl exogene als auch endogene landschaftsgestaltende Prozesse abbilden, sind die aus den Laserscandaten generierten hochauflösenden Geländemodelle für eine Statusbeurteilung hochreichender Salinarstrukturen besonders geeignet. Um das morphologische Abbild in Abbildung 1a nicht unkenntlich zu machen, sind erläuternde Eintragungen auf Abbildung 1b ausgeführt worden.

Zur verbesserten Veranschaulichung wurden die in Abbildung 1a präsentierten Daten in eine Schein-3D-Darstellung gewandelt (Abb. 2). Die Farbcodierung in beiden Abbildungen ist ident. Hochgebiete sind mit zunehmender Braunkolorierung kenntlich gemacht, Tiefgebiete in grünen Farbtönen (siehe Legende). Natürliche Wasserflächen sowie die gefluteten Gipsbrüche sind hellblau hervorgehoben (nur Abb. 1a). Während Abbildung 1a als Draufsicht einem Orthofoto mit N-Ausrichtung entspricht, stellt Abbildung 2 das gleiche Gebiet als 3D-Darstellung mit ebenfalls N-Ausrichtung dar.



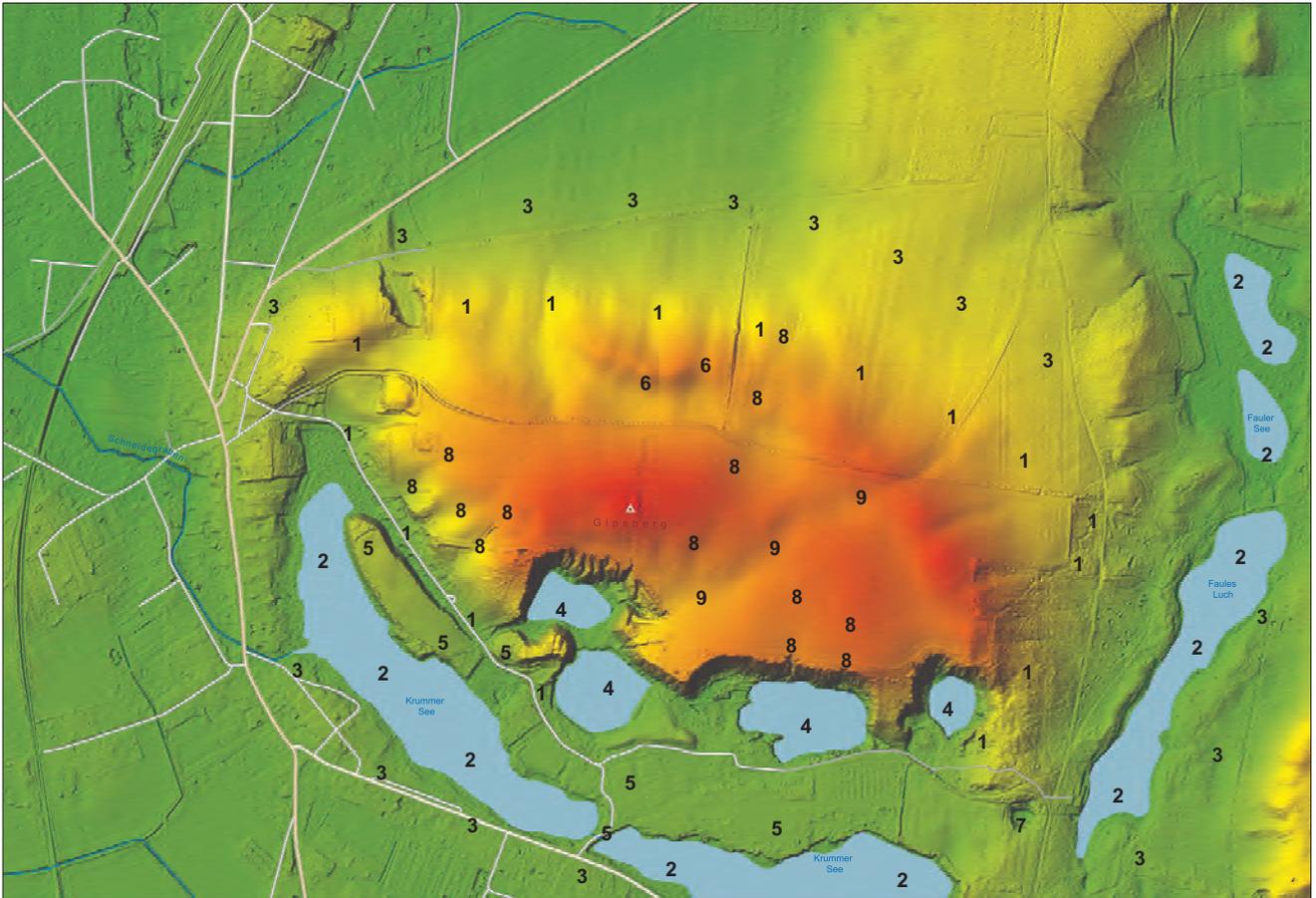


Abb. 1a, b (1a linke Seite): Der Ausbissbereich des Diapirs Sperenberg im digitalen Geländemodell (DGM © Geobasis-DE/LGB (2016), GB-D 24/16, technische Realisierung T. ROTHE, LGB)

Fig. 1a, b: Outcrop area of the diapir of Sperenberg at the digital terrain model (DGM © Geobasis-DE/LGB (2016), GB-D 24/16, technical realization T. ROTHE, LGB)

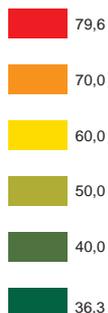
Legende für Abb. 1b:

1 – etwaiger Ausstrichbereich des Caprock; 2 – Senkenzone in der Umrandung des Caprock; 3 – Außenrand des Salzspiegels; 4 – geflutete auflässige Gipsbrüche; 5 – Haldenmaterial; 6 – girlandenartiger Wall; 7 – Senkungstrichter; 8 – lineare Eintiefungen im Top des Caprock; 9 – alter Gipsweg (anthropogen)

Legend to fig. 1b:

1 – assumed crop out of the cap rock; 2 – subsidence zone bordering the cap rock; 3 – outer margin of the salt table; 4 – abandoned gypsum mines, now flooded; 5 – waste rock pile; 6 – garland type ridge; 7 – subsidence funnel; 8 – linear depressions at the top of the cap rock; 9 – historic gypsum path

Höhenmaßstab



Höhenmaßstab (gilt auch für Abb. 2, Angaben in m)

Höhenbezugssystem: DHHN92
(Deutsches Haupthöhennetz 1992)

Elevation scale (in m, effective also for fig. 2)

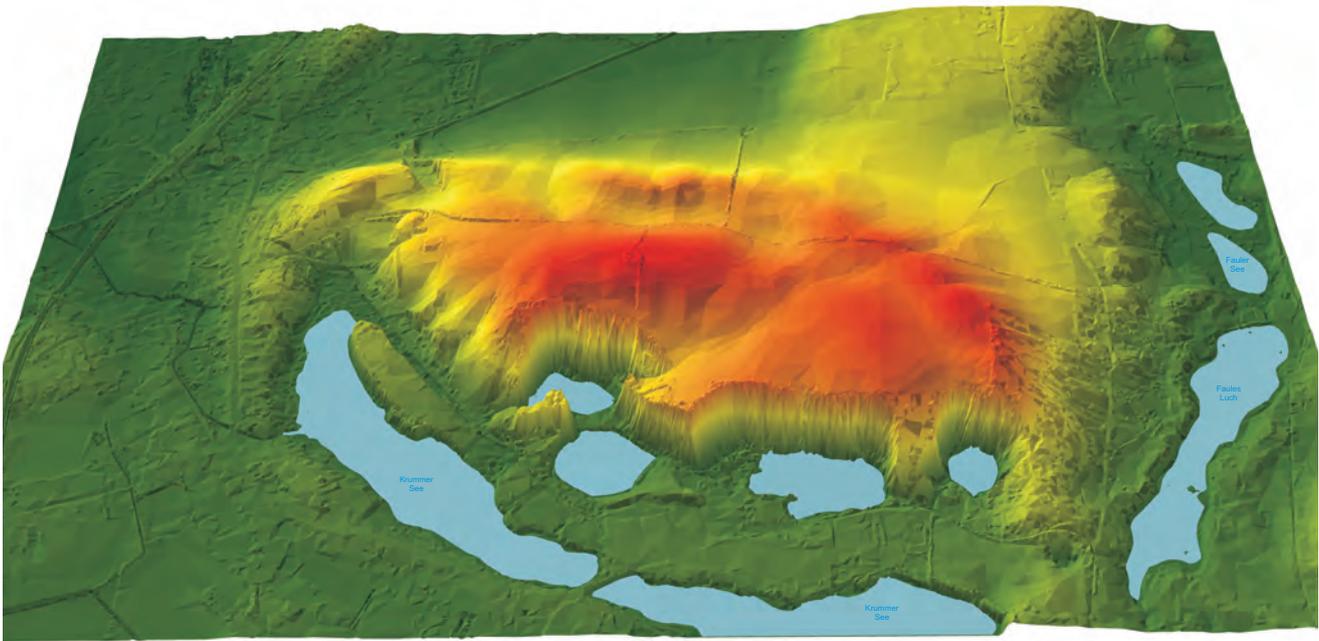


Abb. 2: 3D-Ansicht des Diapirs von Sperenberg (DGM © Geobasis-DE/LGB (2016), GB-D 24/16, technische Realisierung T. ROTHE, LGB)

Fig. 2: 3D model of the diapir of Sperenberg (DGM © Geobasis-DE/LGB (2016), GB-D 24/16, technical realization T. ROTHE, LGB)

Die bereits 2005 gegebenen Trendaussagen zur jungen Aktivität des Diapirs von Sperenberg bestätigen sich auch mit der verbesserten Datengrundlage und den daraus gefertigten digitalen Geländemodellen, doch sind sie nunmehr detaillierter und sicherer zu treffen. Wichtiges Indiz für die junge Hebung des Diapirs ist seine Hochlage. Der Top-Bereich des Diapirs von Sperenberg ragt > 40 m über sein weichselkaltzeitliches Umfeld heraus. Während in seiner weiteren Umgebung weichselzeitliche Sedimente verbreitet sind, liegen auf dem Salzstock ältere glazigene Sedimente, vermutlich saalezeitlichen Alters (FLIEGEL & JENTSCH 1921, HERMSDORF 2004). Der Diapir wirkte während des Weichsel-Glazials also bereits als Nunatak. Nicht sicher ist die exakte Zeitlichkeit seines jungen Aufstiegs, zumal wegen der hohen Eismächtigkeit die elsterzeitliche postglaziale Entlastung intensiver als die saalekaltzeitliche gewesen sein dürfte. Nicht auszuschließen ist auch eine mehrfache, also post-elster- und post-saalekaltzeitliche Aktivierung. Für eine auch post-elsterzeitliche Hochlage spricht die von PUTSCHER (1978) beschriebene glazigene Deformation der Hutgesteine des Diapirs, die insbesondere den nördlichen Topbereich des Gipshuts betroffen hat.

Der oval geformte und in NW–SE-Richtung gelängte Diapir-Ausstrich folgt etwa der 60-m-Höhenlinie (PUTSCHER 1978). Der etwaige Ausstrichbereich wird mit **Nr. 1** in Abbildung 1b gekennzeichnet. Im westlichen, südlichen und südöstlichen Randbereich wird er unmittelbar durch eine teils wassererfüllte Senkenzone begleitet (Krummer See, Fauler See, **Nr. 2** in Abb. 1b). Diese liegt zum großen Teil noch innerhalb des durch die 100-m-Isobathe gekennzeichneten Verbreitungsgebiets des Salzspiegels, das mit **Nr. 3** markiert ist (Außenrand, Grenzziehung nach PUTSCHER 1978).

Das Senkengebiet entstand im Ergebnis von jungen (post-elsterzeitlichen) Salzlösungen, nachdem entlastungs- und aufstiegsbedingt Zechsteinsalz erneut in das Süßwasserstockwerk gehoben wurde. Die vom zentral gelegenen Caprock abfließenden Wasser haben diesen Prozess noch verstärkt. EISSMANN (2008) hat solche lösungsbedingten Senkungen als subrogene Senkungsstrukturen bezeichnet und hervorragend aufgeschlossene Beispiele aus dem Mitteldeutschen Braunkohlenrevier präsentiert, die als Muster für die in Sperenberg nur morphologisch abgebildeten Objekte gelten können.

Die diapirseitig der Senkenzone vorgelagerten vier Wasserflächen sind die bereits bezeichneten gefluteten historischen Bergbaubereiche und damit anthropogenen Ursprungs (**Nr. 4**). Der Außenrand des Gipshuts liegt in diesem Bereich südlich dieser alten Gipsbrüche. Die primäre Geländeoberfläche ist hier auch durch großflächig aufgebrachtes Haldenmaterial verfälscht worden (**Nr. 5**).

Im Norden ist die Grenzziehung zwischen Gipshut und Randbereich nicht so eindeutig. Zum einen taucht bei zunehmender Quartärmächtigkeit die Gipshutoberfläche nach Norden hin ab und zum anderen ist dieser Bereich auch die für das Weichsel-Eis als Hindernis wirkende Nunatak-Flanke. Diese wird zusätzlich durch einen girlandenartig sich nach N öffnenden kleinen Wall angedeutet (**Nr. 6**), der im Höhenniveau von ca. 70 m NHN liegt. Ob dieser – wie vermutet – als Ergebnis einer glazitektonischen Hindernisstauung angesehen werden kann, muss ohne weitere Befunde noch offen bleiben.

Durch den Anschnitt des Gipshuts im Bereich der aufgelassenen Gipsbrüche sind darüber hinaus folgende Aussagen

möglich: Die Gipsoberfläche ist durch vorwiegend senkrecht einfallende Schlotten in der Meter-Dimension charakterisiert. Diese weisen eine Vorzugsorientierung in submeridionaler Richtung auf. Im Anschnittbereich sind sie (jetzt) häufig hohl, sonst auch mit quartärzeitlichen Lockersedimenten gefüllt. Darüber hinaus weisen die Gipse eine intensive Klüftung auf, die in den südlichen aufgeschlossenen Bereichen ebenfalls in submeridionaler Orientierung sowie mit NW–SE-Streichen verläuft. Die Klüfte sind überwiegend offen und nicht verheilt, lassen also Wasserzirkulationen zu. Häufig sind sie auch zu Spalten gedehnt, aus denen sich auch die exogen ausgestalteten Schlotten entwickelten, die eine vorzugsweise submeridionale Orientierung aufweisen. Abbildung 3a zeigt die durch Lösungsprozesse intensiv differenzierte Oberfläche des Gipshuts an seiner Südflanke, die durch den Bergbau aufgeschlossen wurde. Abbildung 3b präsentiert eine ehemals sandgefüllte Spalte mit NW–SE-Streichen, ebenfalls an der Südflanke des Gipshuts gelegen (Nordwestflanke des ehemaligen Gipsbruchs 2, der bis 1924 betrieben wurde). Auch ehemalige Abbauwände weisen schon Lösungsschritten im Gips auf, wie es das Bild in Abbildung 3c zeigt. Im oberen Bereich dieses Fotos sind darüber hinaus glazialtektonische Deformationen zu erkennen, durch die die Gipse linsig zerschert wurden. Abbildung 3d zeigt einen derartigen Scherkörper im Detail. Da das Weichsel-Eis die Struktur nicht mehr überfahren hat, ist diese auf eine NNE-SSW orientierte Beanspruchung zurückgehende Deformation mindestens saalezeitlichen Alters.

Aus dem digitalen Geländemodell vom Sperenberger Gipshut lässt sich auch die enge lagemäßige Verflechtung der morphologischen Vollform (Gipshut) mit der umrandenden Senkenzone (2) (Abb. 1b) erkennen, die enge genetische Beziehungen aufweisen. Auf den Zusammenhang von aktiviertem Salzaufstieg nach Entlastung durch das prä-weichselzeitliche Eis, wodurch der Topbereich des Salzstocks in das Süßwasserstockwerk gehoben wurde, ist schon hingewiesen worden (STACKEBRANDT 2005). PUTSCHER (1978) betont darüber hinaus die bergbaubedingte Auslösung von Subrosionsprozessen, weil die Gipsgewinnung unterhalb des Grundwasserspiegels forciert und große Mengen zuströmenden Wassers abgepumpt werden mussten. Wegen der oben geschilderten intensiven Klüftung und Schlottenbildung wurden dabei Wegsamkeiten revitalisiert, die zur Salzlösung führten. Außerhalb des Gipshuts entstanden so flächige (subrezente) Senkungszonen (Nr. 2) bzw. punktförmige Senkungstrichter. Mit **Nr. 7** ist der augenfälligste Senkungstrichter (zwischen dem Krummen See und dem Faulen Luch, siehe Abb. 3e) markiert. Dieser Erdfall ereignete sich erst vor wenigen Jahrzehnten. Die über Schlotten und die Vorzugsklüftung eindringenden Wässer haben auch zu Lösungsprozessen im zentralen Bereich des eigentlichen Gipshuts geführt. Vermutlich gehen die linearen Eintiefungen mit SSW–NNE-Verlauf im Top der Struktur ebenfalls darauf zurück (**Nr. 8**). Allerdings sind einige dieser Eintiefungen auch anthropogener Art, wie der alte Gipsweg (**Nr. 9**), oder stellen „normale“ Erosionseinschnitte im Übergang einer Hochfläche zur Niederung dar, die hier nicht extra kenntlich gemacht wurden.



Abb. 3a: Südflanke des Gipsberges (Bruch 2), überlagert von vermutlich saalezeitlichem Geschiebemergel
 Fig. 3a: Southern step of the Gipsberg (caprock, gypsum mine 2), overlain by till of probably Saalean age



Abb. 3b: Teilweise noch sandgefüllte Spalte im Gipshut nördlich von Bruch 2 in submeridionaler Orientierung
 Fig. 3b: Partially sand filled crack of submeridional orientation at the caprock north of gypsum mine 2

Die zur Gipserkundung 1956 abgeteufte Bohrungen haben bei ausreichender Tiefe das Ausstreichen prä-känozoischer Schichten unmittelbar in der Nachbarschaft des Gipshuts



*Abb. 3c:
Glazitektonisch deformierte Gipshutgesteine (oberer Teil)
mit Lösungsverwitterung (Mikrokarren) sowie die in
Klüfte/Spalten eingespülten sandig-lehmigen Sedimente*

*Fig. 3c:
Glacial- tectonically deformed caprock (upper part)
showing solution weathering (rain channels), see also the
sandy-loamy filled (sluiced) joints and fissures*



*Abb. 3d:
Linsig zerscherte Gipse, die vermutlich saalezeitlich
glazialtektonisch deformiert wurden*

*Fig. 3d:
Lens shaped gypsum, glacial deformation possibly of
Saalean age*



*Abb. 3e:
Der subrezente Senkungstrichter zwischen dem Krummen
und dem Faulen See*

*Fig. 3e:
The subrecently formed depression cone between the
Krummer See and Faules Luch lakes*

belegen können. Direkt angrenzend an den Ausstrichbereich der Zechstein-Schichtenfolge legt sich ein Saum aus Buntsandstein an. Dieser markiert sich auch im morphologischen 3D-Modell in Abbildung 2. Trotz der känozoischen Überlagerung des Buntsandstein-Ausstrichbereichs hebt sich dieser als morphologischer Randwulst hervor, der sich deutlich vom innen liegenden Senkungsraum abgrenzt und die Zwiebelchenstruktur des Dachbereichs des Diapirs von Sperenberg nacherlebbar macht.

Das DTM des Diapirs von Sperenberg (Abb. 1 und 2) zeigt aber darüber hinaus auch die Verletzlichkeit hochragender Salzstöcke durch endogen oder exogen veranlasste Aktivierungsphasen (einerseits fortgesetzte Salzmigration aus den tiefer liegenden Zechstein-Sequenzen in den Top des Diapirs bzw. andererseits durch Be- und Entlastungsszenarien, z. B. durch mächtige Eisauflagerung veranlasste Salzmobilisierung). Hierdurch kommt es nicht nur zu aufstiegsbedingter bruchhafter Deformation (Klüfte, Störungen) im Caprock, sondern auch zu fortgesetzten bzw. reaktivierten Salzlösungsprozessen, die vorrangig entlang der glazitektonisch und glazifluvial angelegten Strukturen vorstattengehen. Die jungen endo- und exogenen Prozesse charakterisieren den Diapir Sperenberg insgesamt als aktiv, instabil und mobil. Er ist damit für sensible Einlagerungsvorhaben ungeeignet.

Zusammenfassung

Der Diapir von Sperenberg wird nach oben durch einen Gipshut gekapselt, der sich bis zu 40 m über (!) die Umgebung erhebt. Aus Laserscanaufnahmen kann die jüngere Aktivitätsgeschichte der Struktur erkannt werden; sie bestätigen einerseits eine junge quartäre Heraushebung des deckelartig ausgebildeten und blockartig gehobenen Gipshuts sowie andererseits fortgesetzte Senkungen im Westen, Süden und Osten der Salinarstruktur. Junge endogene (fortgesetzte Salzmigration) und exogene Prozesse (glazigene und glazifluviale Erosion, Salzlösung) sowie durch weitere, bergbaulich bedingte Eingriffe verursachte Salzlösungsprozesse belegen eine hohe subrezente und rezente Mobilität des Diapirs, die ihn für sensible Nutzungen ungeeignet machen.

Summary

The diapir of Sperenberg is covered by a cap rock of gypsum, which overtops the surroundings up to about 40 m. Laserscan records demonstrate the younger activity history of the salinar structure. That verifies on the one hand a young quaternary uplift of the cover-plate structured and block like cape rock as well as ongoing subsidence at the western, southern and eastern flanks of the diapir on the other hand. Young endogenic (ongoing migration of salt into the top of the structure) and exogenic processes like glacial and glaciofluvial erosion as well as the reactivation of dissolution of salt caused by the young uplift and the impact of min-

ing prove a high subrecent and recent mobility of the diapir, which leads to its uselessness for sensitive recovery.

Dank

Die digitalen Geländemodelle entstanden im Auftrag des Rundfunks Berlin Brandenburg (rbb) für einen Film zu den Bodenschätzen Brandenburgs; ich danke dem Autor und Regisseur Felix Krüger für die Überlassung der DGM, die die wesentliche Grundlage für dieses Manuskript bilden. Herrn Prof. Hans-Jürgen Paech danke ich für kritische Hinweise zum Manuskript.

Literatur

- EISSMANN, L. (2008): Die Erde hat Gedächtnis. – 160 S., Beucha (Sax-Verlag)
- FLIEGEL, G. & A. JENTSCH (1921): Geologische Karte 1 : 25 000, Blatt Sperenberg. – Preußische Geologische Landesanstalt, Lieferung 243, Berlin
- GÖLLNITZ, D. & H. BEER (1994): Exkursion A2: Diapir von Sperenberg. – In: STACKEBRANDT, W., SCHWAB, G. & G. EHMKE: Tagungsband 61. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen, Mai 1994 in Potsdam. – S. 50–60, Potsdam
- HERMSDORF, N. (2004): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 u. Beiheft, Landkreis Teltow-Fläming. – LGRB und LGB, Kleinmachnow/Potsdam
- PUTSCHER, S. (1978): Ursachen und Auswirkungen geodynamischer Prozesse im Bereich der Salinarstruktur Sperenberg. – Z. für angewandte Geologie **24**, 12, S. 527–531, Berlin
- STACKEBRANDT, W. (2005): Neotektonische Aktivitätsgebiete in Brandenburg (Norddeutschland). – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 165–172, Kleinmachnow
- STACKEBRANDT, W. (2008): Zur Neotektonik der Niederlausitz, Ostdeutschland. – Z. dt. Ges. Geowiss. **159**, S. 117–122, Stuttgart
- STACKEBRANDT, W. & M. SCHECK-WENDEROTH (2015): 4.3 Post-variszische Beckenentwicklung und synalpidische Remobilisierung. – In: STACKEBRANDT, W. & D. FRANKE: Geologie von Brandenburg. – S. 462–471, Stuttgart (Schweizerbart)

Anschrift des Autors:

Dr. Werner Stackebrandt
Gersthofweg 13
14469 Potsdam
geostacke@gmail.com

Kurzmitteilung

Veranstaltung Gestein des Jahres 2016 am 22. April 2016 in Hartmannsdorf

Jedes Jahr wird von einem Expertengremium unter der Federführung des Berufsverbandes deutscher Geowissenschaftler (BDG) das Gestein des Jahres gewählt. Das Ziel dieser Aktion besteht darin, Gesteine, die aufgrund ihrer geologischen Entstehung und wirtschaftlichen Bedeutung besonders bemerkenswert sind, in der Öffentlichkeit bekannter zu machen. Im Jahr 2016 stand ein Gestein ganz besonders im Vordergrund: Sand kennt jedes Kind, doch was sich zuerst unbedeutend anhört, wird oft unterschätzt. Sand ist mehr als beliebtes Spielobjekt zahlreicher Kinder und Stoff, aus dem unsere Urlaubsträume gemacht sind. Er ist vor allem ein unentbehrlicher Rohstoff mit herausragender Bedeutung für die Wirtschaft! So gewinnt Sand als heimischer Rohstoff für viele Industriezweige hinsichtlich



Abb. 1: Im brandenburgischen Sand verbergen sich zahlreiche Schätze (Foto: A. SEIDEMANN 2016)



Abb. 2: In einer feierlichen Zeremonie wurde das Gestein des Jahres getauft (Foto: A. SEIDEMANN 2016)

der Abhängigkeit von ausländischen Rohstofflieferanten immer mehr an Bedeutung. Der größte Teil der gewonnenen Sande und Kiese wird von Unternehmen der Bauwirtschaft, der Baustoffindustrie und des Garten- und Landschaftsbaus nachgefragt. Sand ist darüber hinaus aber auch Bestandteil zahlreicher Alltagsprodukte, in denen man ihn nicht auf den ersten Blick vermuten würde. Ohne Sand würde kein Auto fahren und kein Smartphone funktionieren. Nicht zu vergessen, wird Sand auch in den Bereichen Freizeit, Sport und Kunst in erheblicher Menge eingesetzt. So spielt er beispielsweise eine tragende Rolle als Auflage für Reit- und Beachvolleyballplätze, Spielsand sowie als Baustoff für Sandskulpturen.

Zusammen mit dem Unternehmerverband Mineralische Baustoffe e. V. (UVMB) und dem BDG hat auch das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) den Anlass genutzt, um den in der allgemeinen Wahrnehmung oft als selbstverständlich angesehenen Rohstoff Sand in den Fokus der Öffentlichkeit zu rücken. Zu Ehren dieses ganz besonderen Gesteins fand daher am 22.04.2016 die „Taufe“ des Sandes im Werk Hartmannsdorf der Sand + Kies Union GmbH Berlin-Brandenburg (SKBB) statt. Zur Feierstunde stießen Vertreter des LBGR, des UVMB, der SKBB, des BDG sowie des Bundesverbandes Mineralische Rohstoffe (MIRO) auf den Sand an. 21 Schüler der Spreenhagener Grundschule „Am Kiefernwald“ besichtigten das Kieswerk der SKBB, siebten im Sand nach interessanten Mineralien und lernten dabei Wissenswertes über Steine aller Art (Abb. 1). Zahlreiche Fachvorträge über die Aktion Gestein des Jahres (Herr Dr. W. Pälchen, BDG), Entstehung und Vorkommen von Sand in Brandenburg (Frau C. Vogell, LBGR) sowie die Bedeutung des Sandes als Rohstoff (Frau G. Schulz, MIRO) rundeten den Tag ab. Herr Helmut Fischer, Geschäftsführer der SKBB stellte das Unternehmen und den Standort Hartmannsdorf vor. Als Höhepunkt der rundum gelungenen Veranstaltung wurde der Sand als Gestein des Jahres abschließend noch feierlich in prominenter Runde getauft (Abb. 2).

Cathrin Vogell

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	23 (2016), 1/2	S. 85–90	3 Abb., 1 Tab., 21 Lit.
------------------------------	---------	----------------	----------	-------------------------

Lithologische Interpretation und stratigraphisches Niveau der reflexionsseismischen Horizonte im Untergrund Brandenburgs einschließlich Berlins

Evaluation, lithological interpretation and stratigraphic correlation of the seismic reflection interfaces into the deep underground of the federal states Brandenburg and Berlin, Germany

MICHAEL GÖTHEL

Das 3D-Untergrundmodell Brandenburgs fußt mit Abschluss seiner ersten Modellierungsphase 2014 auf den Ergebnissen der Reflexionsseismik und Bohrungen der Erdöl-/Erdgas-Erkundung von 1951 bis 1996. Nach diesem Modellierungsstand verteilen sich 20 203 gemessene Profilkilometer auf 93 Erkundungsobjekte sowohl der Analogseismik, die bis 1972 durchgeführt wurde, als auch der Digitalseismik. Die Ergebnisberichte der Erkundungsobjekte reflektieren den jeweiligen Erkundungs- und Kenntnisstand zur Zeit der Auswertung ihrer letzten Erkundungsetappe oder letzten Nachinterpretation. Einige Profile weniger Erkundungsobjekte erreichen davon Brandenburg nur randlich. Weitere ca. 4 600 Profilkilometer, verteilt auf weitere 88 Erdöl-/Erdgas-Erkundungsobjekte, werden nach dem gegenwertigen Erkundungs- und Arbeitsstand hinzukommen.

Die geologische Interpretation der seismischen Messungen nutzt weit verbreitete reflexionsseismische Horizonte, die in Zeitschnitten und daraus über die Wellengeschwindigkeiten abgeleiteten Tiefenschnitten abgebildet werden. Deshalb wurden zu ihrer Teufenzuordnung und stratigraphischen Korrelation von 1969 bis 1989 in 102 Bohrungen Brandenburgs (Auswertungsstand vom 25.05.2016) Vertikalprofilierungen durchgeführt. Dabei wurden direkt im Bohrloch seismische Messungen mit Registrierung der Reflektoren vorgenommen. Vor diesem Zeitraum erfolgten zur stratigraphischen Korrelation lediglich Laufzeitmessungen zur Geschwindigkeitsbestimmung ohne Reflektorregistrierung im Bohrloch. Bei Verwendung dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass sie dem jeweiligen Erkundungs- und Kenntnisstand entsprechen und aktualisiert werden müssen (Abb. 1 am Ende des Heftes).

Die reflexionsseismischen Horizonte sind durch markante lithologische Wechsel begründet. Eine einheitliche Benennung und stratigraphische Zuordnung dieser Horizonte wurde bei der Auswertung der Erkundungsobjekte zwar angestrebt, sind aber wegen des fortschreitenden Kenntnisstandes zwischen den Erkundungs- und Nachinterpretationsphasen oft verschieden. Von Anfang an wurden über dem Zechsteinsaliar, im Suprasalinar-Stockwerk, Horizonte

der Transgressions- und Diskordanzflächen von den übrigen unterschieden. Parallel dazu (im Gebiet Brandenburgs von 1975 bis 1990) wurde das Regionale Kartenwerk der ehemaligen DDR von Geophysik Leipzig erarbeitet (REINHARDT 1993), in der die Tiefenniveaus ausgewählter reflexionsseismischer Horizonte zusammenfassend dargestellt sind. Dieses Kartenwerk unterlag mit den Ergebnissen der Erkundungsobjektphasen zwar einer fortlaufenden Aktualisierung, trotzdem sind oft Differenzen von gleichen Tiefenniveaus an Kartenblattgrenzen festzustellen. Die einzelnen, im Maßstab 1 : 100 000 erarbeiteten Kartenblätter zu den jeweils dargestellten und dort einheitlich benannten reflexionsseismischen Horizonten werden in der Kombinationsordnung 04/06 des VEB Kombinat Geophysik Leipzig (KÖRNER 1985) angegeben. Aber auch diese entspricht dem seinerzeitigen Kenntnisstand.

Mit der Stratigraphie von Brandenburg 2014 (GÖTHEL 2014a) wurde im Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) Brandenburg eine Grundlage erarbeitet, mit der erstmals eine Vereinheitlichung in der Benennung und stratigraphischen Zuordnung der reflexionsseismischen Horizonte nach dem aktuellen Erkundungs- und Kenntnisstand erfolgen konnte (Tab. 1). Sie gilt es, immer wieder nach dem fortschreitenden Wissensstand zu aktualisieren. Auf ihrer Grundlage wurden alle, in Brandenburg weit verbreiteten Speichergesteine (im Wesentlichen Sandsteinaquifere) und Barrieregesteinskomplexe (Evaporite und tonige Pelite) stratigraphisch zugeordnet und benannt, mit denen die meisten reflexionsseismischen Horizonte erfasst werden konnten (Abb. 2 u. 3). Auf Basis dieser Grundlagen wird gegenwärtig das 3D-Untergrundmodell Brandenburgs mit Daten verdichtet und präzisiert.

Danksagung

Herrn Diplom-Geophysiker Dr. Ivo Rappsilber vom Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt ist herzlich für seine Hinweise bei der konstruktiven, Länder übergreifenden Zusammenarbeit zu danken.

3D-Untergrundmodell Brandenburg

aktualisierter Kenntnisstand

reflexionsseismische Horizonte



schwarz: isochrone Horizonte
rot: diachrone Horizonte

fett: Leithorizonte
grau: zusätzliche Horizonte

Reflektor	stratigraphische Interpretation	nähere lithostratigraphische Interpretation	Bemerkung
Q1	Oberfläche Elster-Geschiebemergel	z.T. Top ehemaliger "Saale I"-Geschiebemergel	
T0	Diskordanzfläche Pleistozän	Basis Geschiebemergel in Quartärinnen	
A1*	im Untermiozän	Top B2-Leithorizont- oder B1-Horizont der Unteren Brieske-Formation*	Sande auf Schluffen
A1'	Grenzbereich Miozän/Oligozän	Top Mollin C- bis A-Sande oder Neochetl-Sande der Oberen Cottbus-Formation	Tone und Schluffe auf Sanden
A1	Grenzbereich Oligozän/Eozän	oft Basis Rupelton-Formation im Unteroligozän	
A2	ca. Basis Miozän	Grenzbereich ehem. "Ober-/Untereozän" bzw. Nedlitz-/Obere Marnitz-Fm.	Sande auf Tonen und Schluffen
T1	Transgressionsfläche Känozoikum	Paläozän bis Pleistozän	Maximum (Wellenbildwechsel)
T2'	Transgressionsfläche Campan bis Maastricht	Basis Nemhausen-Formation in Westbrandenburg	z.T. ehemals als T2
B1'	im Turon	Top "Pläner" im Grenzbereich Ober-/Mittelturon (Top ehem. "Turon")	z.T. ehemals als B1
B1	Grenzbereich Turon/Cenoman	Top Cenoman-Kalksteine im Obercenoman	wenn Maximum
B2	über Basis Cenoman	Basis Cenoman-Kalksteine oder Basis Cenoman-Pläner im Untercenoman	wenn Minimum
B3	Basis Mittel- oder Oberalb	Basis Flammenmergel oder Basis minimus-Tonmergel bzw. Top Unteralb	z.T. ehemals als C'
T2	Transgressionsfl. Mittelalb bis Cenoman	"Alb"-Transgression durch transgressive Tonmergel	wenn Maximum
C	Grenzbereich Apt/Barrême	oft Top Oberbarrême-Sandstein	wenn Maximum
D	im Hauterive	oft Top Endemoceräten-Kalksteine	wenn Maximum
T3	Transgressionsfl. Hauterive bis Unteralb	"Neokom"-Transgression durch transgressive Hils-Sandsteine	wenn Minimum
T4'	Transgressionsfläche im Valangin	"Valendis"-Transgression, z.T. im WEISSERT-Intervall mit Basissandstein	wenn T4 Diskordanz Wealden
T4	Diskordanzfläche Wealden oder Valangin		
E1	im Kimmeridge	Top Kimmeridge-Anhydrit oder Top Karbonate/Kalksteine im Grenzbereich Ober-/Mittelimmeridge	wenn Maximum
T5	Transgressionsfläche im Malm	Kimmeridge- bis Oberportland-Transgression	
E2	im Oxford	Top Korallenoolith	wenn Maximum
F	im Callov	Top Macrocephalen-Golfthäquivalent im Untercallov	wenn Maximum
F	im Dogger	Top verschiedener Sandsteine oder Oolithe des Callovs und Bathons oft Top Aalensandstein	wenn Maximum
DB	ca. Basis Dogger	z.T. Top <i>dispansum</i> -Sandstein im Obertoarc	Maximum (Doppelband mit L1)
L1	im Toarc	z.T. Top <i>dispansum</i> -Bank oder <i>striatum</i> -Bank bzw. <i>thouarsense</i> -Sandstein oder Top "Grüne Sene"	wenn Maximum
L2	im Pliensbach	Top sideritisches Kondensat der <i>stokesi</i> -Zone oder Top Domaro-Sandstein	wenn Maximum
L3'	über Basis Pliensbach	Basis oder Top Canx-Sandsteine im Unterpliensbach	Minimum oder Maximum
L3	über Basis Sinemur	z.T. Top Arien-Sandstein im Untersinemur	wenn Maximum
L4	über Basis Lias	Basis Hettang-Sandsteine	wenn Minimum
T6	Transgressionsfläche Rhatkeuper bis Oxford	oft durch transgressive Sandsteine	wenn Minimum
K1	Basis Rhatkeuper	oft Top Oberer Steinmergelkeuper 3 unter <i>contorta</i> -Schichten auch Grenzbereich Oberer Steinmergelkeuper 2/1	wenn Maximum
T7	Transgressionsfläche Steinmergelkeuper	Basis Mittlerer oder Unterer Steinmergelkeuper	beachte Abstand zu K2
K2'	im Steinmergelkeuper	Top Basisdolomit	wenn Maximum
K2	Top Oberer Gipskeuper	Top Heldburg-Gipse	Maximum
K3	Basis Schilfsandstein oder Top Unterer Gipskeuper	Tonstein-Basis des Schilfsandsteins und Top gipshaltige Mergel oder Basis Hauptkeupersteinsatz	wenn Maximum (Doppelband)
K4	im Unteren Gipskeuper oder im Lettenkeuper	z.T. Top Grundgips oder Top Sandsteine im Lettenkeuper	wenn Maximum
M1	unter Top Oberer Muschelkalk	Top Kalksteine im Hauptmuschelkalk (oft Top der <i>cycloides</i> -Bänke)	wenn Maximum
M2'	im Oberen Muschelkalk	basaler Mittlerer Hauptmuschelkalk über Basis <i>compressus</i> -Zone	ehemals als M2'
M2'	unter Top Mittlerer Muschelkalk	Basis <i>transversa</i> -Schichten bzw. Top Dolomit 6	wenn Maximum
M2	im Mittleren Muschelkalk	Top Anhydritbänke oder ihrer Dolomitäquivalente	wenn Maximum
M3	über Basis Unterer Muschelkalk	Basis Kalksteine bzw. Basis Werkshorizont B von Rüdersdorf	Minimum
S1'	im Pelitröt	Top Anhydrit 3 bzw. Basis Graumergel, auch Top Anhydrit 4	z.T. ehemals als S1
S1	Top Salinarröt	Basis Karbonat A (Myophoriendolomite) bzw. Top Anhydrit 2	Maximum
S2'	im Salinarröt	im Rötsteinsatz	Maximum
S2	ca. Basis Salinarröt	Basis Anhydrit 1	Minimum
S3	im Mittleren Buntsandstein	Top Karbonat in ? Hardegsen-Fm. oder Top Dettfurth-Basissandstein	wenn Maximum
S4	im Unteren Buntsandstein	oft Top Rogenstein-/Anhydritbänke in der Bernburg-Formation	wenn Maximum
X1*	Basis Unteren Buntsandstein	Basis Calvörde-Fm. bzw. Top Bröckelschiefer in der Region Halle/Saale	nur in Sachsen-Anhalt
T9	unter Basis Unteren Buntsandstein	Basis Bröckelschiefer und Zechsteinletten (ehem. "Nordhausen-Folge")	
X1'	unter Top Zechstein	Top "Grenzanhidrit" oder Pegmatitanhydrit in Zechsteinletten	Maximum
X1	Top Zechsteinsalinär	"Grenzanhidrit" über Aller-Steinsalz oder Pegmatitanhydrit über Rolen Satzton und Leine-Steinsatz	Minimum
X2'	in Leine-Formation	Top Kallitöz Ronnenberg	Minimum
X2	in Leine-Formation	Top Hauptanhidrit bzw. Leine-Anhydrit	markantes Maximum
X3	über Basis Leine-Formation	Basis Hauptanhidrit bzw. Leine-Anhydrit	Minimum
Z1	in Staßfurt-Formation	Top Basalanhydrit bzw. Unterer Staßfurt-Anhydrit	Maximum (Doppelband mit Z2')
Z2'	über Basis Staßfurt-Formation	Top Hauptdolomit bzw. Staßfurt-Karbonat	
Z2	Basis Staßfurt-Formation	Top Werra-Anhydrit	Maximum
Z2	unter Top Werra-Fm. der Lagunen-Entw.	Top Werra-Steinsalz	Minimum
Z3'	in Werra-Formation der Lagunen-Entwicklung	Basis Werra-Steinsalz	Maximum
Z3	über Basis Zechstein	oft Basis Werra-Anhydrit, auch Basis Knollenmergel im Zechsteinkalk	Minimum
R1	in Mellin-Schichten	lokal, u.a. im Zyklus 16	
R2	in Peckensen-Schichten	z.T. Basis Zyklus 13, z.T. Basis Leithorizont I im Zyklus 16	
R3'	in Eldena-Schichten	z.T. Top "Sandstein D" im Zyklus 8, auch Basis Rölligendalsalmer im Zyklus 7	
R3	Basis Eldena-Schichten	Basis Zyklen 1 bis 6	"Phantomhorizonte"
R4	ca. Basis Rainbow-Schichten/Dethlingen-Fm	z.T. in Rainbow-Schichten	mit ehemals unterschiedlicher
R5	in Mirow-Formation	z.T. Top Mirow-Konglomerat ("Oberes Konglomerat") oder Mirow-Sandstein	Bezeichnung und
R6	ca. Basis Havel-Subgruppe	Top oder Basis Parchim-Konglomerat ("Hauptkonglomerat")	stratigraphischer Interpretation
R7	Top Unterrollierend-Vulkanite		in den Regionen Brandenburgs
R8	Basis Stephan-/Unterrollierend-Vulkanite	Zwischensedimente und Tuffe können weitere Reflektoren bilden	
C1	ca. Basis molassoides Namur oder Oberkarbon		
C2	Top flyschoides Namur oder Unterkarbon	z.T. Top Schwarzschiefer des Namur	

Arbeitsstand: Michael Göthel 28.09.2016

Tab. 1: *Aktueller Kenntnisstand zu den reflexionsseismischen Horizonten in Brandenburg [Maximum – positiver Impedanzkontrast (Maximumreflexion), Minimum – negativer Impedanzkontrast (Minimum- bzw. Basisreflexion, Impedanz = Gesteinsdichte × Wellengeschwindigkeit), nach dem Regionalen Kartenwerk der ehemaligen DDR von Geophysik Leipzig (REINHARDT 1993), stratigraphische Einheiten siehe in GÖTHEL 2014a, b, speziell für den Zechstein in GÖTHEL 2012 bzw. Abb. 6.29, S. 135 in ELICKI & BREITKREUZ 2016].*

Tab. 1: *The state of knowledge to seismic reflection interfaces of the former GDR [maximum – positive impedance contrast (maximum reflection), minimum – negative impedance contrast (minimum reflection or basis reflection, impedance = rock density × wave velocity), according to geophysical map series of Geophysik Leipzig enterprise (REINHARDT 1993), stratigraphic units see GÖTHEL 2014a, b, especially for Zechstein group see GÖTHEL 2012, or fig. 6.29, p. 135 in ELICKI & BREITKREUZ 2016].*

Zusammenfassung

Die reflexionsseismischen Horizonte im tiefen Untergrund Brandenburgs einschließlich Berlins werden nach dem Regionalen Kartenwerk der ehemaligen DDR von Geophysik Leipzig bezeichnet. Bei ihrer lithologischen Nachinterpretation und aktualisierten stratigraphischen Zuordnung wurde ihre Anzahl auf 59 Horizonte im Salinar- und Suprasalinar-Stockwerk erweitert.

Summary

The seismic reflection interfaces in the deep underground of the federal states Brandenburg and Berlin are designated by the regional mapping series of the former German Democratic Republic by the Geophysik Leipzig enterprise. As a result of their lithological re-interpretation and updated stratigraphic correlation, the number was increased to 59 within the saliniferous and suprasaliniferous tectonic formations.

Literatur

BACHMANN, G. H. & H. W. KOZUR (2004): The Germanic Triassic: correlations with the international chronostratigraphic scale, numerical ages and Milankovitch cyclicity. – Hallesches Jahrb. Geowiss. **26**, S. 17–62, Halle

BURMANN, G. (1975): Bericht EE-22/75 Mikrobotanische Untersuchung des Präperm der Bohrung Eldena 1/74 (Schnelleinstufung). – Bericht Zentrales Geologisches Institut vom 03.09.1975, 3 S., Berlin (unveröff.). – In: SCHWAHN, D. (1975): Abschlußmonatsbericht der regionalen Suchbohrung E Eldena 1. – Bericht VEB Erdöl und Erdgas Grimmen vom 06.11.1975, Anl. 11, Grimmen (unveröff.)

DOCKTER, J., PUFF, P., SEIDEL, G. & H. KOZUR (1980): Zur Triasgliederung und Symbolgebung in der DDR. – Z. geol. Wiss. **8**, 8, S. 952–963, Berlin (Akademie-Verlag)

DÖRING, H. (1975): Bericht EE-24/75 über die sporenstratigraphische Einstufung des Präperm der Bohrung Eldena 1/74. – Bericht Zentrales Geologisches Institut vom 03.09.1975, 4 S., Berlin (unveröff.). – In: SCHWAHN, D. (1975): Abschlußmonatsbericht der regionalen Suchbohrung E Eldena 1. – Bericht VEB Erdöl und Erdgas Grimmen vom 06.11.1975, Anl. 12, Grimmen (unveröff.)

DREYER, E. (1974): Mikropaläontologischer Bericht zur Stratigraphie der Bohrung Eldena 1. – Bericht Forschungsinstitut für die Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas vom 05.12.1974, 7 S., Gommern (unveröff.). – In: SCHWAHN, D. (1975): Abschlußmonatsbericht der regionalen Suchbohrung E Eldena 1. – Bericht VEB Erdöl und Erdgas Grimmen vom 06.11.1975, Anl. 10, Grimmen (unveröff.)

ELICKI, O. & C. BREITKREUZ (2016): Die Entwicklung des Systems Erde. – 296 S., Heidelberg (Lehrbuch Springer Spektrum)

GARBE, P. (1975): Zusammenfassender Bericht über die Bohrlochmessungen in der Bohrung Eldena 1/74. – Bericht VEB Geophysik vom 11.11.1975, 25 S., 5 Anl., Gommern (unveröff.). – In: SCHWAHN, D. (1975): Abschlußmonatsbericht der regionalen Suchbohrung E Eldena 1. – Bericht VEB Erdöl und Erdgas Grimmen vom 06.11.1975, Anl. 19, Grimmen (unveröff.)

GÖTHEL, M. (2012): Aktuelle Informationen zur stratigraphischen Zuordnung eustatisch und tektonisch kontrollierter Ablagerungssequenzen des Zechsteins im Rahmen der plattentektonischen und paläogeographischen Situation zwischen Gondwana und dem geotektonischen Puzzle Europas. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 1, S. 29–42, Cottbus

GÖTHEL, M. (2014a): Stratigraphie von Brandenburg 2014. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **21**, 1/2, S. 19–22, 1 Einbl., Cottbus

GÖTHEL, M. (2014b): Nutzung und Potenziale des tiefen Untergrundes in Brandenburg, Teil 2: Erdwärme-Erschließung durch Systeme der Tiefen Geothermie, Wärmespeicherung und Thermalsolegewinnung. – Brandenburg. geowiss. Beiträge **21**, 1/2, S. 129–138, Cottbus

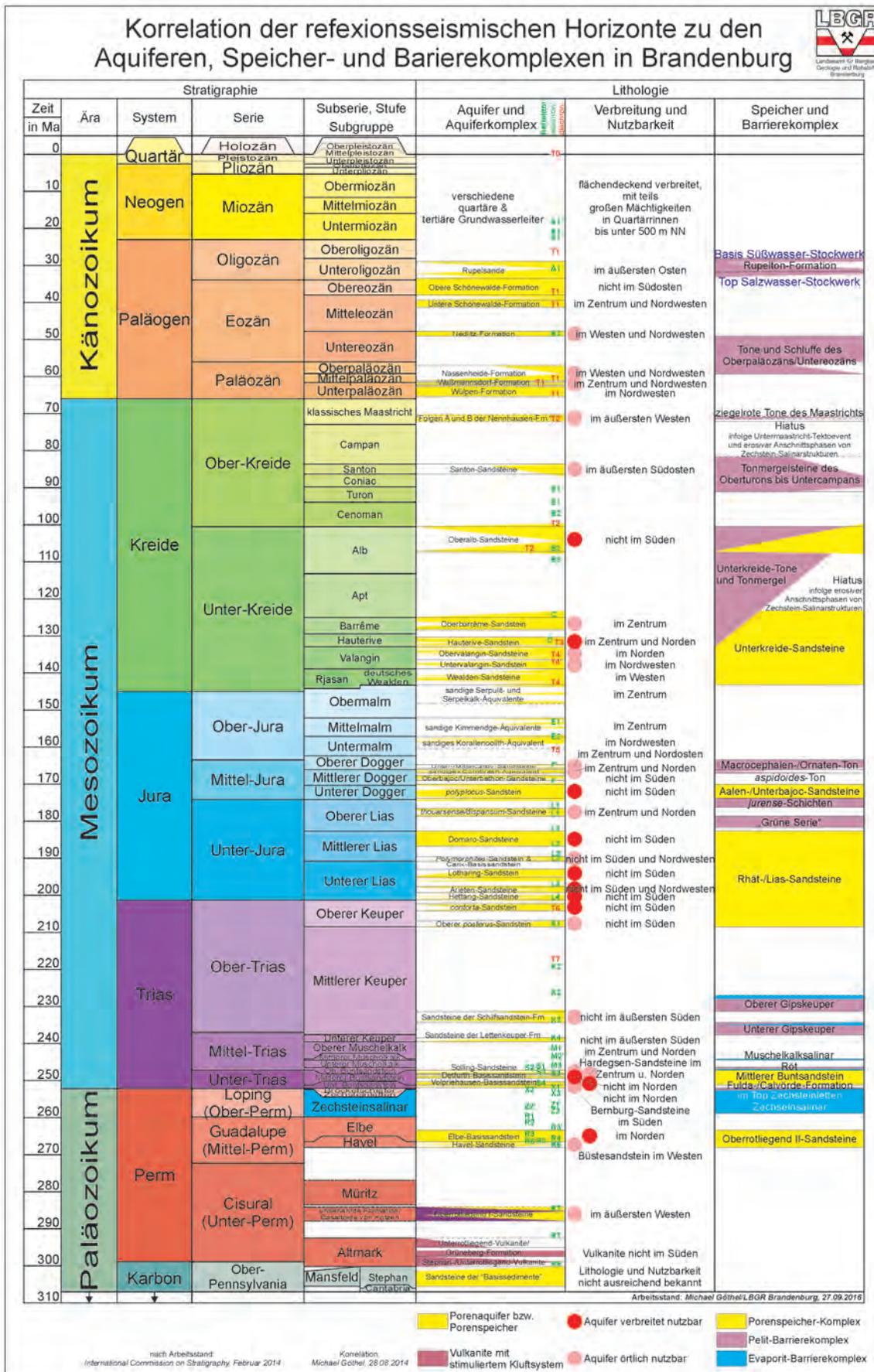


Abb. 2: Stratigraphische Korrelation der reflexionsseismischen Horizonte im Suprasalinär-Stockwerk
 Fig. 2: Stratigraphic correlation of seismic reflection interfaces into the suprasaliniferous tectonic formations

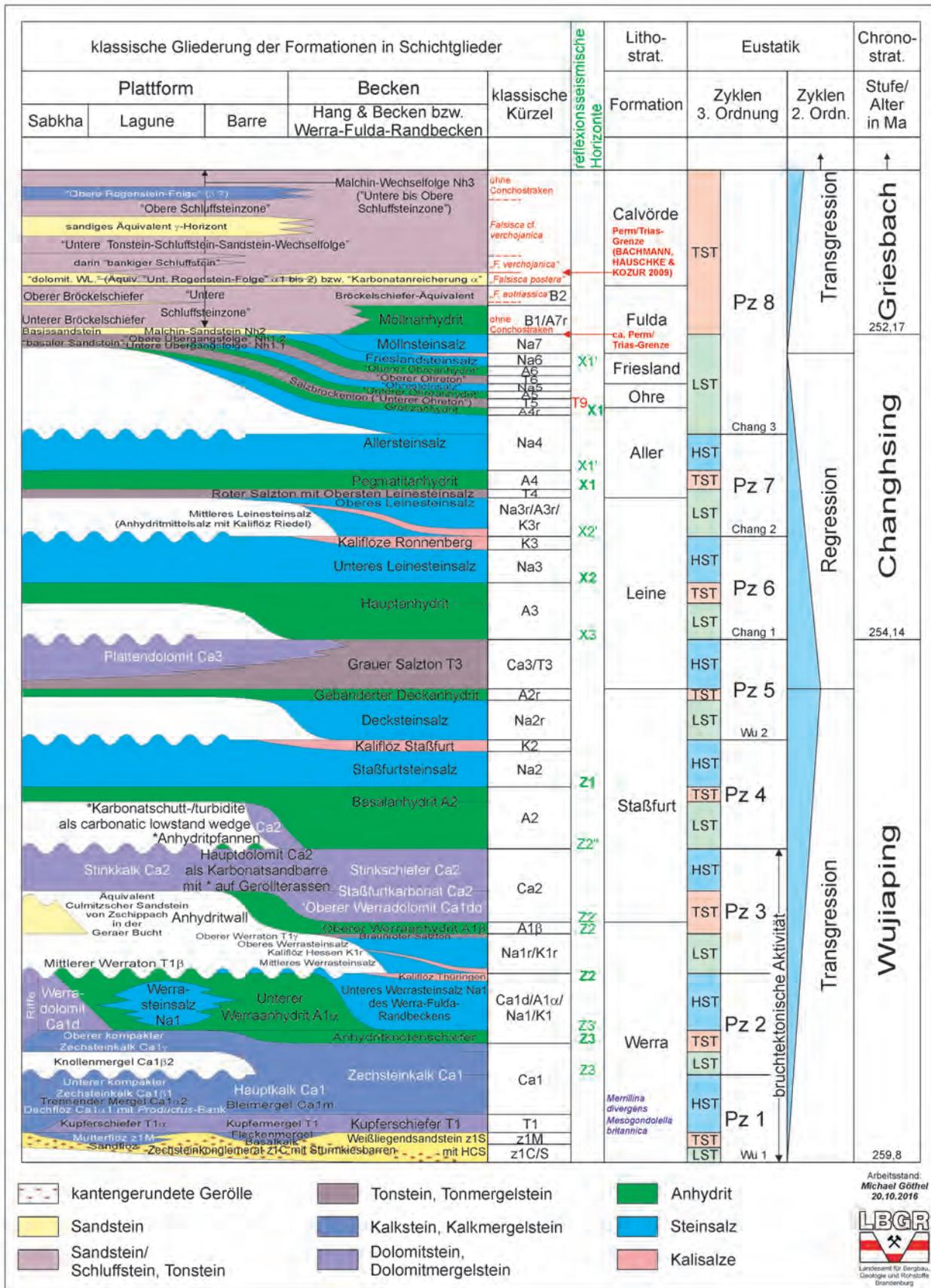


Abb. 3: Stratigraphische Korrelation der reflexionsseismischen Horizonte im Salinar-Stockwerk (Abb. 3 in GÖTHEL 2012 bzw. Abb. 6.29, S. 135 in ELICKI & BREITKREUZ 2016 aktualisiert)

Fig. 3: Stratigraphic correlation of seismic reflection interfaces into the saliniferous tectonic formations (updated fig.3 in GÖTHEL 2012 or fig. 6.29, p. 135 in ELICKI & BREITKREUZ 2016)

- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M. B., JACQUIN, T., DE GRACIANSKY, P.-C. & P. R. VAIL (1998): Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Chart. – In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T. & P. R. VAIL (eds.): Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins, SEPM Special Publication **60**, chart, Tulsa
- HOTH, K., RUSBÜLT, J., ZAGORA, K., BEER, H. & O. HARTMANN (1993): Die tiefen Bohrungen im Zentralabschnitt der Mitteleuropäischen Senke – Eine Dokumentation für den Zeitabschnitt 1962 – 1990. – Schriftenr. f. Geowiss. **2**, S. 145, Berlin
- HOTH, P., LINDERT, W. & D. WEYER (2005): Das Oberkarbon des zentralen Bereiches der Mitteleuropäischen Senke in Nordostdeutschland (Südwest-Mecklenburg, Nordwest-Brandenburg, Altmark). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland V – Das Oberkarbon (Pennsylvanium) in Deutschland. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **254**, S. 335–354, Stuttgart (Schweizerbart)
- JUBITZ, K.-B. (1959): Die Trias Ostthüringens als Rohstoffbasis (Baustein, Kalk, Zement). – In: HOPPE, W. (Hrsg.): Exkursionsführer Thüringer Becken. – Jahrestagung der Geologischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik vom 23. bis 26. April 1959 in Weimar, S. 99–138, 15 Abb., Berlin (Akademie-Verlag)
- KLAPPER, H. (1976): Gutachten Vertikalprofilierung in der TB Eldena 1/74. – Bericht VEB Geophysik Leipzig vom 31.07.1976, 15 S., 5 Anl., Leipzig (unveröff.)
- KÖRNER, D. (1985): Kombinationsordnung 04/06. – VS-VD-Registrierung des Regionalen Kartenwerkes. – Bericht Akten-Nr. 006 VEB Kombinat Geophysik Leipzig vom 01.12.1985, 7 S., Leipzig (unveröff.)
- NAUMANN, E. (1928): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lieferung 285, früher 2, Blatt Jena. – 5. Aufl., 65 S., 3 Tab., 4 Taf., Berlin
- REINHARDT, H.-G. (1993): Structure of Northeast Germany: Regional Depth and Thickness Maps of Permian to Tertiary Intervals Compiled from Seismic Reflection Data. – In: SPENCER, A. M. (ed.): Generation, Accumulation and Production of Europe's Hydrocarbon III. – Special Publication of the European Association of Petroleum Geoscientists **No. 3**, S. 155–165, Berlin, Heidelberg (Springer)
- SCHWAHN, D. (1975): Abschlußmonatsbericht der regionalen Suchbohrung E Eldena 1. – Bericht VEB Erdöl und Erdgas Grimmen vom 06.11.1975, 37 S., 19 Anl., Grimmen (unveröff.)
- SIGENEGGER, W.-D., RUDOLPH, I. & W. KÜHN (1976): Abschlußbericht über die Bearbeitung des Saxons der Bohrung E Eldena 1/74. – Bericht Zentrales Geologisches Institut Berlin, Hauptabteilung Schwerin vom 31.12.1976, 174 S., 54 Tab., 18 Anl., Schwerin (unveröff.)
- WAGNER, R. (1897): Beitrag zur genauen Kenntnis des Muschelkalks von Jena. – Abhandlungen der Königlich Preussischen geologischen Landesanstalt, Neue Folge **27**, 106 S., 1 Taf., Berlin

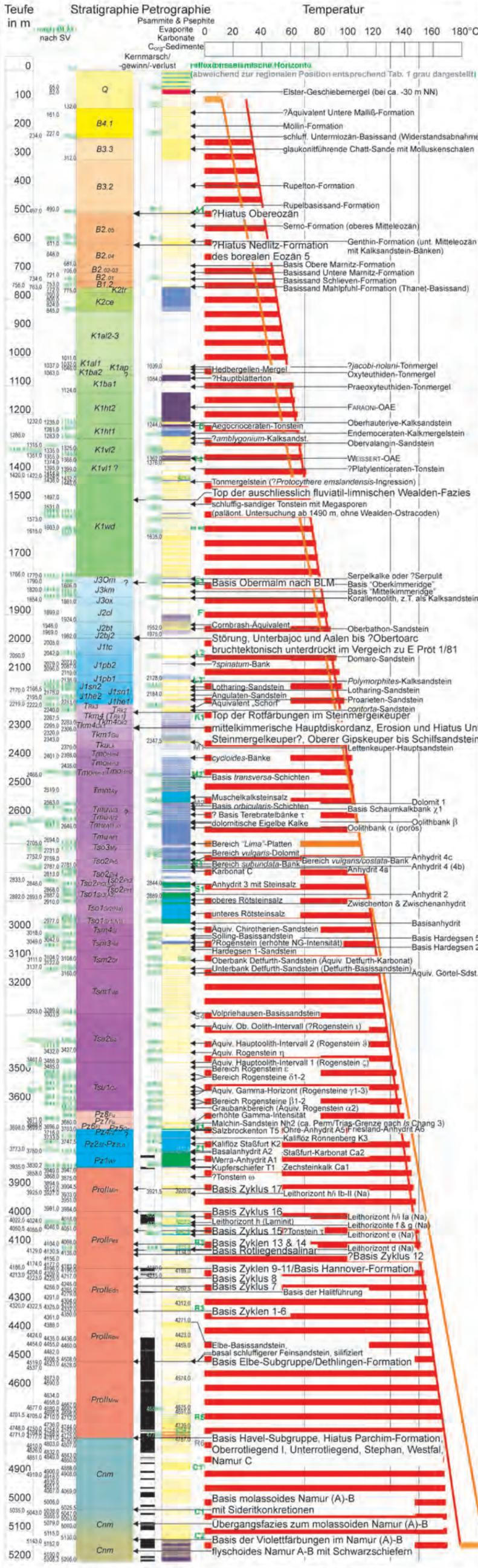
Anschrift des Autors:

Michael Göthel
Landesamt für Bergbau,
Geologie und Rohstoffe Brandenburg
Inselstraße 26
03046 Cottbus
michael.goethel@lbgr.brandenburg.de

Eldena E Ela 1/74

x: 58 95702,2 m
y: 44 70859,6 m
z: +42,4 m NN

horizontale Abweichung an der Endteufe: 129,0 m
Azimut an der Endteufe: 221,0 gon
Teufenreduktion an der Endteufe: 12,5 m

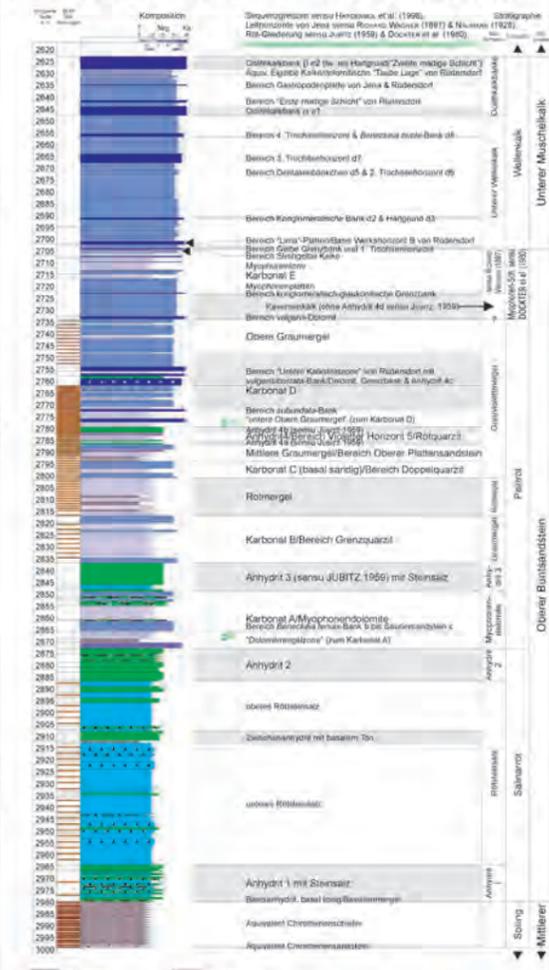


Farbgebung der stratigraphischen Einheiten nach dem "CMYK Color Code" der "Commission for the Geological Map of the World (CGMW, Oct. 2010)".

Kürzel der stratigraphischen Einheiten ergänzt und aktualisiert nach dem stratigraphischen Schlüssel im Datenspeicher "Bohrungsdaten (BD)" und der "Stratigraphischen Zuordnung reflexionsseismischer Horizonte" der ehemaligen Erdöl-Erdgas Gommern GmbH (Stand 1992 bzw. 6/1990) auf Basis der TGL 25234/04 (1981), 25234/05 (1980), 25234/08 (1981), dem Beiheft zur TGL 25234/08 (1981), der TGL 25234/09 (1976), 25234/10 (1976), 25234/12 (1980), 25234/13 (1981), 25234/14 (1981), 25234/15 (1976), 25234/16 (1977), 25234/17 (1978), 25234/18 (1976).



Oberer Buntsandstein und Unterer Wellenkalk nach BLM



Profil der Suchbohrung Eldena E Ela 1/74 der Erdöl-/Erdgas-Erkundung, 0,4 km westsüdwestlich Pröttlin

Geologisch-bohrlochgeophysikalische Nachinterpretation durch GÖTHEL, M./Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

nach dem Abschlussmonatsbericht von SCHWAHN, D. (VEB Erdöl-Erdgas, Grimmen vom 06.11.1975, unveröff.),

nach der bohrlochgeophysikalischen Interpretation durch GARBE, P. (VEB Geophysik, Grimmen vom 11.11.1975, unveröff.),

nach den Ergebnissen der mikropaläontologischen Untersuchungen an Spülproben von 1490 bis 2400 m Teufe durch DREYER, E. (Forschungsinstitut für die Erkundung und Förderung von Erdöl und Erdgas, Gommern vom 05.12.1974, unveröff.),

nach den Ergebnissen der mikrobiologischen Untersuchung des Präperm an Kermarschen von 4771,8 bis 5081,2 m Teufe durch BURMANN, G. (Zentrales Geologisches Institut, Berlin vom 11.08.1975, unveröff.),

nach den Ergebnissen der sporenstratigraphischen Untersuchung des Präperm an Kermarschen von 4771,8 bis 5081,2 m Teufe durch DÖRING, H. (Zentrales Geologisches Institut, Berlin vom 03.09.1975, unveröff.),

nach der Nachinterpretation des Rotliegenden in HOTH, P., RUSBÜLT, J., ZAGORA, K., BEER, H. & O. HARTMANN (1993),

nach der Nachbearbeitung des Karbons durch HOTH, P., LINDERT, W. & D. WEYER in WREDE, V. (2005),

nach dem Gutachten Vertikalprofilierung an der Brg. Eldena 1/74 durch KLAPPER, H. (VEB Geophysik Leipzig vom 31.07.1976, unveröff.)

Abb. 1: Profil und stratigraphische Zuordnung registrierter seismischer Reflexionshorizonte am Beispiel der Bohrung Eldena E Ela 1/74 [BLM – Bohrlochmessung, SV – Schichtenverzeichnis, OAE – ozeanisches sauerstofffreies Ereignis, Neuinterpretation durch M. GÖTHEL/Geologischer Dienst Brandenburg auf Grundlagen von SCHWAHN 1975*, GARBE 1975, DREYER 1975, BURMANN 1974, DÖRING 1975, HOTH et al. 1993 und HOTH, LINDERT & WEYER 2005, KLAPPER 1976] *Die Ergebnisse des Abschlussberichtes über die Bearbeitung des Saxon (SIGENEGER, RUDOLPH & KÜHN 1976), wie die korrigierten Kernmarschteufen, sind nicht eingearbeitet.

Fig. 1: Profile and stratigraphic correlation of recorded seismic reflection interfaces on the example of borehole Eldena E Ela 1/74 [BLM – borehole measurements, SV – lithological drilling log, OAE – oceanic anoxic event, updated interpretation by M. GÖTHEL/Geological Survey of federal state Brandenburg according to SCHWAHN 1975, GARBE 1975, DREYER 1975, BURMANN 1974, DÖRING 1975, HOTH et al. 1993 and HOTH, LINDERT & WEYER 2005, KLAPPER 1976]

Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge

Autorenhinweise

Die Zeitschrift „Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge“ widmet sich geologischen, lagerstättenkundlichen und bergbaulichen Themen von Brandenburg und Berlin sowie dem neuesten Forschungsstand in den geowissenschaftlichen Disziplinen. Die eingereichten Beiträge sollen diesem Profil entsprechen. Es werden Originalarbeiten und wissenschaftliche Informationen veröffentlicht, die noch nicht andernorts publiziert wurden. Die Redaktion behält sich das Recht vor, Manuskripte zur Überarbeitung an die Autoren zurückzusenden.

Ihre Manuskripte senden Sie bitte in digitaler Form (e-mail, CD) an das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Redaktion z. Hd. Frau Dr. Jaqueline Strahl (Tel.: 0355-48640-156), PSF 10 09 93, 03009 Cottbus oder per e-mail an: jaqueline.strahl@lbgr.brandenburg.de. Weitere Anfragen richten Sie bitte ebenfalls an die obige Adresse.

Manuskript

- Der **Umfang** des Manuskripts sollte **zehn Seiten (A4, 1,5 zeilig)** nicht überschreiten. Wissenschaftliche **Kurzinformationen** sind einschließlich der Abbildungen auf maximal **fünf Seiten** zu bemessen.
- Jedem Beitrag ist eine kurze **deutsche und englische Zusammenfassung** beizufügen.
- Bitte **übersetzen** Sie den **Titel** des Beitrags, die **Unterschriften der Abbildungen, Tafeln und Tabellen** ebenfalls **ins Englische**.
- Die Textdateien sollten unformatiert sein und in Word abgefasst werden (Schrift: Times New Roman 10 pt).
- Absätze bitte mit einer Leerzeile trennen.
- **Word-Dokumente** bitte **nicht mit integrierten Abbildungen** liefern, d. h. Text und Abbildungen immer in separaten Dateien einschicken!

Abbildungen

- Wir empfehlen, die Anzahl von bis zu 7 Abbildungen je Beitrag nicht zu überschreiten.
- Zur Beschriftung in den Abbildungen verwenden Sie bitte den Schriftsatz „Arial“.
- Jede Abbildung ist separat mit Nummer und Autorennamen zu kennzeichnen und als einzelne Datei zu liefern.
- Die Abbildungsunterschriften sind in einer gesonderten Datei beizugeben.
- Digital hergestellte **Zeichnungen und Abbildungen** sollten die **Formate Adobe Illustrator (.ai), Corel-Draw (.cdr) oder .pdf und .eps aus vorgenannten Programmen** haben, **Fotos** hochauflösendes (**mindestens 300 dpi!**) **TIFF (.tif)- bzw. JPG (.jpg)-Format**, andere nach Absprache. Das Originalformat bitte immer mitschicken!

Tabellen

- Tabellen bitte mit einem Tabellenprogramm schreiben (Word, Excel).

Zitierweise

Im Text:

- WUNDERLICH (1974) bzw. (WUNDERLICH 1974) oder
- PILGER & STADLER (1971) sowie NÖLDEKE et al. (1977) bei mehr als zwei Autoren

Im Literaturverzeichnis:

- BUBNOFF, S. v. (1953): Über die Småländer „Erdnaht“. – Geol. Rdsch. **41**, S. 78–90, Stuttgart
- NIESCHE, H. & F. KRÜGER (1998): Das Oder-Hochwasser 1997 - Verlauf, Deichschäden und Deichverteidigung. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **5**, 1, S. 15–22, Kleinmachnow
- FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & J. ZINNER (1985): Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland 1 : 200 000. – 79 S., Hannover (Schweizerbart)
- KRONBERG, P. (1976): Photogeologie, eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der geologischen Auswertung von Luftbildern. – 268 S., Stuttgart (Enke)

Autorennamen bitte in **Kapitalchen** schreiben, **nicht in Großbuchstaben**.

Autorenname(n): Akademischer Titel, Vorname, Name, und Anschrift der Institution oder gegebenenfalls die Privatanschrift, wenn gewünscht, auch e-mail-Adresse

Grundsätze zu Rechtschreibung und Zeichensetzung

Datum: Entweder 1. März 2011 oder 01.03.2011; **Einheiten**: 2 km, 50 % – Einheitszeichen mit Zwischenraum zwischen Zahl und Zeichen verwenden; **Euro**: ausschreiben; **Rechenzeichen**: 6 + 2 = 8 – mit Zwischenraum zwischen Zahl und Rechenzeichen, ebenso </> mit festem Leerzeichen vor der Zahl **ABER** -2 – Vorzeichen vor der Zahl ohne Zwischenraum; **mehrstellige Zahlen**: 5 350 Gliederung von der Endziffer aus durch Zwischenraum in dreistellige Gruppen; **Schrägstrich**: 2010/11 – ohne Zwischenraum; **Gedankenstrich**: 1999–2011 Gedankenstrich für „gegen“ und „bis“; **Festabstände**: z. B., u. a. – Abkürzungen mit Zwischenraum; **Telefonnummern**: (03 31) 12 34 56 78 – Gliederung der Zahlen von rechts beginnend in zweistellige Gruppen

Die Zeitschrift „Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge“ des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg wird seit 1994 herausgegeben

Bisher sind erschienen:

1994,	Heft 1,	128 S.,	51 Abb.,	14 Tab.	Zur Quartärgliederung
1995,	Heft 1,	144 S.,	83 Abb.,	15 Tab.	
1995,	Heft 2,	96 S.,	37 Abb.,	5 Tab.	Neotektonik in Mitteleuropa
1996,	Heft 1,	160 S.,	100 Abb.,	9 Tab.	Geotope
1997,	Heft 1,	96 S.,	57 Abb.,	2 Tab.	Ehrenkolloquium für Dr. G. Schwab
1997,	Heft 2,	96 S.,	61 Abb.,	14 Tab.	
1998,	Heft 1,	84 S.,	74 Abb.,	4 Tab.	Standsicherheit Flußdeiche
1998,	Heft 2,	84 S.,	35 Abb.,	10 Tab.	
1999,	Heft 1,	116 S.,	55 Abb.,	15 Tab.	Geopotentiale
1999,	Heft 2,	80 S.,	34 Abb.,	5 Tab.	Lithofazieskartenwerk Quartär (DDR)
2000,	Heft 1/2,	196 S.,	121 Abb.,	23 Tab.	Quartär, Inlandeis­theorie
2001,	Heft 1,	48 S.,	6 Abb.,	8 Kt.	Neogeodynamica Baltica
2002,	Heft 1/2,	156 S.,	77 Abb.,	29 Tab.	
2003,	Heft 1/2,	202 S.,	157 Abb.,	22 Tab.	Airborne Laserscanning
2004,	Heft 1/2,	184 S.,	82 Abb.,	17 Tab.	Geothermie, Stratigraphie des Känozoikums
2005,	Heft 1/2,	180 S.,	120 Abb.,	15 Tab.	
2006,	Heft 1/2,	176 S.,	118 Abb.,	19 Tab.	Regionalgeologie, ausgewählte Geopotenziale
2007,	Heft 1	98 S.,	59 Abb.,	11 Tab.	
2007,	Heft 2	112 S.,	83 Abb.,	25 Tab.	Sonderheft: Rohstoffbericht Brandenburg
2008,	Heft 1/2	170 S.,	108 Abb.,	27 Tab.	
2009,	Heft 1/2	111 S.,	61 Abb.,	9 Tab.	
2010,	Heft 1/2	130 S.,	86 Abb.,	9 Tab.	
2011,	Heft 1/2	134 S.,	178 Abb.,	3 Tab.	
2012,	Heft 1	120 S.,	77 Abb.,	16 Tab.	
2012,	Heft 2	116 S.,	188 Abb.,	7 Tab.	Sonderheft: Braunkohlentiefbau in Ostbrandenburg
2013,	Heft 1/2	158 S.,	127 Abb.,	16 Tab.,	2 Taf.
2014,	Heft 1/2	150 S.,	124 Abb.,	14 Tab.,	1 Einlegeblatt
2015,	Heft 1	154 S.,	50 Abb.,	8 Tab.,	93 S. Anh.
2015,	Heft 2	Sonderband 2016 mit Arbeitsberichten zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 28,			
		245 S.,	132 Abb.,	12 Tab.,	13 S. Anh.

Geologische Karten zum Land Brandenburg (Auswahl)

Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000

- Geologische Grundkarte (GÜK 300); 14,00 €
- Tiefenlinienkarte der Zechsteinoberfläche (GK 300 Z-OK); 14,00 €

Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Bodengeologische Grundkarte (BÜK 300); 14,00 €

Karte der oberflächennahen Rohstoffe Steine und Erden des Landes Brandenburg 1 : 300 000 (KOR 300), 2. überarb. Aufl.; 15,00 €

Übersichtskarte Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin 1 : 300 000 mit Beiheft; 5,00 €

Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 100 000 mit Beiheft (Kreiskarten); je 10,00 €

Geologische Karte von Berlin und Umgebung 1 : 100 000

- Geologische Grundkarte (GÜK 100); 8,00 €
- Karte ohne Quartär mit Darstellung der Tiefenlage der Quartärbasis (GKoQ); 12,00 €

Geologische Karte des Landes Brandenburg 1 : 50 000

Doppelblatt L 3952/3954 Eisenhüttenstadt – Eisenhüttenstadt-Ost/Cybinka; 15,00 €

Bodengeologische Karte 1 : 50 000 (BK 50), Blatt L 3744 Potsdam; 10,00 €

Hydrogeologische Karte 1 : 50 000 (HYK 50), je Blatt-Nr. 4 Teilkarten:

- Karte der oberflächennahen Hydrogeologie (HYK 50-1)
- Karte des weitgehend bedeckten Grundwasserleiterkomplexes GWLK 2 (HYK 50-2)
- Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (HYK 50-3)
- Hydrogeologische Schnitttafel (HYK 50-S)

Alle Blatt-Nr. werden als Kartenplots, je Teilkarte zu einer Gebühr von 10,00 € herausgegeben.

Rohstoffgeologische Karte 1 : 50 000, Karte der oberflächennahen Rohstoffe (KOR 50), flächendeckend für das Land Brandenburg, je Kartenplot 15,00 €

Atlas zur Geologie von Brandenburg 1 : 1 000 000, 4. Aufl.; 25,00 €

Weitere thematische Karten sowie ältere Unterlagen sind im Archiv des LBGR auf Anfrage und/oder unter www.geo.brandenburg.de/lbgr/bergbau verfügbar. Ein vollständiges Vertriebsverzeichnis können Sie im LBGR anfordern.

Zu beziehen über:

Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg,

Vertrieb: Telefon: (0355) 48640-177, Telefax: (0355) 48640-510

e-mail: lbgr@lbgr.brandenburg.de, Internet: www.lbgr.brandenburg.de

