

1/2
2013

Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge



Titelbild (zum Beitrag B. & W. ZWENGER, S. 141 – 152):

Der Große Stein – ein Spaltrest des ehemaligen Neuendorfer Amt Steins; Blick nach Osten auf die Spaltfläche mit den Resten von 21 Bohrlöchern.

Großer Stein – a residual of the former Amt Stein of Neuendorf; looking east at the cleavage plane with the remains of 21 boreholes.

Foto: W. ZWENGER, 16.09.2011

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Präsident: Dr.-Ing. Klaus Freytag
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: 15,00 €

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

Printed in Germany
ISSN 0947-1995

Beiträge
zum historischen Braunkohlenbergbau in Brandenburg,
zur Geopotenzial-Klassifikation in Mecklenburg-Vorpommern,
zur Hydrogeologie in Berlin und Brandenburg,
zu Paläontologie und Quartärstratigraphie sowie
zur Historie der Nutzung von Bau- und Skulpturgesteinen

	INHALT	CONTENTS	Seite
RALF-GÜNTER WEDDE	Über den historischen Braunkohlentiefbau in Nordbrandenburg und südlich von Berlin	About the history of the deep brown coal mining in North Brandenburg and in the area southern of Berlin	3 – 43
RALF-OTTO NIEDERMEYER	Geopotenzial-Klassifikation im sedimentologischen Kontext – Beispiel Mecklenburg-Vorpommern (NE-Deutschland)	Geopotential classification in a sedimentological context – The example of Mecklenburg-Vorpommern (NE-Germany)	45 – 62
GERHARD HOTZAN & THOMAS VOSS	Komplexe hydrogeochemisch-genetische Kartierung zur Einschätzung der Salzwassergefährdung pleistozäner und tertiärer Grundwasserleiter im Raum Storkow-Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt	Complex hydrogeochemic-genetic mapping for evaluation of the endangerment of pleistocene and tertiary aquifers by saline waters in the region Storkow-Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt	63 – 82
HANS JÜRGEN HAHN, DIRK MATZKE, ANNETTE KOLBERG & ALEXANDER LIMBERG	Untersuchungen zur Fauna des Berliner Grundwassers – erste Ergebnisse	Studies on the fauna of the groundwater of Berlin – first results	85 – 92
HARTMUT VERLEGER & ALEXANDER LIMBERG	Einfluss des Klimawandels auf die Grundwasserstände im Urstromtal von Berlin – Orientierende Untersuchungen	The impact of climate change on the groundwater level – orientating investigations	93 – 100
HERBERT SÜSS & HANS-RUDOLF KNÖFLER	Ein neues Podocarpaceen-Holz, <i>Circoporoxylon barnimense</i> , aus dem Geschiebe von Brandenburg, Deutschland	A new Podocarpaceae-wood, <i>Circoporoxylon barnimense</i> , from the erratic blocks of Brandenburg, Germany	101 – 107
RALF KÜHNER	Die Faltenzone Radewiese-Briesnig im Tagebau Jänschwalde (Südbrandenburg) – eine warthezeitliche Eisrandlage?	The Radewiese-Briesnig fault zone in the Jänschwalde opencast mine (South Brandenburg) – a Warthian ice marginal position?	109 – 116
SIXTEN BUSSEMER, CHRISTOPH KUNDEL & JAQUELINE STRAHL	Komplexe landschafts-genetische und standortkundliche Studie zum Einzugsgebiet des Regenbogensees (Barnim) als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees Brandenburgs	Complex landscape genetical and land evaluationary survey for the drainage basin of the Regenbogensee (Barnim) as a prototype of mesotrophic softwaterlakes in Brandenburg	117 – 123
WOLFGANG ZWENGER	Ein holozäner Süßwasserkalk vom Scharmützelsee	Holocene freshwater limestone from the lake Scharmützelsee	125 – 133
JÖRG BOWITZ & ANGELA EHLING	Bau- und Skulpturgesteine des Mittelalters in der Mark Brandenburg	Sandstones used for medieval buildings and sculptures in the Mark Brandenburg	135 – 139
BARBARA & WOLFGANG ZWENGER	Geologie und baugeschichtliche Verwendung des Großen Steins/ Amt Steins von Oderberg-Neuendorf im Landkreis Barnim (Brandenburg)	Geology and architectural history of the „Großer Stein“ (Big Rock)/ Amt Stein from Oderberg-Neuendorf in the administrative district of Barnim (Brandenburg)	141 – 152

	INHALT	CONTENTS	Seite
	Aus dem Landesamt	From the Geological Survey	
ANGELIKA SEIDEMANN	Grenzüberschreitende Geologische Kartierung wird fortgeführt	Cross-border geological mapping is proceeded	108
	Personalia	Personalia	140
	Kurzmitteilungen	Short news	
ANGELA HERMSDORF, FELIX MÖHLER & SILVIA DINSE	Information zum Grundwassergleichenplan 2011 Brandenburg	Information about water table contour plan 2011 of state Brandenburg	83 – 84
ALEXANDER LIMBERG & ANGELA SONNTAG	Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 Blatt Berlin (Blatt 14)	Geological map 1 : 100 000, Berlin (sheet 14)	124
ANGELIKA SEIDEMANN & HANS-GEORG THIEM	Übersichtskarte „Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin“ erschienen	General map „Mining in federal states of Brandenburg and Berlin“ is published	153
LOTHAR LIPPSTREU & JAQUELINE STRAHL	Zum Gedenken an Dr. Klaus Erd	In remembrance of Dr. Klaus Erd	154 – 156
WERNER STACKEBRANDT	Nachruf Prof. Bankwitz		157
	Buchbesprechung	Book review	
HOLGER VÖHL	Standortbeschreibung Gorleben, Teil 4. Geotechnische Erkundung des Salzstocks Gorleben	Description of the Gorleben Salt dome Part I: Geotechnical investigation of the Gorleben Salt dome	44
UWE STRAHL	Mecklenburgische Seenplatte. Eiszeitmeer und Lesesteine	The Mecklenburg Lake District. Glacial sea and field stones.	134

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 3 – 43	47 Abb., 8 Tab., 38 Zit.
------------------------------	---------	----------------	-----------	--------------------------

Über den historischen Braunkohlentiefbau in Nordbrandenburg und südlich von Berlin

About the history of the deep brown coal mining in North Brandenburg and in the area southern of Berlin

RALF-GÜNTER WEDDE

1 Einleitung

Der Braunkohlenfund nahe dem Gutshof von Petershagen (Landkreis Märkisch Oderland) im Sommer des Jahres 1756 war Anlass, zunächst in der näheren Umgebung des *Fundpunktes*, später auch in anderen Gebieten Ostbrandenburgs, vorrangig in den Landkreisen Märkisch Oderland und Oder-Spree, nach weiteren Kohlevorkommen zu suchen (*schürfen*). In den Anfängen der 1860er Jahre wurden *bergbauliche* Unternehmungen auch in den damaligen Kreisen West-Prignitz und Ost-Prignitz (vgl. CRAMER 1885; heute: Landkreise Prignitz und Ostprignitz-Ruppin) und in den Landkreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald (vgl. CRAMER 1876) begonnen und sukzessive weitergeführt. Auch im angrenzenden Land Mecklenburg-Vorpommern (MV) war die Suche nach *Braunkohle* erfolgreich. Am Wanzeberg bei Malliß/Conow wurde mit zwischenzeitlichen Unterbrechungen von 1817 bis 1960 Braunkohlentiefbau betrieben.

2 Braunkohlentiefbau bei Malliß/Conow im Landkreis Ludwigslust-Parchim (MV)

Die „Braunkohlengruben von Malliß/Conow“ waren die einzigen im Tiefbau betriebenen Gruben im gesamten Land Mecklenburg-Vorpommern.

Der Braunkohlentiefbau erfolgte wie im Land Brandenburg auch hier im *Abbauverfahren des Kammer-Pfeiler-Bruchbaus*.

Im Gegensatz zu den durch *glazigene* Einwirkungen emporgedrückten *miozänen* Kohleflözen in Ostbrandenburg befinden sich die Braunkohlenvorkommen von Malliß an der Südwestflanke eines pfpfenartigen Salzstockes, der aus rund 3000 m Tiefe auf Schwächezonen des Hangenden aufgestiegen ist (Abb.1).

Der Aufstieg des Salzstockes begann am Ende der Unterkreide vor ca. 100 Mio. Jahren. Der *Salzstock* durchbrach die mesozoischen Schichten und wölbte auch die *tertiären* und quartären Sedimente auf, so dass diese bis in Oberflä-

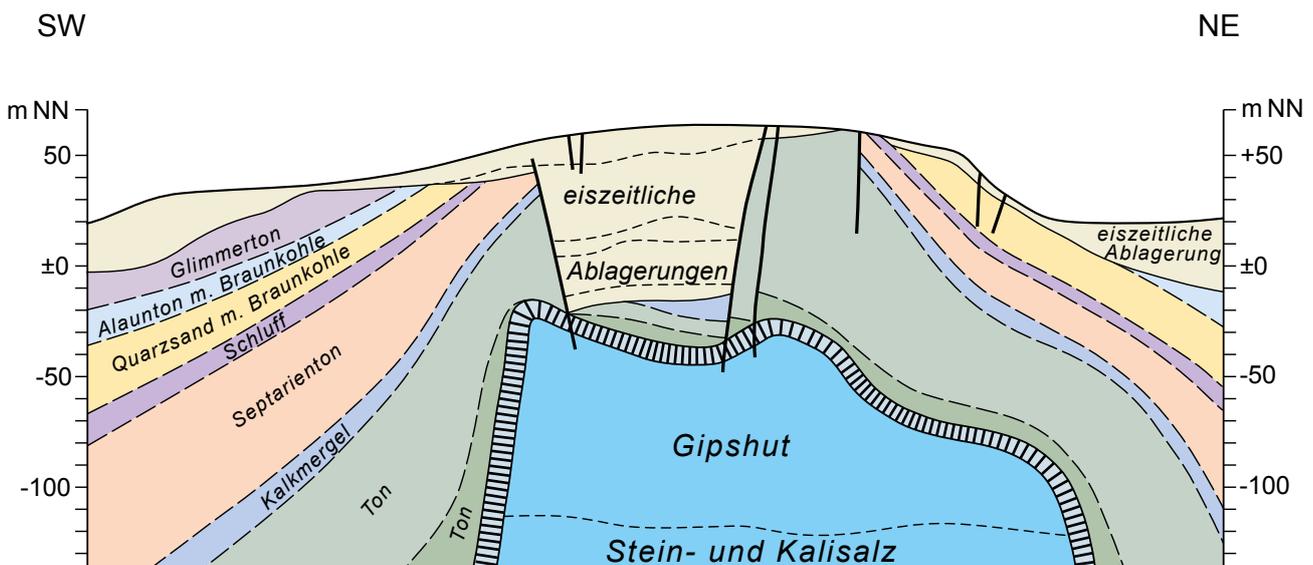


Abb. 1: Schematisches Profil des Salzstockes Conow (umgezeichnet und leicht verändert nach PINZKE 2011)
 Fig. 1: Schematic profile of the salt dome Conow (redrawn and slightly modified after PINZKE 2011)

chennähe gelangten. Eines dieser tertiären Schichtenpakete ist die so genannte miozäne Mallißer Braunkohlenformation mit insgesamt drei Braunkohlenflözen, von denen die zwei *bauwürdigen* Flöze (Ober- und Unterflöz) eine durchschnittliche *Mächtigkeit* von etwa 2 m haben. Das bauwürdigere *Flöz* war das Unterflöz.

In den „Braunkohlengruben von Malliß/Conow“ fand der Braunkohlenabbau von Süden (Marienstolln) in Richtung Nordwesten (Conow VI) mit mehrmaligen längeren Unterbrechungen ab 1817 bis 1960 statt (Abb. 2).

Die Kenntnis der schon im 16. und 17. Jahrhundert bei Bockup abgebauten Alauntone veranlasste Herzog FRIEDRICH FRANZ von Mecklenburg (nach ihm wurde die von 1817 bis 1838 betriebene Zeche benannt) bereits 1790, Sucharbeiten nach Braunkohle auf dem Wanzeberg durchführen zu lassen und schon 1817 begannen erste bergbauliche Arbeiten mit dem Abbau des Oberflözes im Friedrich-Franz-Feld. Infolge des geringen Absatzes der Kohlen wurden die Gewinnungsarbeiten 1838 jedoch zunächst eingestellt. 1856 erwarb eine Aktiengesellschaft, der Mecklenburgische Bergbau-Verein, die Friedrich-Franz-Zeche und die Förderung wurde wieder aufgenommen. Knapp 25 Jahre später wurde der Abbau des Oberflözes aufgrund der immer schwieriger werdenden Wasserhaltung nochmals eingestellt.

Mit der industriellen Entwicklung im Mallißer Gebiet (u. a. Mallißer Ziegelei) stieg jedoch die Nachfrage nach preiswerter Kohle wieder, sodass zur Steigerung der Braunkohlenförderung ab dem Jahre 1875 mit dem Abbau des Unterflözes im Marienstolln-Feld und ab 1880 im Conow-Feld vorangebracht wurde.

In den Südhang des Wanzeberges wurde der Marienstolln in den Berg getrieben, welcher der Förderung und der Wasserhaltung diente. Der Abtransport der Kohle erfolgte u. a. auf Lastkähnen. Über einen eigens für den Kahntransport angelegten Stichkanal zum Eldekanal war der Anschluss an das Wasserstraßennetz geschaffen.

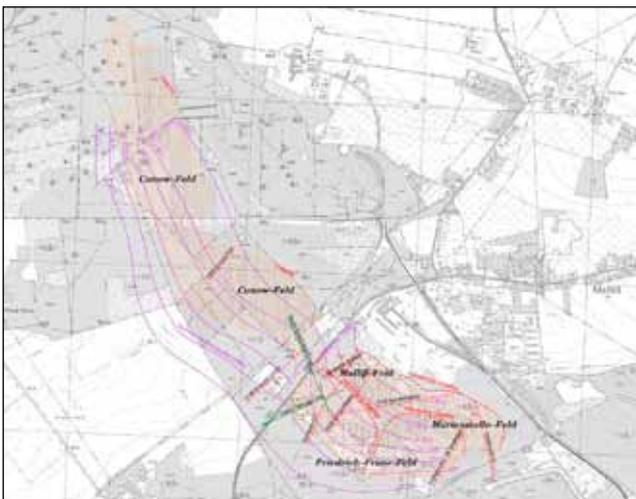


Abb. 2: Übersichtspläne des ehemaligen Braunkohlentiefbaus südwestlich Malliß/Conow (entnommen aus: BIRNDT & TRILLER 2005)

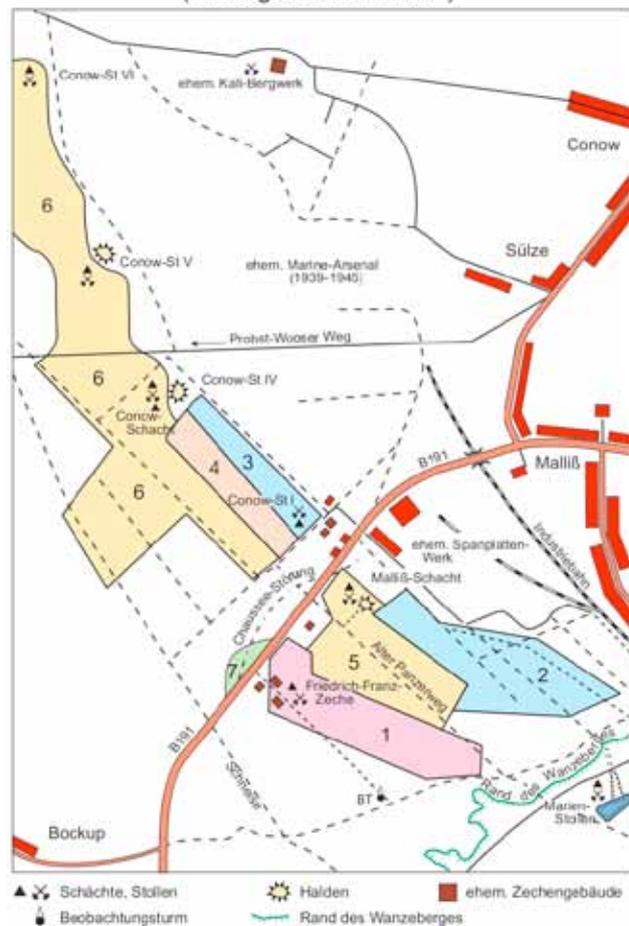
Fig. 2: General plans of former deep brown coal mining pits south-west of Malliß/Conow (removed from BIRNDT & TRILLER 2005)

Durch die Konkurrenz der mitteldeutschen Braunkohlenbetriebe kam der Abbau im Mallißer Revier 1908 erneut zum Erliegen. Die dann nochmals aufgenommene Braunkohlenförderung von 1922 bis 1926 im Conow-Feld (Unterflöz) diente vor allem der Conower Kaligewerkschaft zur Eigenversorgung.

Die Brennstoffknappheit nach dem 2. Weltkrieg war der Anlass, die Gewinnungsarbeiten zum wiederholten Mal aufzunehmen. Die Förderung begann 1947 mit dem Abbau von *Restpfeilern* im Bereich des Conow-Stollns I. Mit dem Abteufen des Malliß-Schachtes im Jahre 1948 begann die Erschließung der restlichen Feldesteile im Malliß-Feld. Mit der Ausrichtung der tonnlägigen Schächte Conow IV, V und VI verlagerten sich die Gewinnungsarbeiten auf das Hauptfeld Conow im nordwestlichen Bereich der Lagerstätte (Tab. 1).

Dem Flözeinfallen folgend, erreichte man Abbauteufen von 50 m bis zur westlichen Begrenzung der Lagerstätte infolge einer Störungszone. Die Gesamtaufahrungen des Mallißer Braunkohlentiefbaus erstrecken sich auf eine Fläche von ca. 120 ha.

Abbaufelder im Mallißer Braunkohlenrevier 1817 - 1960 (Altbergbau-Bruchfelder)



Abbauzeit	Grubenbezeichnung/Betreiber	Baufeld-Flöz
1817 – 1838	Friedrich-Franz-Zeche	Friedrich-Franz-Feld – Oberflöz
1851 – 1862	Kaufmann MARSSMANN 1856: Mecklenburgischer Bergbauverein AG	Friedrich-Franz-Feld – Oberflöz
1862 – 1873	Mecklenburgische Bergbauunion	Friedrich-Franz-Feld – Oberflöz
1873 – 1908	1873: Mallißer Gewerkschaft SCHÖN, HORSCHITZ und Genossen OHG 1882: Mallißer Ziegelei- und Bergwerksgesellschaft	Friedrich-Franz-Feld – Oberflöz Marienstolln-Feld – Unterflöz Conow-Feld – Unterflöz
1922 – 1926	Gewerkschaft Conow	Conow-Feld – Unterflöz
1946 – 1960	Mecklenburgische Braunkohlenbergbau GmbH ab 1950 „Braunkohlenbergwerk Malliß“ Land Mecklenburg	Malliß-Feld – Unterflöz Conow-Feld – Unterflöz

Tab. 1: Übersicht über die Abbauzeiten, Betreiber der Gruben und der Baufelder/Flöze nach BIRNDT & TRILLER (2005)
 Tab. 1: Overview of the times of mining, mine operators and panels/seams after BIRNDT & TRILLER (2005)

Die Abbautiefen schwankten zwischen 6 und 50 m. Insgesamt wurden auf den „Braunkohlengruben von Malliß/Conow“ ca. 1,8 Mio. t Braunkohle im Tiefbau gewonnen. Im Malliß-Conower Revier waren unter anderem die *Markscheider* MENGENBIER (1830), PINNO (1880), STOFFREGEN (1888), W. WEBER (1926) und W. SCHMIDT tätig (frdl. mdl. Mitt. H. BIRNDT).

Seit 1908 war der 1875 in Betrieb genommene Marienstolln dem Verfall preisgegeben und wurde fast gänzlich von Dünsand verschüttet. Um 1995 begann unter fachlicher Leitung von Herrn H.-J. BÖTEFÜR aus Malliß die Freilegung und Neugestaltung des Mundloches (Abb. 3). Dabei kamen mehrere bis dahin nicht bekannte Schmuckelemente zum Vorschein, die heute im Regionalmuseum des Amtes Malliß in Kaliß ausgestellt sind.

Auch das Stollnmundloch von Conow I wurde freigelegt und restauriert. An beiden Mundlöchern geben Hinweistafeln wichtige Informationen zu den Stolln und zur Bergbaugeschichte um Malliß/Conow.

Die zeitlich letzten (nördlichsten) Stolln der „Braunkohlengruben von Malliß/Conow“ waren die Förderstolln Conow V und Conow VI. Auch in den „Braunkohlengruben von

Malliß/Conow“ kam, wie schon erwähnt, das Abbaufahren des Kammer-Pfeiler-Bruchbaus zur Anwendung mit der möglichen Folgeerscheinung des Nachbrechens von abbaubedingten Hohlräumen bis an die Tagesoberfläche. Dazu gab Herr Dr.-Ing. H. BIRNDT auf einer Fachexkursion den Teilnehmern nähere Erläuterungen (Abb. 4 – 5).

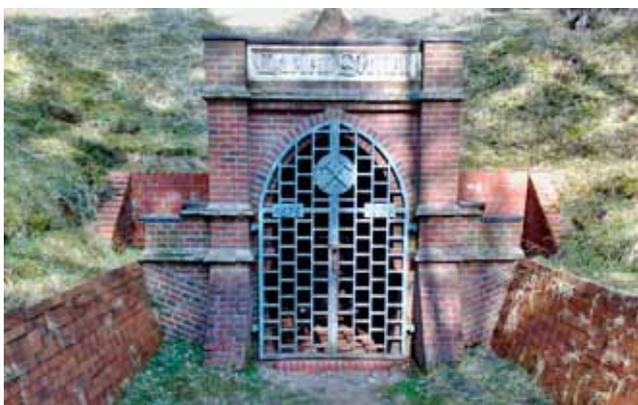


Abb. 3: Marienstolln-Mundloch, restauriert 1999 (Foto: Bildarchiv R.-G. WEDDE)
 Fig. 3: Mouth of Marienstolln, restored in 1999 (photo: archive R.-G. WEDDE)



Abb. 4: Tagesbruch 2003, Tiefe: 3 m, Ø: 4 m (Foto: R.-G. WEDDE)
 Fig. 4: Cave to the surface in 2003, depth: 3 m, diameter: 4 m (photo: R.-G. WEDDE)



Abb. 5: Tagesbruch 2004 im Feld „Conow VI“, Tiefe: 9 m, Ø: 9 m (Foto: R.-G. WEDDE)
 Fig. 5: Cave to the surface in 2004 in field „Conow VI“, depth: 9 m, diameter: 9 m (photo: R.-G. WEDDE)

3 Die Braunkohlengruben in den Landkreisen Prignitz und Ostprignitz-Ruppin

Der Geheime Bergrat und Oberbergrath in Halle (Saale), H. CRAMER, beschrieb bis zum Jahr 1885 auch die bergmännischen Aktivitäten des Braunkohlentiefbaus in den damaligen Kreisen Westprignitz und Ostprignitz (Abb. 6). Darin beschreibt er sehr präzise die Mehrzahl der bis zu diesem Zeitpunkt in Betrieb gewesenen Braunkohlenbergwerke z. B. mit den Fördermengen und den Belegschaftsstärken (Abb. 7).

3.1 Die „Gülitzer Braunkohlengruben“ bei Gülitz (1848 – 1905; 1946 – 1949)

An der Grenze zum Bundesland Mecklenburg-Vorpommern wurde bereits 1847 nördlich von Perleberg in der Nähe des Ortes Gülitz (Abb. 8) ein größeres Braunkohlenvorkommen nachgewiesen. Die Annahme der *Mutung* der Gülitzer Kohlegruben erfolgte am 10. Dezember 1847 und die *Verleihung* am 12. Juni 1848.

Die *Consolidierung* (Cons.) der Braunkohlengruben „Otilienzeche“, „Fortuna“, „Freundschaft“, „Louise“, „Adel-

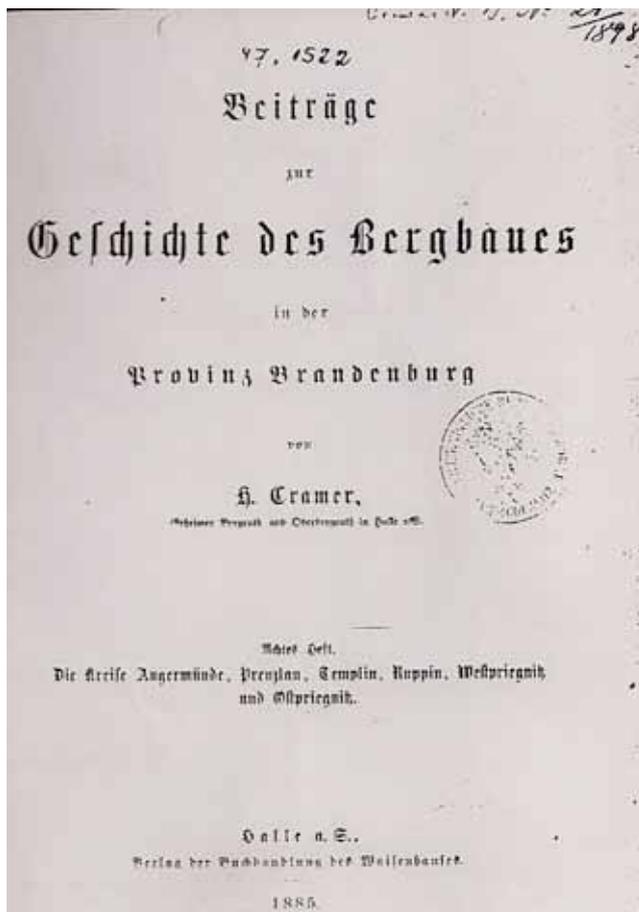


Abb. 6: Titelblatt zu CRAMER (1885)

Fig. 6: Title page of CRAMER (1885)

heid“, „Sophiensglück“ und „Einigkeit“ unter dem Namen „Gülitzer Gruben“ wurde am 27. August 1859 beantragt und im Amtsblatt der Königlichen Regierung zu Potsdam und der Stadt Berlin vom 20. Januar 1860 bekannt gemacht. Aktenkundig wurden die Felder am 22. Dezember 1859 unter dem Namen „Gülitzer Gruben“ konsolidiert. Unrichtigerweise wurde im allgemeinen Sprachgebrauch ab 1868 auch der Name „Gülitzer Vereinsgrube“ verwendet.

Bei dem Gülitzer Braunkohlenvorkommen handelt es sich um zwei bauwürdige untermiozäne Flöze der so genannten Märkischen Braunkohlenformation innerhalb der Gülitzer Schichten. Diese sind eine *Wechsellagerung* von Tonen und Sanden, in die unregelmäßig Braunkohlenschichten mit sehr schwankenden Mächtigkeiten eingelagert sind. Die Gülitzer Schichten fallen zum größten Teil sehr flach ein; vereinzelt stehen sie jedoch sehr steil, teilweise mit *Überkippungen* an oder verschwinden häufig auch völlig aus dem geologischen Schichtenverband.

Das Oberflöz (Flöz 1) führt mürbe, erdige Kohle minderer Qualität und erreicht Mächtigkeiten von durchschnittlich rd. 2 m. Das Unterflöz (Flöz 2) dagegen besteht aus fester, stückreicher Kohle guter Qualität mit maximaler Mächtigkeit von 3,5 m und durchschnittlicher Mächtigkeit von 2,5 m.

„Die Entstehung der Tertiärkulmination von Gülitz wird mit salinaren Bewegungen (Struktur Marnitz) nördlich der heutigen Lage in Verbindung gebracht. Es wird angenommen, dass es sich bei der Braunkohlenserie von Gülitz um

Jahrang. Kalender Nummer bis Jahresang.	Bezeichnung und Lage der Grube.	Förderung Tonnen.	Belegschaft auf der Grube		Mächtigkeit Tonnen.	Son. Ver. Jähr. erzeugt (182. bis 1. Alterier	För- merkungst.
			Werkstätt mit Zählung	Werkstätt mit Zählung			
1860	1. Caroline und Leo bei Ruhnow	8 241	1 374	5,00	8	1 000	
	2. Max u. Friedrich daleiß	658	884	4,00	(7)	(7)	
	Summa:	8 899	1 462	4,50	(7)	(7)	
1861	1. Caroline bei Ruhnow	27 024	3 723	4,0	39	710	
	2. Leo bei Ruhnow	17 000	2 400	4,0	18	1 000	
	3. Friedrich bei Ruhnow (Wahrung)	9 614	1 282	4,0	27	354	
	4. Wille bei Guntow (Wahrung)	12 956	1 727	4,0	21	617	
	Summa:	66 494	9 132	4,0	105	652	
1862	1. Caroline bei Ruhnow	48 210	8 289	5,1	37	1 303	
	2. Leo bei Ruhnow	12 300	2 518	6,1	27	456	
	3. Friedrich daleiß	40 602	7 982	5,5	48	816	
	4. Wille bei Guntow	21 009	4 062	5,4	25	840	
	Summa:	122 122	22 251	5,40	137	600	
1863	1. Caroline bei Ruhnow	28 930	4 461	4,6	17	1 700	
	2. Leo daleiß	13 034	2 545	5,8			
	3. Max bei Guntow (Wahrung)	4 064	1 092	8,0	10	1 710	
	4. Wille bei Guntow	28 421	5 621	5,9	26	1 001	
	5. Friedrich bei Ruhnow	60 997	10 679	5,4	57	1 070	
	6. Friedrich b. Papenbruch (Wahrung)	1 858	75	1,25	(7)	(7)	
	Summa:	137 310	24 773	5,41	(7)	(7)	

Abb. 7: Grubenspezifische Daten – Auszug aus CRAMER (1885)

Fig. 7: Significant files of deep brown coal mines – extract from CRAMER (1885)

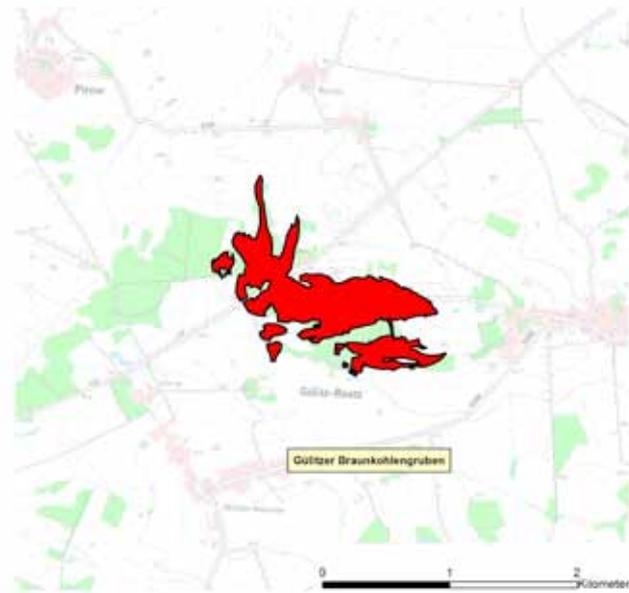


Abb. 8: Lage der „Gültzer Braunkohlengruben“
 [Quelle: Geographisches Informationssystem
 Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des
 Landesamtes für Bergbau, Geologie und
 Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 8: Position of „Gültzer deep brown coal mines“
 [reference: Geographic Information System
 Mining (mining-GIS) of LBGR]

eine Scholle (*allochthones* Vorkommen/der Verf.) handelt, die durch *Halokinese* in den Wirkungsbereich des Eises kam und von diesem nach Süden geschleppt wurde. Für diese Hypothese sprechen die teilweise komplizierten Lagerungsverhältnisse, zahlreiche Verwerfungen, Falten und das plötzliche Abtauchen des Tertiärs an den Rändern des Sattels. Im Kerngebiet des Sattels wurden die Flöze so hoch gefaltet, dass sie während des Quartärs *aberodiert* wurden (PINZKE 2011).“

Die Gültzer Braunkohlengruben hatten insgesamt eine sehr bewegte Geschichte: Seit 1847 wurde hier Braunkohlenbergbau betrieben, der zeitweise eine recht große Bedeutung besaß. In vier Teilfelder aufgeteilt, wurde aus zwei Braunkohlenflözen, dem Ober- und Unterflöz der märkischen Braunkohlenformation, Braunkohle gefördert.

Das ca. 105 ha große Abbaugelände gliederte sich in die Teilfelder 1 (Feld „Ottliengrube“), 2 (Felder „Louise“, „Sophiensglück“ und „Freundschaft“), 3 (Felder „Fortuna“ und „Freundschaft“) und 4 (Feld „Sophiensglück“) (Abb. 9). Die Belegschaft war zeitweise bis zu 400 Mann stark und die Jahresförderung stieg teilweise bis auf 342 000 t.

Die zwei abgebauten Flöze lagerten in einem ca. 700 m breiten und 1,8 km langen Areal westlich der Ortschaft Gültitz, überwiegend in einem großen Waldgebiet zwischen den Ortschaften Gültitz im Osten, Wüsten-Vahnow im Süden, Bresch im Westen und Burow im Norden. Etwa in der Mitte des Bergbaugeländes liegt die Ortschaft Schönholz-Neuwerder. Die Braunkohlengewinnung im Gebiet von Gültitz

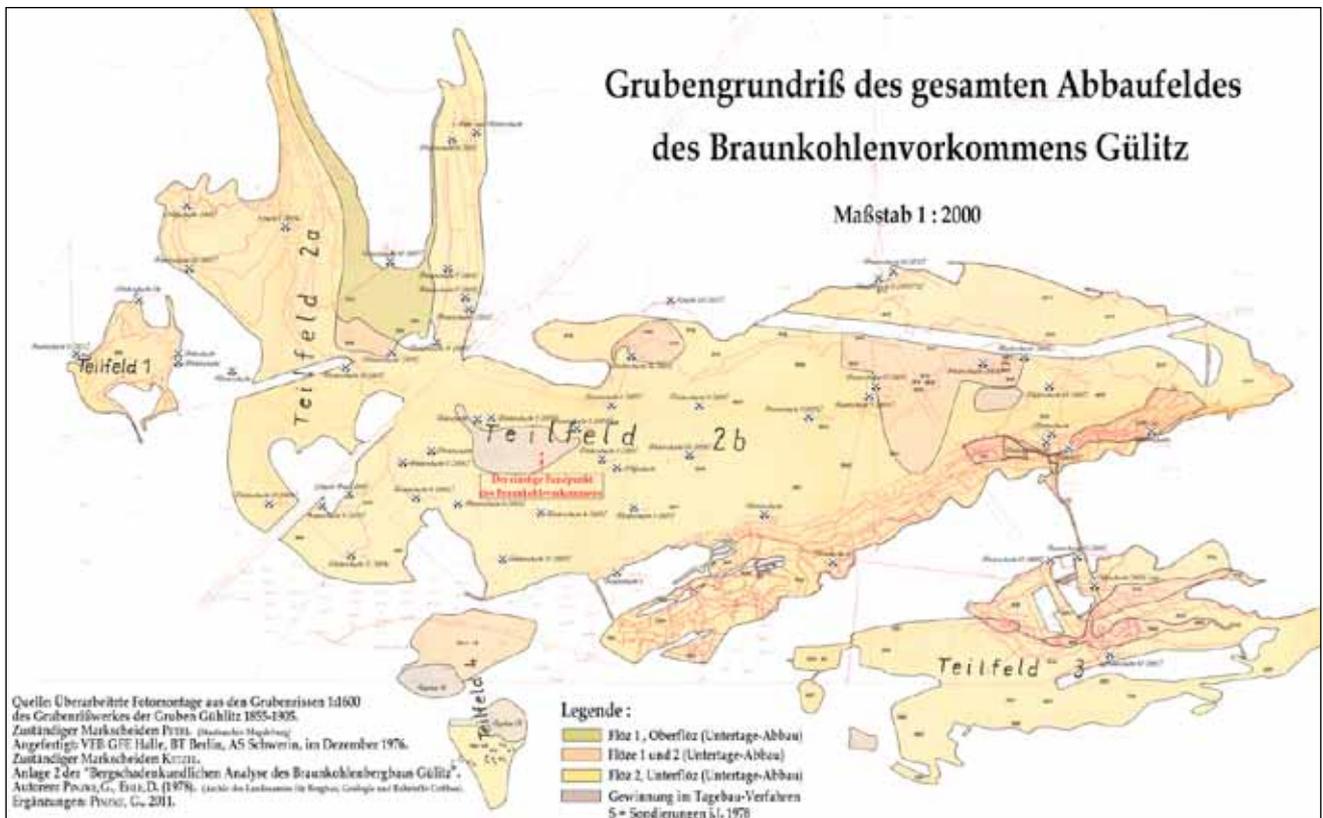


Abb. 9: Teilfelder der „Gültzer Braunkohlengruben“ (Markscheider: FRIEDRICH WILHELM PETRI; Quelle: LBGR)

Fig. 9: Subfields of „Gültzer deep brown coal mines“ (mine surveyor: FRIEDRICH WILHELM PETRI; reference: LBGR)

erfolgte in den Jahren von 1848 bis 1905 und in einem kleineren Teilfeld im Süden der Lagerstätte von 1946 bis 1949. Die Braunkohle wurde vorwiegend untertage im Kammerpfeiler-Bruchbau-Verfahren gewonnen. An einigen Stellen, an denen das Kohlenflöz nahezu an die Oberfläche trat, wurde auch im *Tagebaubetrieb* abgebaut.

Die Braunkohlegewinnung um Gülitz erfolgte in den folgenden zwei Abbauperioden:

1. Periode: Der Abbau begann im Jahre 1848 und wurde zunächst als Tagebau im zweiten Flöz südöstlich der heutigen Straße L13 Karstädt – Putlitz und später im Tiefbau bis zum Jahr 1905 durchgängig betrieben.
2. Periode: Nach dem 2. Weltkrieg wurde die Förderung im Tage- und im Tiefbau als Notkohleabbau (*Notbergbau*) in der Zeit von 1946 bis 1949 kurzzeitig wieder aufgenommen.

Heute bilden die *Restlöcher* der früheren Tagebaue die als „Schönholzer Grubenteiche“ bezeichneten Wasserflächen. Hierbei ist gelegentlich ein fachmännischer Blick gefragt, um die kleineren wassergefüllten Tagebaurestlöcher von wassergefüllten Tagesbrüchen/Senkungsgebieten des Tiefbaus zu unterscheiden (Abb. 10 – 13)!

*Zeitraum 1848 – 1905**

Die Gewinnung der Braunkohle erfolgte in den folgenden Grubenfeldern in den jeweiligen Anfangsphasen kurzzeitig im Tagebau:

- „Otilie“ von 1848 bis 1855,
- „Sophiensglück“ von 1849 bis 1851 und
- „Freundschaft“ von 1850 bis 1864.

Im Feld „Louise“ wurde bereits 1850 ein Versuchsschacht bis in das 1. Flöz geteuft. Kohle gefördert wurde aus diesem Grubenfeld jedoch erst seit 1864. Die Gewinnung im Tiefbau begann 1853, nachdem die Hochlagen der Braunkohlen im Tagebaubetrieb abgebaut waren, vermutlich mittels Strecken, die vom Tagebau aus in die Kohle getrieben wurden. Später wurden die Flöze mit zahlreichen Schächten aufgeschlossen. Bis zur Consolidierung der Gruben im Jahr 1860 wurden bereits 25 Schächte geteuft.

Die Consolidierung umfasste alle Braunkohlengruben in diesem Revier. Die Gruben „Otilienzeche“, „Fortuna“, „Freundschaft“, „Louise“, „Adelheid“, „Sophiensglück“ und „Einigkeit“ consolidierten dann unter dem Namen „Gülitzer Gruben“.

In der Abbauperiode bis 1905 wurden insgesamt 65 Schächte geteuft, von denen 12 als Kunstschächte für die Wasserhaltung angelegt wurden. Der Schacht mit der größten Teufe von fast 50 m war der gemauerte „*Kunstschacht XII*“, auch Tiefbauschacht genannt. Der letzte Schacht wurde 1899 als der „Förderschacht 27“ geteuft.

* für den Zeitraum 1848 bis 1865 ist kein Risswerk vorhanden

Die ab 1882 einsetzende rückläufige Entwicklung der Fördermenge endete 1905 mit der Einstellung des Abbaus infolge der Konkurrenz von preisgünstiger und hochwertiger Kohle aus „anderen“ Gruben, obwohl hier die Vorräte noch nicht erschöpft waren.

Die erreichte Förderung aus Ober- und Unterflöz im Zeitraum von 1848 bis 1905 betrug insgesamt 1 413 214 t. Die jährliche Förderung erreichte 1875 ihr Maximum mit ca. 68 000 t. Die Belegschaftsstärke lag zeitweise bei bis zu 400 Mann. Im Jahr 1905 kam der Abbau zum Erliegen und am 25. September 1905 wurde die Versteigerung der Grube ausgeschrieben.

Erst viele Jahre später wurden in einem Schreiben der Gewerkschaft „Gülitzer Gruben“ an die Braunschweigischen Braunkohlenbergwerke als Gründe für die Betriebseinstellung von 1905 die Verdrängung des Absatzes durch die Einfuhr von Steinkohle, Braunkohlenbriketts und böhmischer Braunkohle genannt. Außerdem waren der Betrieb und insbesondere die Betriebsmittel veraltet. Die Fortführung hätte neue und große Aufwendungen erforderlich gemacht. So wäre u. a. der Bau eines neuen *Förderschachtes* notwendig gewesen.

Auf dem *Grubenriss* Blatt B.b VIII erfolgte im Mai 1914 durch den Markscheider HARZER die letzte Nachtragung und der Vermerk: „Betrieb 1914 gänzlich eingestellt!“

Ab 1919 begannen jedoch erneut Erkundungen und Untersuchungen mit dem Ziel, die Grube wieder in Betrieb zu nehmen.

Ende 1919 wurden vom damaligen Kreisbaumeister des Kreises Westprignitz Untersuchungen einschließlich Bohrungen eingeleitet, die klären sollten, ob die Elektrifizierung des Kreises auf der Grundlage eines zu bauenden Elektrizitätswerkes, das mit der örtlich vorkommenden Braunkohle gespeist wurde, möglich wäre. Das hätte einen Neuaufschluss der „Gülitzer Gruben“ bedeutet. Die Untersuchungen zogen sich bis 1923 hin, dann musste das Vorhaben aufgegeben werden.

Zeitraum 1946 – 1949

Der Mangel an Rohstoffen in der Nachkriegszeit führte zur Wiederinbetriebnahme der mehr oder minder noch nutzbaren Förderanlagen.

Anfang 1946 wurde im Gülitzer Kohlenrevier zunächst in Verantwortung der Gemeinde Gülitz ein Braunkohlentagebau betrieben, ehe am 2. Oktober 1946 die Kohleförderung durch die Firma „Braunkohlenwerk Gülitz“ übernommen wurde.

Der Abbau begann weiterhin in zwei Tagebauen. Wegen zu geringer Ergiebigkeit des Tagebaubetriebes wurde im August 1947 der Abbau jedoch über Tagesstrecken auf den Untertage-Bereich ausgedehnt. Je nach *Bauwürdigkeit* kamen sowohl das Ober- als auch das Unterflöz zum Abbau.

Die Belegschaft der gesamten Grube hatte im September 1946 eine Stärke von 49 Arbeitskräften und im Dezember 1948 von 95 Personen, von denen etwa 40 unter Tage arbeiteten. Außer dem Betriebsleiter war jedoch kein gelernter Bergmann darunter! Die Aufsicht hatten Schichtführer, die



*Abb. 10:
Wassergefülltes Restloch vom Tagebau A am Südrand des
„Notkohlen-Abbaus“ von 1947 bis 1949 (Foto: H. BIRNDT)*

*Fig. 10:
Water-filled abandoned open pit of opencast mine A at the
southern margin of „Notkohlen-digging“ from 1947 to
1949 (photo: H. BIRNDT)*



*Abb. 11:
Tiefbaufeld südlich des Tagebaus A mit wassergefüllten
Tagesbrüchen (Foto: H. BIRNDT)*

*Fig. 11:
Field of deep brown coal mining south of opencast mine A
with water-filled caves to the surface (photo: H. BIRNDT)*



*Abb. 12:
Wassergefülltes Restloch vom Tagebau B (Foto: H. BIRNDT)*

*Fig. 12:
Water-filled abandoned open pit of opencast mine B
(photo: H. BIRNDT)*



*Abb. 13:
Tiefbaufeld nordöstlich des Tagebaus B mit wassergefüllten
Tagesbrüchen (Foto: H. BIRNDT)*

*Fig. 13:
Field of deep brown coal mining northeast of opencast
mine B with water-filled caves to the surface
(photo: H. BIRNDT)*

als Kriegsgefangene im belgischen Steinkohlenbergbau tätig gewesen waren.

Die Förderung erfolgte zweischichtig und lag bei durchschnittlich 15 – 20 t Braunkohle pro Tag. Die Jahresförderung 1948 lag bei ca. 11 000 t, was auf hohen Produktionszuwachs schließen lässt.

Seit dieser Zeit war die Grube den „Volkseigenen Braunkohlenwerken Cottbus“ angeschlossen.

Durch die Landesregierung Brandenburg wurde jedoch im März 1948 die Grube Gülitz unerklärlicherweise als unrentabel eingeschätzt und am 30. September 1949 der Grubenbetrieb lt. Mitteilung der VVB Bergbau an den Rat des Kreises Westprignitz endgültig eingestellt.

Das bergmännische Risswerk wurde in der Zeit von 1889 bis 1901 durch die Markscheider PETRI und HARZER sowie teilweise (ergänzend) durch die Markscheider ULLRICH, STOFFREGEN und HÜBNER angefertigt (DMT GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK UND UMWELTSCHUTZ MBH LEIPZIG 2005).

3.2 „Vereinigte Rambower Gruben“ bei Rambow (1852 – 1861)

Auch östlich von Perleberg wurde in der Nähe des Ortes Rambow ein Braunkohlenvorkommen nachgewiesen (Abb. 14). Durch die „Rambower Gruben“ mit den Feldern „Cäcilie“, „Augustzeche“ und die im Tagebau betriebene „Amalienzeche“ erfolgte der Abbau des nur 2 m mächtigen und steilgestellten Flözes. Da die Grundwasseroberfläche im Bereich der Braunkohlengrube „Cäcilie“ bei etwa 15 m unter der Geländeoberfläche lag, wurde hier aufgrund größerer Abbauteufen (mehr als 30 m) eine Wasserhaltung erforderlich (Tab. 2).

Das bergmännische Risswerk ist trotz intensiver Recherchen in Archiven der Länder Brandenburg und Sachsen-Anhalt nicht mehr auffindbar gewesen (GEOTEC GEOTECHNISCHE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH COTTBUS 2001). Aus den Betriebsunterlagen (Acta) ist jedoch ersichtlich, dass ein Grubenriss bis 1865 von Markscheider PETRI geführt wurde,

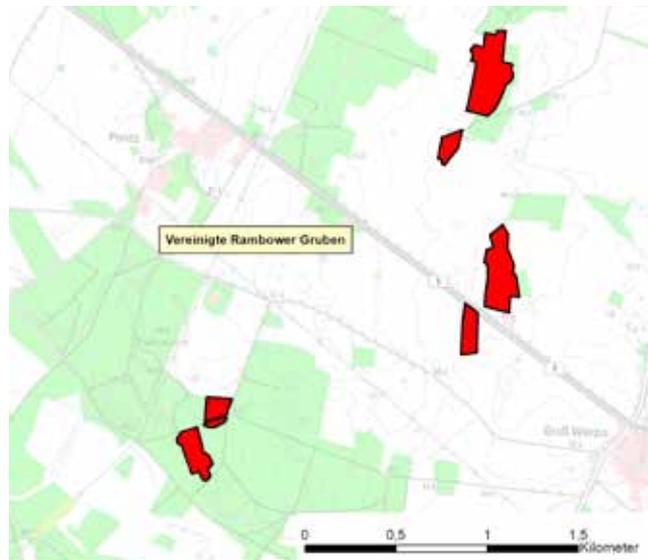


Abb. 14: Lage der „Vereinigten Rambower Gruben“ [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 14: Position of „United Rambower pits“ [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

Braunkohlengrube	Schachtbezeichnung	Betriebszeit	Teufe (m)	Abmessungen (m ²)
Cäcilie bei Rambow	Fundschaft	1852 – 1861	16,00	2,50
	Maschinenschacht Nr. II	? – 1891	25,00	3,75
	Kunstschaft Nr. I	1853 – 1862	16,72 (1853) 32,40 (1857)	unbekannt
	Hilfsschacht Nr. I	1856 – 1861	11,50 (1856) 21,40 (1857)	unbekannt
	Förderschacht Nr. I	1858 – 1861	13,00	unbekannt
	Förderschacht Nr. II	1858 – 1861	14,10	unbekannt
	Wetterbohrloch Nr. I	1859 – 1861	23,00	1,00
	Wetterbohrloch Nr. II	1859 – 1861	23,00	1,00
	Wetterbohrloch Nr. III	1859 – 1861	23,00	1,00
Augustzeche bei Ponitz	Förderschacht Nr. I	1858 – 1861	12,50	unbekannt
	Förderschacht Nr. II	1858 – 1861	12,50	unbekannt
Amalienzeche bei Werzin	Fundschaft	1850 – 1851	8,00	unbekannt

Tab. 2: Schächte und Wetterbohrlöcher der konsolidierten „Rambower Gruben“ (Quelle: GEOTEC GEOTECHNISCHE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH COTTBUS 2001)

Tab. 2: Mine shafts and air boreholes of the consolidated „Rambower Gruben“ (reference: GEOTEC GEOTECHNISCHE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH COTTBUS 2001)

dem allerdings durch das Königliche Oberbergamt zu Halle (Saale) erhebliche Mängel (Fehlen des Übersichtsplanes der consolidierten Felder, Fehlen der Orientierungslinie, Fehlen der Jahreszahlen an den Schächten) bescheinigt wurden.

Zusammengefasster geschichtlicher Abriss des Grubenbetriebes:

- 1850: Muthungen des Feldes „Amalienzeche“ bei Werzin und des Feldes „Augustzeche“ bei Ponitz durch Kaufmann HERZ,
- 1851: Verleihung der Grubenfelder „Amalienzeche“ bei Werzin mit 249 000 Quadratlachtern und „Augustzeche“ bei Ponitz mit 233 240 Quadratlachtern,
- 1852: Verleihung des Grubenfeldes „Cäcilie“ bei Rambow mit 235 200 Quadratlachtern und Beginn der Braunkohlenförderung im Tiefbau mit der Abbaumenge von 9 034 t mit 13 Mann Belegschaft,
- 1853: Weiterführung der Braunkohlenförderung auf der Grube „Cäcilie“ im Tiefbau mit der Abbaumenge von 11 907 t mit 17 Mann Belegschaft in nur einem Quartal,
- 1854: Weiterführung der Braunkohlenförderung auf der Grube „Cäcilie“ im Tiefbau mit der Abbaumenge von 11 907 t mit 17 Mann Belegschaft,
- 1855: Weiterführung der Braunkohlenförderung auf der Grube „Cäcilie“ im Tiefbau mit der Abbaumenge von 15 270 t mit 14 Mann Belegschaft,
- 1856: Weiterführung der Braunkohlenförderung auf der Grube „Cäcilie“ im Tiefbau mit der Abbaumenge von 15 672 t mit 22 Mann Belegschaft,
- 1857: Anschaffung einer Dampfmaschine mit 15 PS Leistung für die notwendig gewordene Wasserhaltung,

- 1857: Weiterführung der Braunkohlenförderung auf der Grube „Cäcilie“ im Tiefbau mit der Abbaumenge von 14 398 t mit 33 Mann Belegschaft,
- 1858: Die Gölitz-Vahnower Braunkohlen-Actiengesellschaft kauft sämtliche Grubenfelder westlich von Gölitz, darunter die Grubenfelder der Tiefbaue „Cäcilie“ und „Augustzeche“ sowie das Grubenfeld des Tagebaus „Amalienzeche“ bei Werzin,
- 1858: Beginn des Tiefbaus in der „Augustzeche“,
- 1858: Braunkohlenförderung Grube „Cäcilie“ von 34 451 t und Grube „Augustzeche“ von 10 380 t mit insgesamt 42 Mann Belegschaft,
- 1859: Braunkohlenförderung Grube „Cäcilie“ von 28 898 t und Grube „Augustzeche“ von 12 585 t mit insgesamt 34 Mann Belegschaft,
- 1859: Consolidierung der Gruben „Cäcilie“, „Augustzeche“ und „Amalienzeche“ unter dem Namen „Vereinigte Rambower Gruben“ der Gölitz-Vahnower Braunkohlen-Actiengesellschaft in Berlin,
- 1860 Braunkohlenförderung „Vereinigte Rambower Gruben“ von 25 236 t mit insgesamt 27 Mann Belegschaft,
- 1860 Verleihung des Grubenfeldes „von der Heydt“ bei Rambow und
- 1861: Braunkohlenförderung „Vereinigte Rambower Gruben“ von nur noch 7 256 t; Einstellung der Braunkohlenförderung in der Grube „Cäcilie“.

Der einzige vorhandene Zeitzeuge markscheiderischer Tätigkeit im Bereich der ehemaligen consolidierten „Rambower Gruben“ ist der Markierungsstein des *Fundpunktes* der Braunkohlengrube „Cäcilie“ (Abb. 15a – c), der vom Autor im Sommer 1995 aufgefunden worden war.



Abb. 15a – c: Markierungsstein des Fundpunktes der Braunkohlengrube „Cäcilie“ bei Rambow, Landkreis Prignitz, mit Kürzel C für Cäcilie, Jahreszahl 1859 und „in situ“ im Gelände/am Ursprungsort (Fotos: R.-G. WEDDE)
 Fig. 15a – c: A so-called Markierungsstein indicates the place of finding of deep brown coal mine „Cäcilie“ near Rambow, administrative district Prignitz with acronym C for Cäcilie, date 1859 and „in situ“ in the field/at point of origin (photos: R.-G. WEDDE)

3.3 Braunkohlengrube „Paul und Walter“ bei Wendisch Warnow (1866 – 1868)

Die Braunkohlengrube „Paul und Walter“ bei Wendisch Warnow (Abb. 16) war von 1866 (Verleihung der Grube) bis zur ihrer Einstellung vermutlich nur bis 1868 in Betrieb. Für diese Grube wurden im August/September 1865 durch den Eigentümer der Fläche BURGE ZU GÜLITZ bei dem Königlichen Oberbergamt zu Halle (Saale) Akten zur Kohlemutung eingereicht und ein Jahr später – am 25. September 1866 – im Namen des Königlichen Oberbergamtes dem Flächeneigentümer das Bergwerkseigentum zur Gewinnung der in dem beschriebenen Felde vorkommenden Braunkohle verliehen. Der Beginn des Auffahrens der Grube erfolgte am Fundpunkt Walter mit dem Abteufen des Förderschachtes 1 (Abb. 17). Ausgehend von diesem Schacht wurde die Grube ab 1867 nach Norden aufgeschlossen.

Die Betriebsakten zur Grube „Paul und Walter“ sind zumindest unvollständig. Nach Recherchen der ETA – AKTIENGESELLSCHAFT (1999) wird die Einstellung des Grubenbetriebes bereits im Jahr 1868 erfolgt sein.

In der Betriebszeit 1867/68 wurden insgesamt sieben Schächte (Förderschächte 1, 2 und 3, dazu zwei Wetterschächte, ein Maschinenschacht und der Schacht 3) manuell saiger geteuft und in Bolzenschrotzimmerung gesetzt (Tab. 3). Da die Grube nur über der Grundwasseroberfläche betrieben wurde, erfolgte einfache Wasserhaltung ausschließlich gegen Niederschlags- und Sickerwasser. Auch in dieser

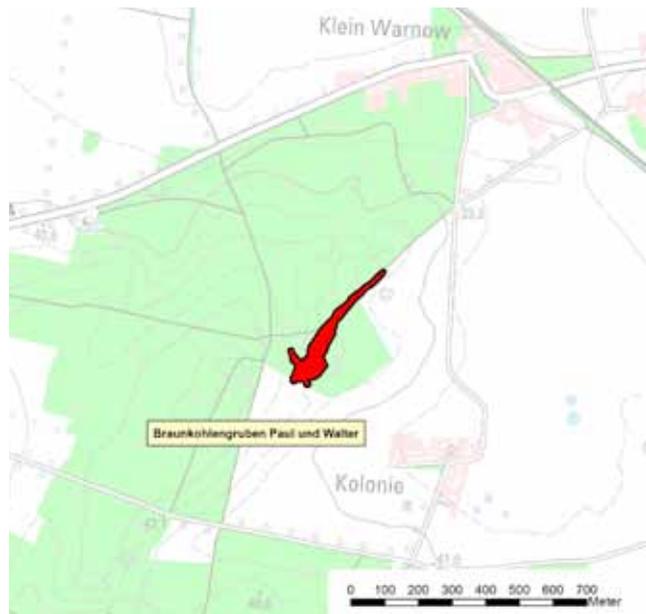


Abb. 16: Lage der Braunkohlengrube „Paul und Walter“ [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 16: Position of deep brown coal mine “Paul and Walter” [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

Name	Ausbau	Lage	Jahr der Abteufung (vermutlich)	Betriebszeit	Teufe [m]	Maße nach Originalriss [m]
Förderschacht 1/ Fundpunkt Walther	vermutlich Holz	ca. 30 m südl. des Forstwirtschaftsweges, innerhalb einer eingefriedeten Schonung (Gefährdungsbereich II)	1867	1867 – 68	11,1	2,5 x 2,0
Förderschacht 2/ Maschinenschacht		ca. 35 m südsüdöstl. des Förderschachtes 1 (Gefährdungsbereich III)	1867		13,1	2,3 x 1,5
Förderschacht 3		ca. 2 m südöstl. des Forstwirtschaftsweges (Gefährdungsbereich I)	1868		11,3	2,0 x 1,5
Fahrschacht		ca. 75 m südsüdwestl. des Förderschachtes 1 (Gefährdungsbereich III)	1867		10,6	1,5 x 1,2
Schacht 3		ca. 10 m nördl. der Grenze FN/LN-Fläche, südlichster Feldesteil (Gefährdungsbereich IV)	1868		6,3	2,0 x 2,0
Wetterschacht		ca. 4 m nordwestl. des Forstwirtschaftsweges, ca. 25 m südwestl. des Förderschachtes 3 (Gefährdungsbereich I)	1867		8,2	1,5 x 1,0
Wetterschacht		ca. 20 m südöstl. des Förderschachtes 2 (Gefährdungsbereich III)	1868		unbekannt	1,7 x 1,5

Tab. 3: Schachtparameter der Grube „Paul und Walter“ (Quelle: ETA – AKTIENGESELLSCHAFT 1999)

Tab. 3: Mine shaft parameters of deep brown coal mine „Paul und Walter“ (reference: ETA – AKTIENGESELLSCHAFT 1999)

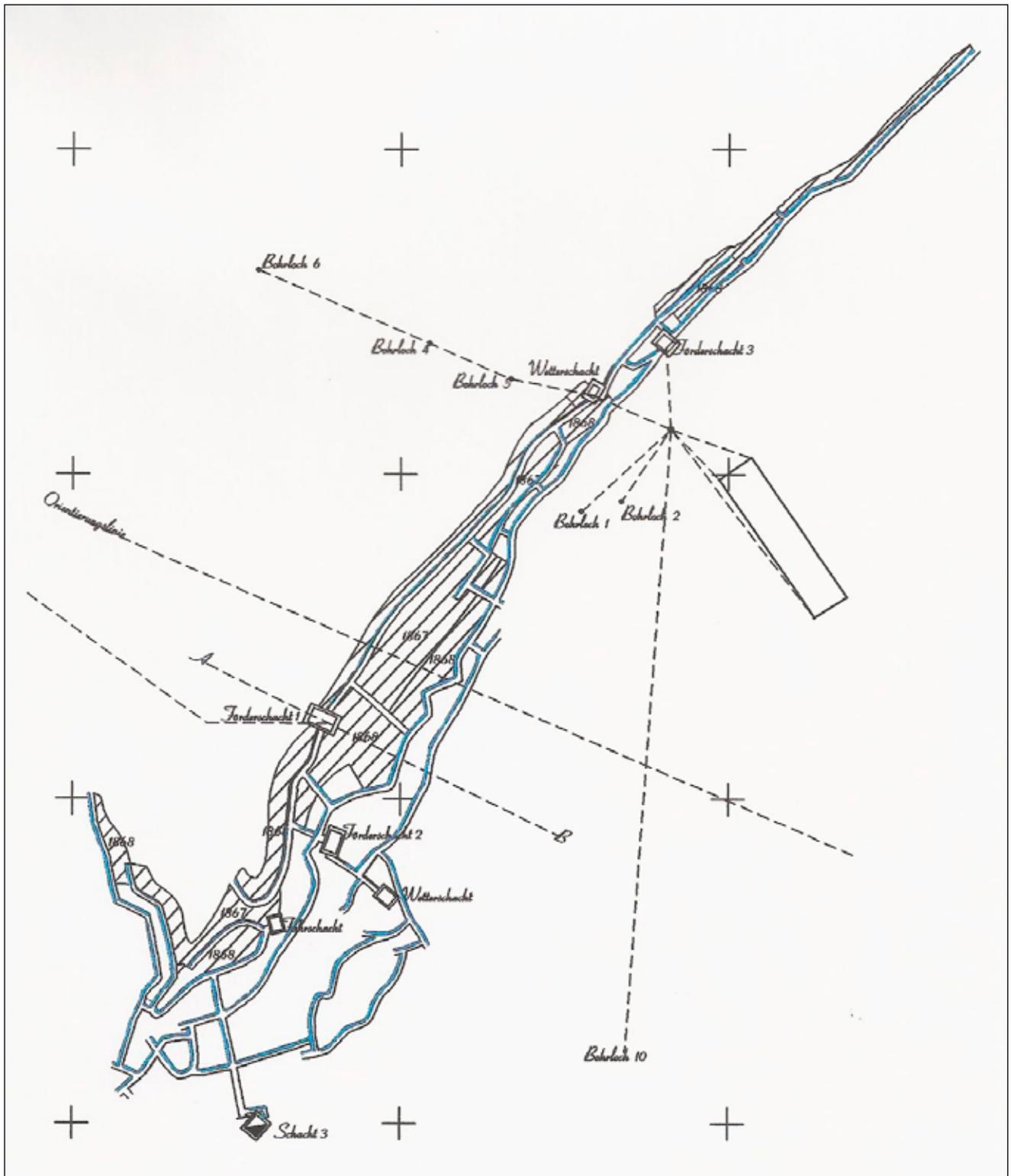


Abb. 17: Fundamentalriss der Braunkohlengrube „Paul und Walter“
(Quelle: ETA – AKTIENGESELLSCHAFT 1999)

Fig. 17: Fundamental mine map of deep brown coal mine „Paul und Walter“
(reference: ETA – AKTIENGESELLSCHAFT 1999)

Braunkohlengrube kam der Kammer-Pfeiler-Bruchbau zur Anwendung. Es wurde einsöhliger Abbau des 2. miozänen Braunkohlenflözes betrieben.

Der Transport der Kohle erfolgte über Rolllöcher, Schurren und schiefe Ebenen in manuell bewegten *Hunten*. Nach ETA – AKTIENGESELLSCHAFT (1999) ist im Bereich des Förderschachtes 2 von einer kraftstoff- bzw. elektrobetriebenen Fördereinrichtung auszugehen.

Als Grubenbaue (außer Schächte) wurden 1 480 m Strecke aufgeföhren. Der Ausbau der Strecken erfolgte wie in den bereits beschriebenen Braunkohlengruben allgemein üblich in deutscher *Türstockzimmerung* mit Schwartenverzug. Normalstrecken (Wetter-, Fahr-, Sumpf-, Wasserhaltungs-, Vor- und Ausrichtungstrecken) hatten folgende Ausmaße:

- Sohlenbreite: 2,0 m,
- Firstenbreite: 1,5 m und
- Streckenhöhe: 1,8 m.

Doppelstrecken (Hauptförderstrecken) wiesen folgende Ausmaße auf:

- Sohlenbreite: 3,0 m,
- Firstenbreite: 1,8 m und
- Streckenhöhe: 2,0 m.

Im südlichen und zentralen ehemaligen Abbaubereich sind lokale Bruchtrichter und flächenhafte Senkungsbereiche als Folge des Abbauföhrens im Kammer-Pfeiler-Bruchbau noch heute gut erkennbar. Die Einzelbruchtrichter erreichen Durchmesser bis zu 5 m und Tiefen von 1,5 m.

Der gesamte süd- bis südöstliche Bereich bildet ein zusammenhängendes *Bruchfeld*. Da hier die Bruchstrukturen nicht immer identisch mit der risslichen Darstellung sind, wird teilweise „wilder“ Abbau vermutet!

Der Betriebsriss zur Grube „Paul und Walter“ umfasst 7 Blätter. Die Betriebsakten sind nicht auffindbar. Aus diesem Grund sind Angaben z. B. zu den Fördermengen, zum Umfang der Belegschaft und detaillierte andere Angaben zum Grubenbetrieb nicht möglich.

3.4 Braunkohlengruben von Kunow, Gumtow und Döllen (1860 – 1893)

In der Westprignitz wurde ein weiteres Braunkohlenvorkommen zwischen den Orten Kunow, Gumtow und Döllen nachgewiesen (Abb. 18 – 21). Das Flöz war allerdings lediglich ca. 1,5 m mächtig und infolge intensiver eistektonischer Verformungen durch schmale Mulden und Sättel gekennzeichnet. Der Braunkohlenabbau wurde zwischen 1860 bis 1893 betrieben.

Das bergmännische Risswerk für die Braunkohlengruben bei Kunow, Gumtow und Döllen mit den dazugehörigen Betriebsakten ist noch nahezu vollständig erhalten. Aus diesen Dokumenten wurden spezifische Angaben zu den betriebenen Schächten, den Abbaumengen und den Förderzeiträumen entnommen (Tab. 4a – d, 5).

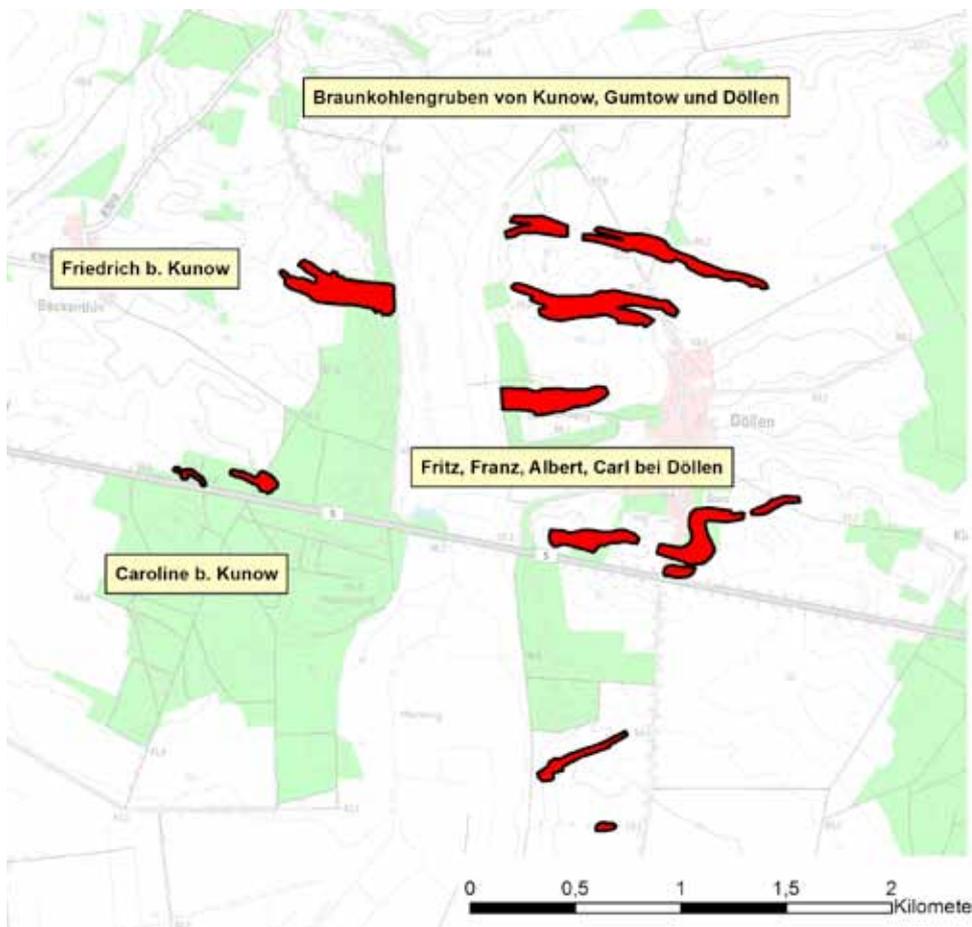


Abb. 18:
Lage der Braunkohlengruben von „Kunow“, „Gumtow“ und „Döllen“
[Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 18:
Position of deep brown coal mines „Kunow“, „Gumtow“ and „Döllen“
[reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

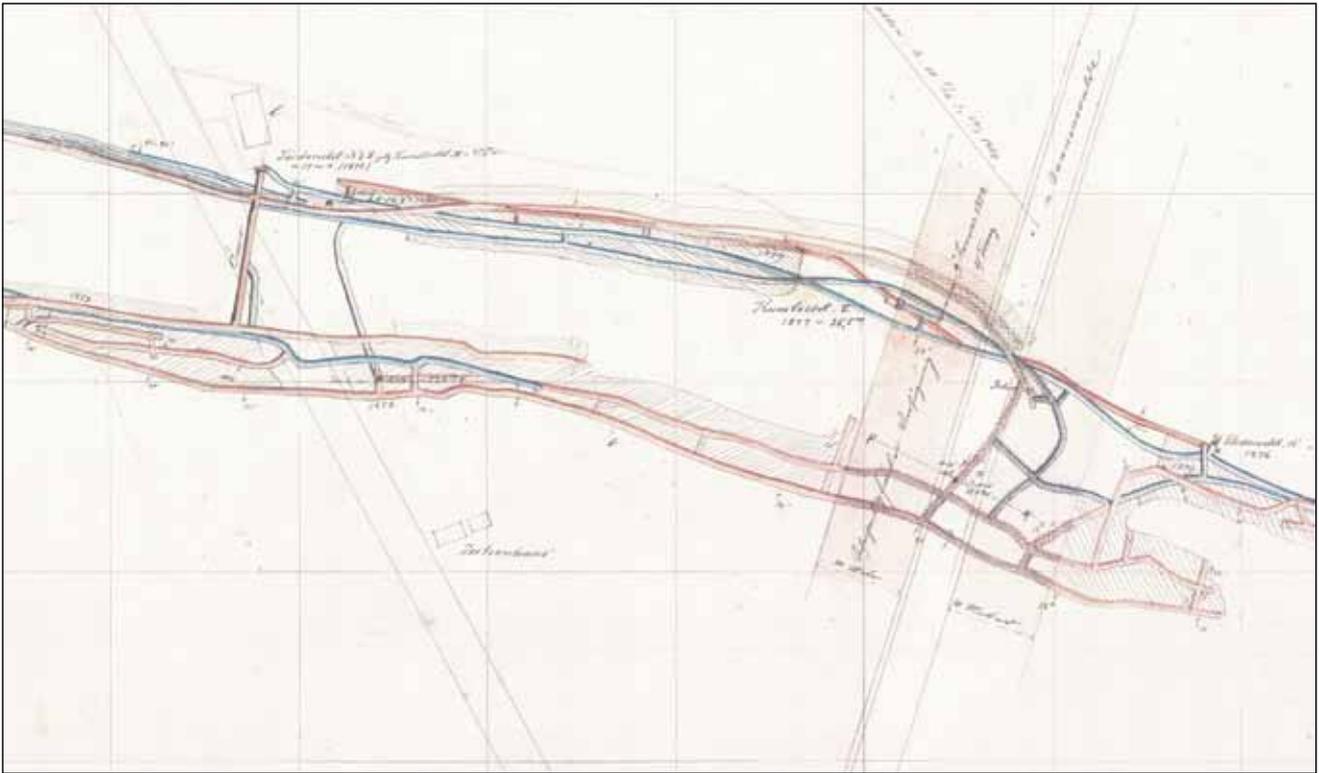


Abb. 19: Ausschnitt aus dem Grubenriss vom Feld „Albert“ bei Döllen (Quelle: Archiv LBGR)
 Fig. 19: Mine map detail of field „Albert“ near Döllen (reference: Archiv LBGR)



Abb. 20: Halde des Schachtes vom Feld „Franz“ bei Döllen (Foto: R.-G. WEDDE)

Fig. 20: Burden dump of mine shaft of field „Franz“ near Döllen (photo: R.-G. WEDDE)



Abb. 21: Schachterkundung am Ortsverbindungsweg Döllen – Luisenhof – Dannenwalde durch die Bergsicherung und Baugrundsanie rung GmbH Frankfurt (Oder) mit dem Bohrgerät URB 2,5A (Foto: R.-G. WEDDE)

Fig. 21: Investigation of a mine shaft with drilling rig URB 2,5A by the Bergsicherung und Baugrundsanie rung GmbH Frankfurt (Oder) along connecting path Döllen – Luisenhof – Dannenwalde (photo: R.-G. WEDDE)

Grube	Bezeichnung	Tiefe [m]	Tiefe [Lachter]	Jahr der Errichtung	Quelle (Bezeichnung des Originalrisswerkes)
Fritz I	Förder- und Maschinenschacht 1 (vorher Kunstschacht)	16,6	8 2/8	1864	Fritz und Albert bei Döllen B. a. I No. 60 FV20
	Förderschacht 1	k. A.	k. A.	k. A.	
	Schacht 3 (Förderschacht)	22	11	1865	
Albert 1	Kunstschacht 5	35,5	k. A.	1877	Albert bei Döllen B. a. IV No. 664 FV3
	Kunstschacht 4 (vormals Förderschacht 8)	27,5		1872	
	Förderschacht 15	26,5		1876	
	Förderschacht 14	21,5		1877	
	Fahrschacht	13		1872	
	Schacht 13	27,3		1878	
	Fahrschacht	14,5			
	Wetterschacht	16,2		Albert bei Döllen B. a. V No. 809 FV13	
Albert 2	Förderschacht 5	22,8	k. A.	1869	Albert bei Döllen B. a. III No. 318 FV4
	Maschinenschacht 2	34		1868	
	Fahrschacht	25,5		1875	
	Förderschacht 7	20	10	1870	Albert bei Döllen B. a. II No. 213 FV2
	Förderschacht 12	27	k. A.	1874	
	Förderschacht	16,4	8,2	1871	
	Förderschacht 4	12	6	1864	

Tab. 4a

Grube	Bezeichnung	Tiefe [m]	Tiefe [Lachter]	Jahr der Errichtung	Quelle (Bezeichnung des Originalrisswerkes)
Albert 3	Kunstschacht 6	14,6	k. A.	k. A.	Albert bei Döllen B. a. VII No. 839 FV16
	Fahrschacht	11,5			
	Fahrschacht 1	10,4		1884	
	bl. Schacht (Blindschacht?)	4,2		k. A.	
	Förderschacht 17	24,5		1884	
	Förderschacht 16	17,45		k. A.	
	Fahrschacht	15		1879	
	Wetterschacht 11	15		k. A.	
Friedrich	Schacht 9	k. A.	k. A.	k. A.	Zeche Friedrich bei Kuhnow B. a. I No. 218
	Schacht 6				
	Pumpenschacht				
	Förderschacht 5	10	5		
	Schacht 8	k. A.	k. A.		
	Förderschacht 4				
	Fund- und Förderschacht	11	5 1/2		
	Förderschacht 7	k. A.	k. A.		
	Schacht				
	Maschinenschacht				
	Schacht 5				
Förderschacht 3	10	5			
Max bei Gumtow	Schacht 3 (Förderschacht)	k. A.	k. A.	k. A.	Max bei Gumtow B. II No. 215
	Schacht 4				
	Fundschaft	17,5	8 3/4	1863	Max bei Gumtow B. No. 44
	Förderschacht 1	ca. 13 m	ca. 6 1/2	1864	
Carl bei Döllen	Versuchsschacht 1	k. A.	k. A.	k. A.	Carl bei Doelln Bl. XI FV 14

Tab. 4b

Grube	Bezeichnung	Tiefe [m]	Tiefe [Lachter]	Jahr der Errichtung	Quelle (Bezeichnung des Originalrisswerkes)
Carl bei Dölln	Versuchsschacht 2	k. A.	k. A.	k. A.	Carl bei Doelln Bl. XI FV 14
	Schacht 3	17,95		1886	
	Bohr- und Förderschacht 4	13,6		1887	Carl bei Doelln Bl. XIV FV 15
	4 Schächte ohne Benennung	k. A.		k. A.	F. V. 28
Caroline	Förder- und Maschinenschacht II	20,8	10 3/8	k. A.	Caroline bei Kuhnow B I No. 5
	Förder- und Maschinenschacht III	13,8	6 7/8		
	Förderschacht IV	11	5 1/2		Caroline bei Kuhnow B II No. 6
	Fundschaft	k. A.	k. A.		
Franz 1	Förderschacht 2	9	4,5	k. A.	Franz bei Doelln B I No. 355 FV 1
	Schacht 19	16	k. A.	1889?	
	Fundschaft Franz	13	6,5	1865	
	Schacht 8 (im Übersichtsriß als Schacht 8 bezeichnet)	k. A.	k. A.	k. A.	
	Schacht 1889	20,4	k. A.	k. A.	
im Bereich Franz	Versuchsschacht 14	13	k. A.	1874	Franz bei Doelln B I No. 355 FV 1
Franz 2	Förderschacht 10	16	k. A.	1873	Franz bei Doelln B I No. 355 FV 1

Tab. 4c

Grube	Bezeichnung	Tiefe [m]	Tiefe [Lachter]	Jahr der Errichtung	Quelle (Bezeichnung des Originalrisswerkes)
Franz 2	Förderschacht 2	20,2	k. A.	k. A.	k. A.
Franz 3	Förderschacht 3	10,4	5,2	1868	Franz bei Doelln B I No. 355 FV1
	Maschinenschacht 3	21	10,5	1871	Franz bei Doelln B III No. 496 FV17
	Förderschacht 5	16	8		
	Förderschacht 8	20,5	10,25		
Franz 4	Schacht 18	k. A.	k. A.	k. A.	Franz bei Doelln B XIII FV9
Elise bei Guntow	1 Fundschaft auf Lageskizze	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	Förderschacht 2	22,6		1862	Betriebsakte
Leo	4 Schächte	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Sophie	2 Schächte				
Elise bei Kramzow					
Max bei Kramzow	k. A.				
Otto bei Kunow					

Tab. 4d

Tab. 4a – d: Schächte (Abbaumengen, Betriebsdauer u. a.) nach QUITZOW (1948)

(Quelle: BAUGRUNDINSTITUT FRANKE – MEISSNER BERLIN-BRANDENBURG GMBH 2001)

Tab. 4a – d: Mine shafts (volume of digging, time of operation etc.) after QUITZOW (1948)

(reference: BAUGRUNDINSTITUT FRANKE – MEISSNER BERLIN-BRANDENBURG GMBH 2001)

Abbaumengen			Betriebsdauer	
Grube	Flächen [m ²]	Massen [t]		
Caroline (West)	1 800	4 140	Kunow	
Caroline (Ost)	4 700	10 810	Caroline	1860 – 1865
Friedrich	30 000	69 000	Friedrich	1860 – 1870
Leo	k. A.	k. A.	Leo	1860 – 1863
Elise bei Gumtow	k. A.	k. A.	Sophie	1864 – 1868
Max bei Gumtow	4 000	9 200	Otto	k. A.
Fritz	7 000	16 100	Henriette	k. A.
Albert 1	15 000	34 500	Kramzow	
Albert 2	26 500	60 950	Elise bei Kramzow	k. A.
Albert 3	32 000	73 600	Max bei Kramzow	k. A.
Franz 1	18 000	41 400	Gumtow	
Franz 2	2 100	4 830	Elise bei Gumtow	1861 – 1863
Franz 3	14 600	33 580	Max bei Gumtow	1863 – 1866
Franz 4	3 000	6 900	Döllen	
Carl	5 000	11 500	Fritz	1864 – 1867
			Albert	1865 – nach 1883
			Franz	1866 – 1874, später bis 1893
			Carl	nicht bekannt

Tab. 5: *Abbaumengen und Betriebsdauer nach QUITZOW (1948)*
 (Quelle: BAUGRUNDINSTITUT FRANKE – MEISSNER BERLIN-BRANDENBURG GMBH 2001)

Tab. 5: *Volume of digging and time of operation after QUITZOW (1948)*
 (reference: BAUGRUNDINSTITUT FRANKE – MEISSNER BERLIN-BRANDENBURG GMBH 2001)

3.5 Braunkohlengruben bei Papenbruch (1864 – 1881)

Durch das Braunkohlenbergwerk bei Papenbruch wurde nördlich dieses Ortes 18 Jahre lang Braunkohle in den Feldern „Hoffnung“ und „Paul“ abgebaut (Abb. 22).

Der drei- bis viersöhlige Abbau erfolgte durch 15 Schächte mit Tiefen bis zu 50 m. 1-trümige Schächte hatten Querschnitte zwischen 1,5 m² (Wetterschächte) und 2,4 m² (Förderschächte); 3-trümige Schächte wiesen einen Querschnitt bis zu 7,2 m² auf (Maschinenschacht 3 im Feld „Hoffnung“). Die Belegschaftsgröße schwankte innerhalb beider Gruben zwischen 11 Mann im Jahr 1868 und 26 Mann im Jahr 1876. Die größten Fördermengen wurden erreicht 1879 mit 52 000 hl [eine preußische Tonne (bis 1875, danach metrische Tonne) entspricht ca. 150 l].

Zum Abbau kamen 3 Kohleflöze mit Mächtigkeiten zwischen < 1 m und 2 m. Durch die zum Teil saigere Lagerung der 3 Flöze war ein mehrsöhliger Kohlenabbau mit hohem technischem und zeitlichen Aufwand verbunden. Der Braunkohlenabbau erfolgte bis in Tiefen von 50 m (Abb. 23 – 30).

Im Grubenfeld „Hoffnung“ fand der Abbau zwischen 1865 und 1880 statt. Zum Abbau kamen die zwei oberen Flöze mit 3 und 4½ Fuß Mächtigkeit. Zur Wasserhaltung und zur Förderung der Braunkohle wurden zwei Dampfmaschinen eingesetzt. Nach Auskohlung des Grubenfeldes „Hoffnung“ ging der Bergbau in das südlich angrenzende Grubenfeld „Paul“ über. Hier erfolgte die Förderung anfänglich mit Haspel, ab 1881 mit der von dem Grubenfeld „Hoffnung“ hierher versetzten Fördermaschine. Die Braunkohle im Pa-

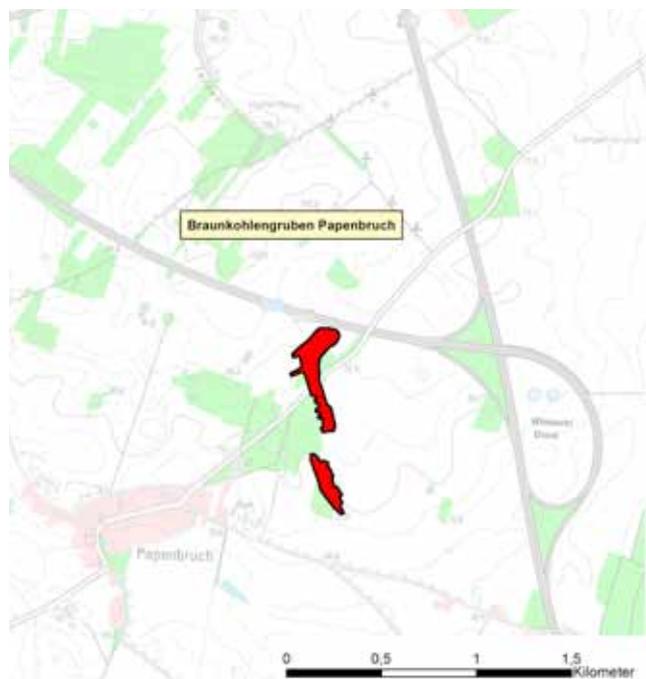


Abb. 22: *Lage der „Braunkohlengrube Papenbruch“*
 [Quelle: Geographisches Informationssystem
 Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des
 Landesamtes für Bergbau, Geologie und
 Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 22: *Position of „deep brown coal mine Papenbruch“*
 [reference: Geographic Information System
 Mining (mining-GIS) of LBGR]

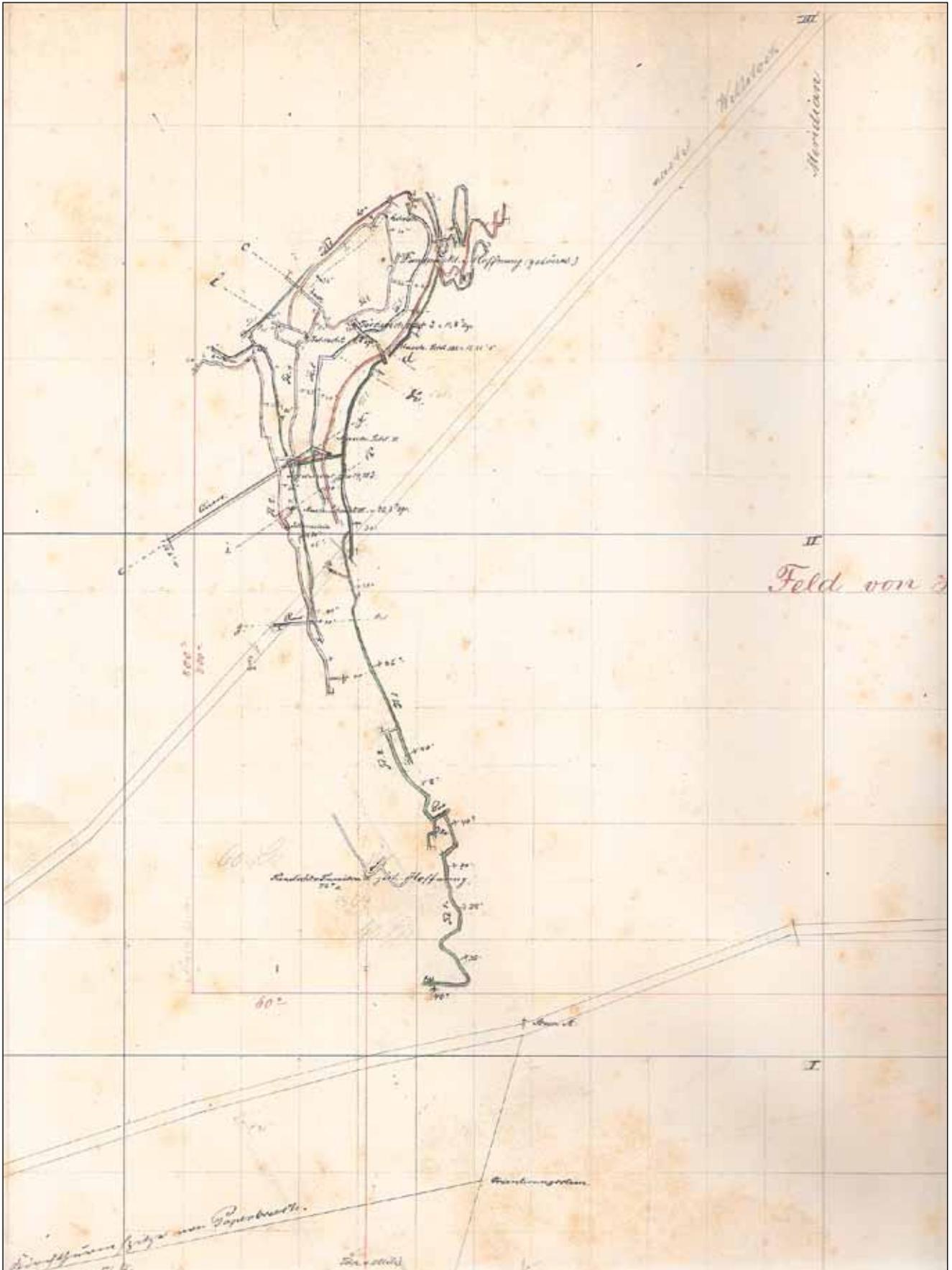


Abb. 23: Situationsriss des Grubenfeldes „Hoffnung“ (Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 23: Mine map (Situationsriss) of field „Hoffnung“ (reference: archive LBGR)

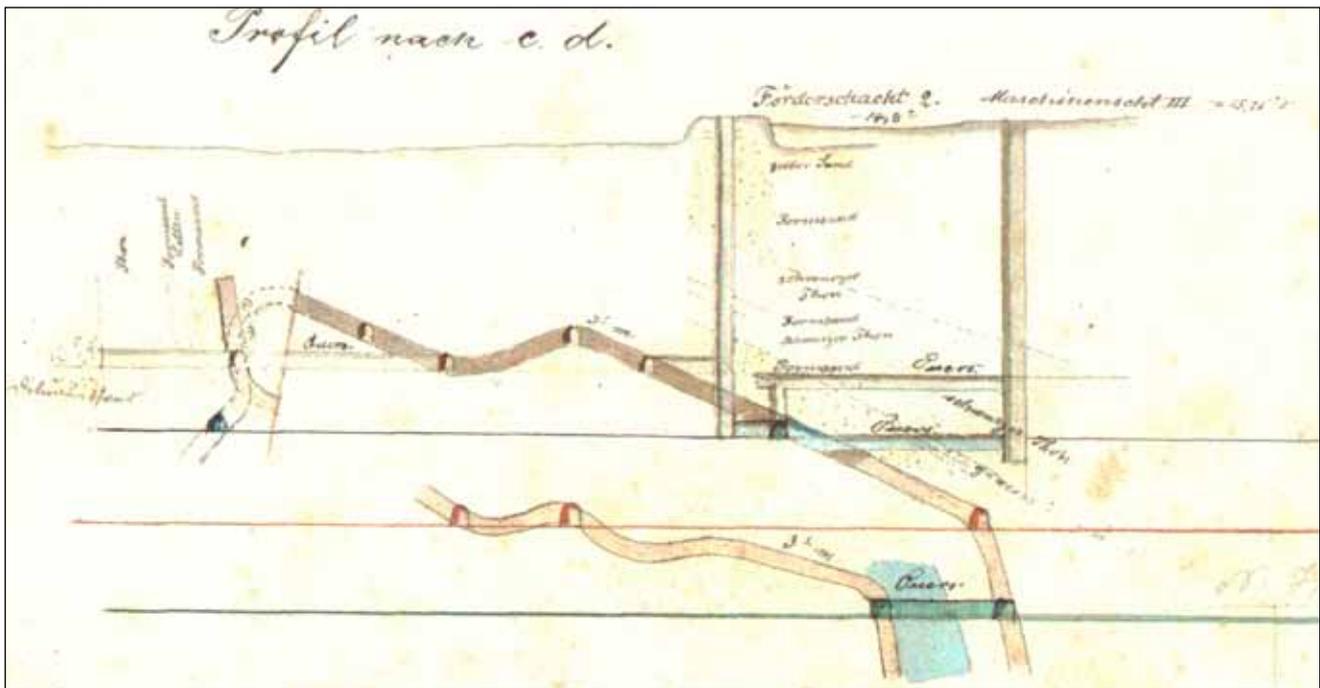


Abb. 24: Saigerriss c – d im Grubenfeld „Hoffnung“ (Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 24: Mine map (Saigerriss) c – d of field „Hoffnung“ (reference: archive LBGR)

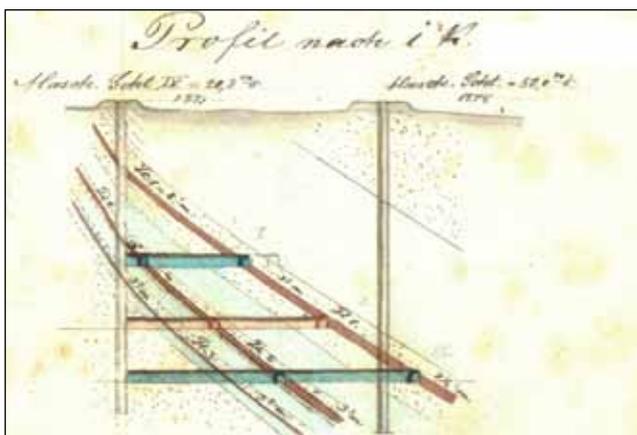


Abb. 25: Saigerriss i – k im Grubenfeld „Hoffnung“
(Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 25: Mine map (Saigerriss) i – k of field „Hoffnung“
(reference: archive LBGR)

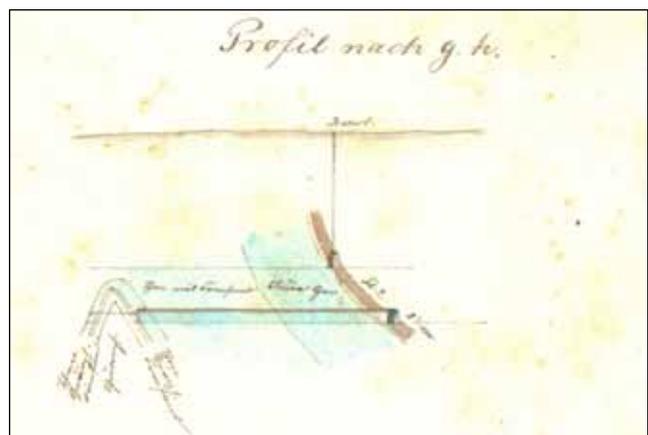


Abb. 26: Saigerriss g – h im Grubenfeld „Hoffnung“
(Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 26: Mine map (Saigerriss) g – h of field „Hoffnung“
(reference: archive LBGR)

penbrucher Revier war eine kleinknörpelige Kohle ohne nennenswerten Xylithanteil, deren Hauptabnehmer die den Braunkohlengruben nahegelegene Wittstocker Tuchfabrik war.

Das Feld „Otilie“ trat nur als Mutung in Erscheinung.

Die damalige Abbautechnologie des Kammer-Pfeiler-Bruchbaus sah zumeist einen hölzernen Verbau der Förderstrecken und *Abbaukammern* vor, der nach abgeschlossenem Kohleabbau in der Regel rückgewonnen wurde. Der Verbrauch des hangenden Gebirges erfolgte in Abhängigkeit des Gebirgsaufbaus vom Bergmann gewollt spon-

tan oder zeitverzögert. Vorrichtungen- und auch größere Förderstrecken wurden im Allgemeinen nicht zu Bruch gebracht.

Sofern der Bergbau eine Absenkung des Grundwassers erforderte, bedingte der mit der Einstellung des Bergbaus einhergehende Wiederanstieg des Grundwassers eine Konservierung des u. U. nicht rückgebauten hölzernen Verbaus, so dass das Ausbauholz zunächst seine stützende Funktion beibehielt. Nach statistischen Untersuchungen liegt die Standzeit derartiger Ausbauten zwischen 40 und 120 Jahren. Für den Bergbau bei Papenbruch und auch den der anderen Gruben in Nordbrandenburg bedeutet dies, dass die

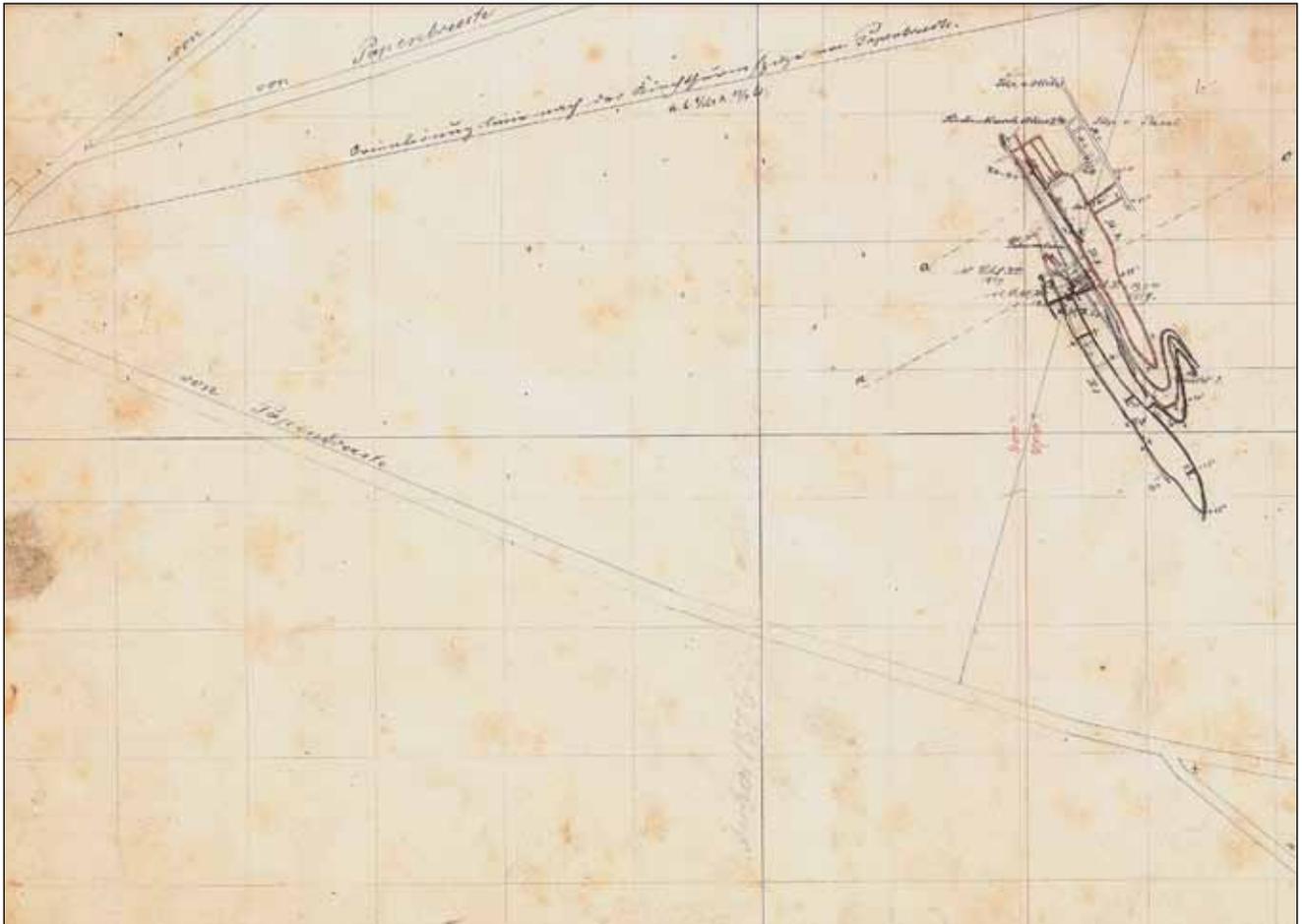


Abb. 27: Situationsriss des Grubenfeldes „Paul“ (Quelle: Archiv LBGR)
 Fig. 27: Mine map (Situationsriss) of field „Paul“ (reference: archive LBGR)

im Untergrund vorhandenen hölzernen Ausbauten an ihrer altersbedingten Versagensgrenze angelangt sind, so dass in den Bereichen, in denen direkt nach der Abbauphase kein Verbruch oder Versatz stattfand, plötzliche, bis zur Geländeoberfläche reichende Tagesbrüche nicht ausgeschlossen werden können.

Im Land Brandenburg wurden in den vergangenen Jahren und werden auch noch zukünftig für öffentlich intensiv genutzte Bereiche über ehemaligen Braunkohlengruben mit Landesmitteln umfangreiche Erkundungs- und Sicherungsarbeiten durchgeführt.

Eine der sensibelsten Maßnahmen war die Erkundung und Sicherung von vermutlich unter der Bundesautobahn (BAB) A 24 verlaufenden *Randstrecken* in Nähe des Autobahndreiecks Wittstock.

Mit dem Vorliegen der *Gefährdungsanalyse* Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch, Felder „*Hoffnung*“, *Ottlie* und *Paul*“ [BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) 2001] wurde dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg bekannt gemacht, dass der nördlichste Bereich des Grubenfeldes „*Hoffnung*“ die südliche Fahrbahn der BAB A 24 Richtung Berlin in Nähe des Autobahndreiecks Wittstock eng tangiert (Abb. 31). Es musste nach dem *bergmänni-*

schen Risswerk begründet vermutet werden, dass durch den umgegangenen mehrsöhligen Braunkohlentiefbau *Randstrecken* auch bis unterhalb der Fahrbahnen aufgeföhren wurden. Dieses musste dringend auch deshalb ins Kalkül gezogen werden, weil die von Süden her in Richtung BAB A 24 aufgeföhrenen *Randstrecken* im originalen bergmännischen Risswerk zeichnerisch als ohne Abschluss dargestellt sind und somit eine spätere Fortführung durchaus plausibel erschien. Weiterer nicht risskundiger Streckenvortrieb konnte somit nicht ausgeschlossen werden.

Am 25. April 2003 beauftragte das Wirtschaftsministerium des Landes Brandenburg die Bergsicherung und Baugrunderkundung GmbH Frankfurt (Oder) mit der bohrtechnischen Erkundung und Verwahrung bergmännischer Aufföhren im Bereich der BAB A 24.

Die Erkundungsbohrungen wurden mit einer sogenannten Bohrreihe 1 in Richtung einer Weiterführung der nicht risskundlich dargestellten *Randstrecke* der 3. Sohle begonnen. Mit dieser parallel zur Fahrbahn verlaufenden Bohrreihe 1 trat in 5 Bohrungen erheblicher Spülungsverlust als Indiz für eine Auflockerungszone im Gebirge oder auch einen Hohlraum auf, die eindeutig auf eine bergmännische Aufföhren in diesem Bereich hinwies.

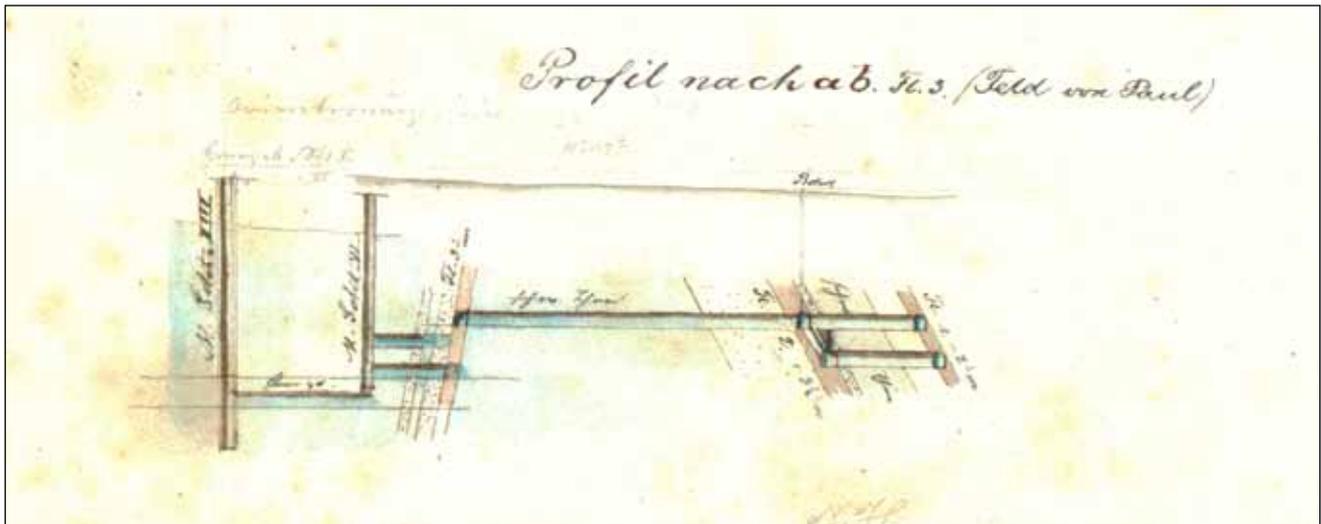


Abb. 28: Saigerriss a – b des Grubenfeldes „Paul“ (Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 28: Mine map (Saigerriss) a – b of field „Paul“ (reference: archive LBGR)

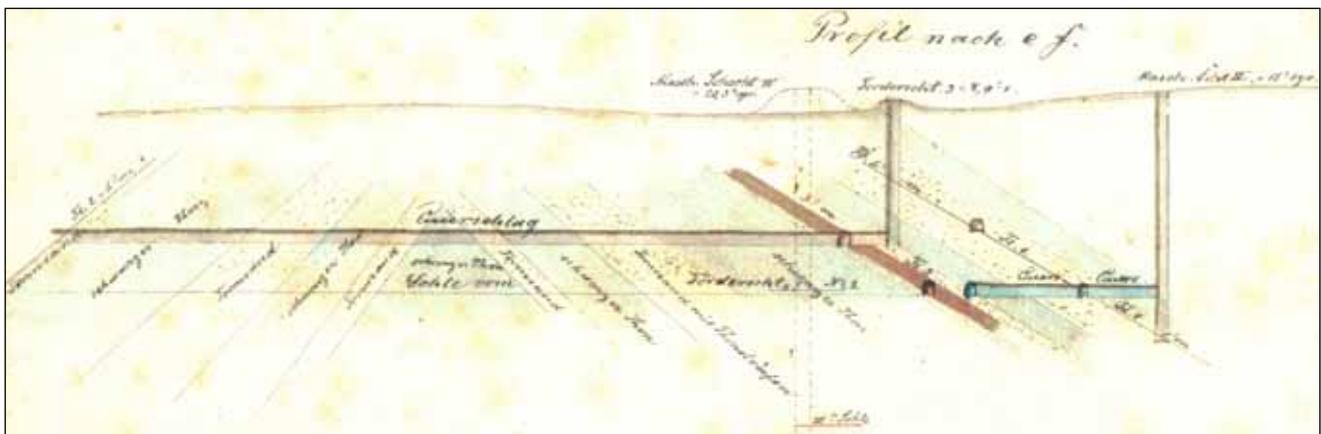


Abb. 29: Saigerriss e – f des Grubenfeldes „Paul“ Quelle: Archiv LBGR

Fig. 29: Mine map (Saigerriss) e – f of field „Paul“ (reference: archive LBGR)

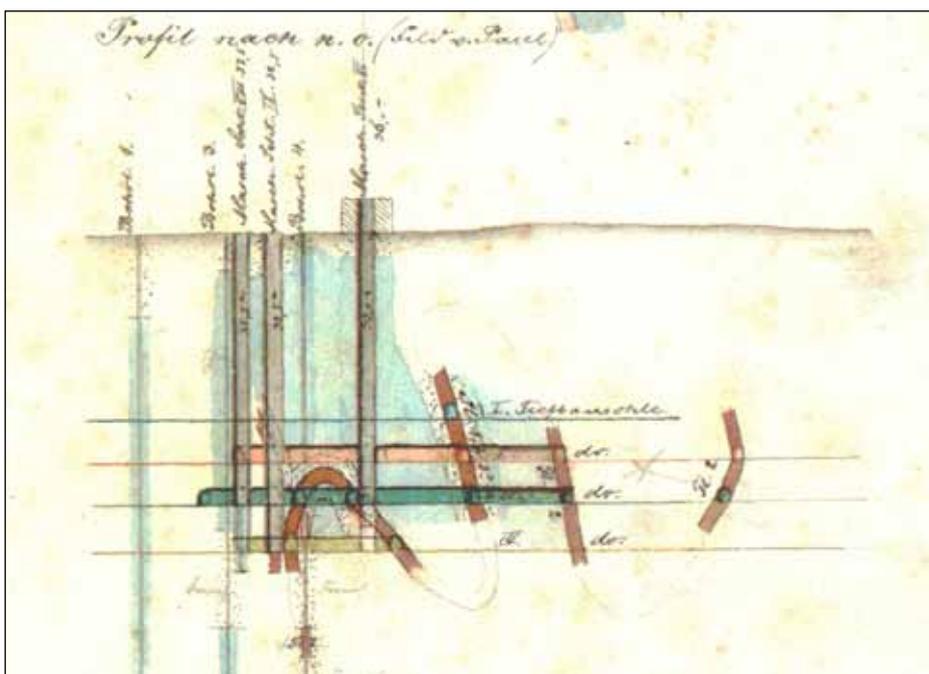


Abb. 30:
Saigerriss n – o des
Grubenfeldes „Paul“
Quelle: Archiv LBGR

Fig. 30:
Mine map (Saigerriss) n – o of
field „Paul“
(reference: archive LBGR)



Abb. 31: Betriebsriss der Verwahrdokumentation Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch – Gefährdungsbereich GB I [entnommen: BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) 2003]

Fig. 31: Mine map (Betriebsriss) of Verwahrdokumentation Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch – Gefährdungsbereich GB I [reference: BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) 2003]

Die weitere Erkundung in nördlicher Richtung erfolgte mit den Bohrreihen 5 und 6. In der Bohrreihe 5 wies die Bohrung V5.6/03 nochmals eine Auflockerungszone nach. Unverzüglich nach Fertigstellung dieser Bohrreihen wurde in die Bohrungen V1.2/03 bis V1.6/03 und in die Bohrung V5.6/03 nach vorgegebenen Regeln Versatzgut eingepresst (Abb. 32a).

Auf Anweisung des Auftraggebers wurde als Versatzmaterial Beton eingebracht, der gegenüber Braunkohlefilterasche eine größere Volumenbeständigkeit und eine kürzere Abbindezeit aufweist und damit verbunden eine höhere Druckfestigkeit schon nach kurzer Zeit erreicht. Insgesamt wurde in die bohrtechnisch nachgewiesenen Auflockerungszonen der Inhalt mehrerer Fahrnischer Versatzbeton eingebracht. Damit erfolgte eine lokale Verdichtung der Auflockerungszonen im Bereich der nicht risskundigen Strecke der 3. Sohle.

Mit den Ergebnissen der Bohrreihe 2 quer zur Randstrecke der 4. Sohle und der Bohrreihe 3 quer zur Randstrecke der 3. Sohle, die keine Hohlräume und/oder Auflockerungszonen

antrafen, war in diesen Bereichen die Vollständigkeit des bergmännischen Risswerkes bestätigt.

Die „Erkundungs- und Sicherungsmaßnahme BAB A 24“ war Anfang Juni 2003 abgeschlossen. Die Grenze des Gefährdungsbereiches nach BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2001) konnte durch die Beseitigung von Auflockerungszonen über einer nicht risskundigen Randstrecke im Bereich der BAB A 24 aufgehoben werden.

Nach Beendigung der Bohrarbeiten und dem Einpressen von Versatzbeton wurde an allen Bohrpunkten nach entsprechender Verfüllung der Bohrsäulen die durchbohrte Betondecke fachgerecht versiegelt (Abb. 32b).

Die Verwahrdokumentation Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch, Felder „Hoffnung, Otilie und Paul“ – Gefährdungsbereich GB I u. a. [BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) 2003] wurde dem Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg im Oktober 2003 übergeben und im Februar 2004 vor diesem, dem Landesbergamt Brandenburg, dem Brandenburgischen Autobahnamt und kommunalen Vertretern erörtert.



Abb. 32a – b: Erkundungs- und Sicherungsmaßnahme im Bereich der BAB A 24 Hamburg–Berlin in der Nähe des Autobahndreiecks Wittstock – a: Bohrerkundung mit dem Bohrergerät VSB 2500, b: verfüllte und versiegelte Bohrlöcher (Fotos: W. SEIFERTH)

Fig. 32a – b: Investigation and safeguard in the area of highway BAB A 24 Hamburg–Berlin near interchange Wittstock – a: investigation with drilling rig VSB 2500, b: filled and sealed boreholes (photos: W. SEIFERTH)

4 Die Braunkohlengruben in den Landkreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald

4.1 Braunkohlengrube „Albert“ bei Schöna im Landkreis Teltow-Fläming (1865 – 1881)

Die Privat-Braunkohlengruben „No. 455“ und „Albert“ sind in den historischen Unterlagen als die Braunkohlengrube „Albert“ bei Schöna vereinheitlicht. Diese Braunkohlengrube war auch in ihrer Gesamtheit eine der kleinsten und unbedeutendsten im Land Brandenburg überhaupt (Abb. 33). Die historischen Unterlagen zum Grubenbetrieb (Acta etc.) sind zumindest überwiegend noch vorhanden, während das bergmännische Risswerk, sofern es überhaupt jemals geführt wurde, nicht mehr auffindbar ist.

Die Angaben zum Grubenbetrieb in den noch vorhandenen zwei Betriebsakten sind allerdings recht detailliert und in Kurzform wie folgt wiederzugeben:

Privat-Braunkohlengrube „No. 455“:

16. Februar 1865: Seitens des Königlichen Ober-Berg-Amtes Halle (Saale) wird dem Ziegeleibesitzer ERNST CARUS zu Dahme das Auskohlungsrecht auf begrenzten Grundstücken der Feldflur Schöna erstellt.

24. Februar 1865: ERNST CARUS erhält die Aufforderung, einen Grubenriss von einem konzessionierten Markscheider anfertigen zu lassen, einen Betriebsplan vorzulegen und einen Betriebsführer einzusetzen.

24. Juli 1865: Der Bergmann AUGUST KEIL erhält vom Oberbergamt die Anerkennungsurkunde als Betriebsführer.

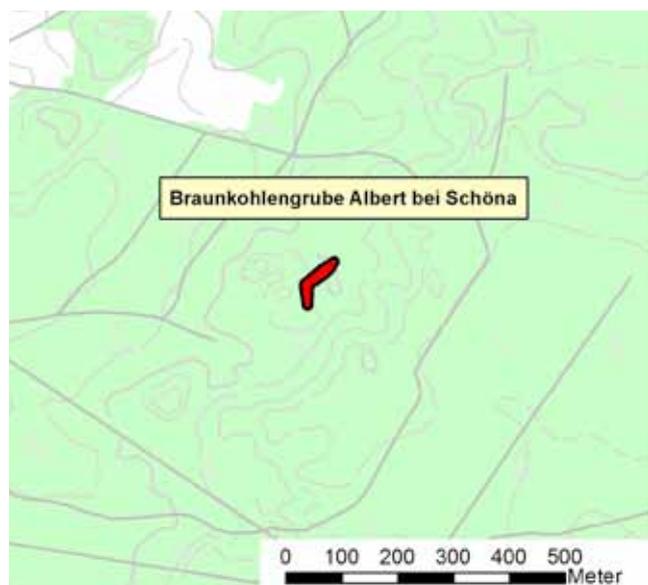


Abb. 33: Lage der Braunkohlengrube „Albert“ [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 33: Position of deep brown coal mine “Albert“ [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

9. August 1865: In einer Verhandlung wird auf die Tatsache hingewiesen, dass die komplizierte Lagerung des Flözes die vorgesehenen Auffahrungen nicht wie geplant ermöglicht und ein Bohrprogramm notwendig wäre.

1. Dezember 1865: Der Betriebsführer kündigt wegen zu spärlichen Absatzes und stellt vorübergehend den Betrieb ein. Ein neuer Betriebsführer, FRIEDRICH HENZE, wird vorgesehen.
8. November 1866: Es wird darauf hingewiesen, dass der Schacht Nr. 2 wegen sehr mangelhafter Ausführung zusammengegangen ist, die Fortsetzung des Betriebes mit den bis jetzt angewendeten Mitteln keine günstige Aussicht eröffnet und immer noch kein vorschriftsmäßiger Grubenriss existiert.
8. August 1867: Es werden Schäden am Schacht 1 bemängelt, „böse Wetter“ prognostiziert und auf diesbezüglich notwendige Maßnahmen hingewiesen sowie wiederum die seit 1865 fehlenden Rissnachtragungen angezeigt.
8. Januar 1868: Betriebsführer HENZE beklagt in einem Brief an das Oberbergamt den schadhafte Zustand der Grube, die fehlenden Baumaterialien und den Unwillen des Grubenbesitzers LINKE, diese Mängel beseitigen zu lassen. Wegen mangelnder Sicherheit in der Grube kündigt HENZE mit Wirkung zum 1. März 1868.
10. Januar 1868: HENZE teilt dem Oberbergamt mit, dass sowohl in südlicher als auch in nordöstlicher Richtung die Kohle abgebaut ist und dass nach Abbau des letzten Pfeilers an der Hauptstrecke der Betrieb eingestellt wird.
28. Januar 1868: Der Bergrevierbeamte NEITSCH teilt dem Oberbergamt im Ergebnis einer Lokalbesichtigung der Grube mit, dass erneute Auffahrungen und die geplante Abteufung eines weiteren (Wetter-) Schachtes vom Antragsteller zurückgenommen wurde. Den Abbau des Sicherheitspfeilers hat er aufgrund des schlechten Zustandes des Schachtes 1 (Befahrung durch die Bergleute) in Frage gestellt. Da der Grubenbesitzer aus ökonomischen Gründen nicht erneuern kann, wird das Oberbergamt um Entscheidung gebeten.
- Der Bergrevierbeamte empfiehlt: „Für den Fall, dass die sofortige Einstellung des Betriebes verfügt werden sollte, müsste nach Maaßgabe der Polizeiverordnung vom 7. Oktober 1863 gleichzeitig auch die Nachtragung des Grubenbereiches (im Grubenriß) angeordnet werden. Da diese Verordnung jedoch lediglich den Zweck hat, bei der Wiederaufnahme des Betriebes die Orientierung zu ermöglichen und die Lage des Grubenbaues gegen die Oberfläche festzustellen, der Betrieb aber von dieser Stelle voraussichtlich auch nie wieder aufgenommen werden wird und das Grubenfeld mitten im Wald außerhalb aller Kommunikation liegt, so dürfte im vorliegenden Falle von der Nachtragung des Grubenbereiches um so mehr abgesehen werden können, als der ganze Grubenbau, wie bereits oben erörtert, eigentlich nur in einem Schachte und einer Strecke besteht, welche bereits auf dem Grubenbilde (immer noch der Situationsriss von 1865) projiziert sind.“
- Über die Abbaumengen und Beschäftigtenzahlen gibt die Betriebsakte (III:A:s. No. 4) folgende Angaben (Tab. 6; Die Angaben zu den Förderdaten vor/bis 1871 erfolgten in den Originalakten in Tonnen, einem Hohlmaß, dem ein metrisches Maß von 0,22 m³ oder 0,26 t Braunkohlen entspricht):

Quartal	Beschäftigtenzahl	Abbaumenge [Tonnen]	mittlere Flözmächtigkeit
III. Quartal 1865	5	508	1/2 Lachter
IV. Quartal 1865	6	987	1/2 Lachter
II. Quartal 1866	4	1339	5 – 6 Fuß
III. Quartal 1866	5	2250	5 – 6 Fuß
I. Quartal 1876	5	1425	k. A.
II. Quartal 1867	5	1817	
III. Quartal 1867	5	686	
IV. Quartal 1867	5	2289	
1868	k. A.	955	

Tab. 6: Abbaumengen und Beschäftigtenzahlen der Privat-Braunkohlengrube „No. 455“

Tab. 6: Volume of digging and number of employees of private deep brown coal mine „No. 455“

Privat-Kohlengrube „Albert“ bei Schöna:

30. Januar 1881: JULIUS KELLING sendet einen Betriebsplan für die Braunkohlengrube „Marie“ bei Schöna auf das Jahr 1881 an den Königlichen Revierbeamten Bergmeister MEHNER.
11. Februar 1881: Das Oberbergamt veranlasst den Grubenbesitzer zur Namensänderung, da es zu viele Gruben mit dem Namen „Marie“ gibt.
20. Februar 1881: KELLING teilt dem Revierbeamten MEHNER den neuen Namen der Grube „Albert“ mit.
16. März 1881: In einem Nachtrag zum Betriebsplan werden Änderungen angezeigt, die sich aufgrund komplizierter Gebirgsverhältnisse als notwendig erweisen.
3. April 1881: Der Grubenbesitzer KELLING richtet an den Revierbeamten MEHNER eine Mitteilung, in der er die Einstellung des Betriebes mit Wirkung vom 28. März 1881 anzeigt.
12. April 1881: KELLING informiert MEHNER, dass die Einstellung des Grubenbetriebes nur bis auf weiteres zu verstehen ist, da man auf Partnersuche sei.

Mit dieser Mitteilung enden auch die historischen Dokumente zum Grubenbetrieb.

Aus einer Vierteljahres-Produktions-Übersicht geht hervor, dass während der gesamten Betriebsphase insgesamt lediglich 2 224 Tonnen Braunkohle gefördert und davon 2 145 Tonnen abgesetzt worden sind.

In den beiden ineinander übergehenden Gruben „No. 455“ und „Albert“ wurden insgesamt 4 Schächte geteuft, die zur Fahrung der Bergleute und zur Förderung der Braunkohlen dienten. Eine Wasserhaltung war aufgrund der sehr geringen Abbautiefen nicht erforderlich.

4.2 Braunkohlengrube „Centrum“ bei Schenkendorf, Landkreis Dahme Spreewald (1877 – 1899)

Der weitaus größte Teil des bergmännischen Risswerkes zur Braunkohlengrube „Cons. Centrum“ bei Schenkendorf westlich Königs Wusterhausen (A-, B- und C-Risse) gilt als unauffindbar bzw. als verschollen. Lediglich der Spezialbau-riss i. M. 1 : 1 000, geführt bis zum 25. Februar 1894 von Markscheider EMIL VON COELLEN II, war nach intensiven Recherchen im Siemens-Archiv München aufgefunden worden.

Auch die Akten zum Grubenbetrieb sind in hohem Maße unvollständig und lassen nur eine lückenhafte Beschreibung des Bergbaugeschehens der Grube zu.

Im Bereich der ehemaligen Braunkohlengrube „Centrum“ bei Schenkendorf (Abb. 34 – 35) sind drei Flöze der miozänen Formsandgruppe, die in einem N–S streichenden Sattel und mit bis zu 50° östlich und westlich einfallenden Sattelflanken, zum Abbau gekommen. Die Flöze erreichen im Einzelnen (scheinbare?) Mächtigkeiten von 6 bis 8 m, 3 m und < 1 m. In westlicher Richtung nimmt die Intensität des Einfallens der Flöze rapide ab und endet in einer nur noch schwach welligen Flözablagerung. Die Grundwasseroberfläche liegt im Bereich der auflässigen Braunkohlengrube bei 6 bis 12 m unter der Geländeoberfläche. Damit werden die z. T. sehr großen Probleme hinsichtlich der Wasserhaltung im Bereich der Grube erklärbar. Alle ehemals aufgefahrenen Grubenbaue sind demzufolge heute wassergefüllt.

Im Jahr 1877 wurde durch den Tongrubenbesitzer FRANZ LANDSBERG und den Brunnenbaumeister AUGUST BOOCK durch Bohrungen ein tagesnahes Braunkohlenvorkommen mit einer Gesamtlözmächtigkeit von 10 m nachgewiesen. Diese beiden Herren bildeten eine Gewerkschaft und schlossen die insgesamt 23 der näheren Umgebung bereits gemuteten Gruben unter dem Namen „Concordia“ zusammen. Die Namensänderung dieser konsolidierten Grube auf „Centrum“ bei Schenkendorf wurde im Juni 1877 vom königlichen Oberbergamt Halle (Saale) bestätigt.

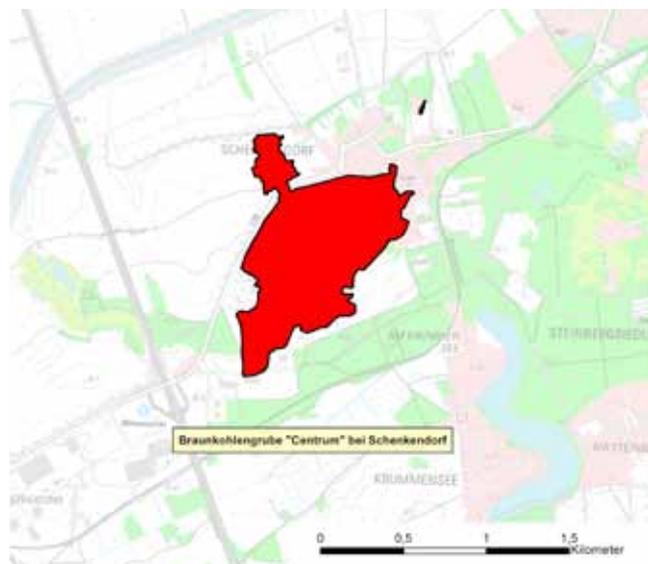


Abb. 34: Lage der Braunkohlengrube „Centrum“ bei Schenkendorf

[Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 34: Position of deep brown coal mine “Centrum” near Schenkendorf [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

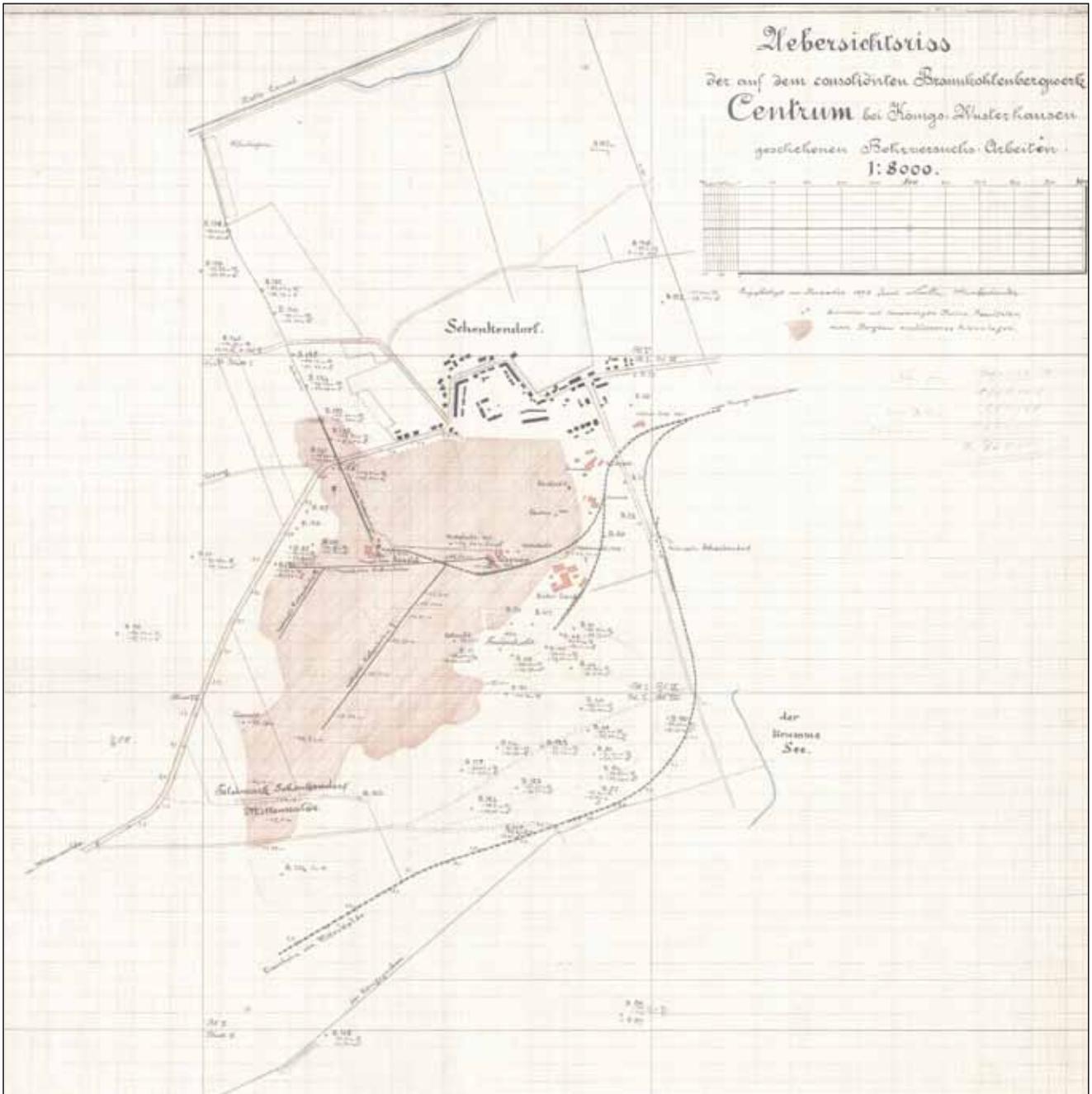


Abb. 35: Übersichtsriss der Bohrversuchsarbeiten consolidiertes Braunkohlenbergwerk „Centrum“ in Schenkendorf bei Königs Wusterhausen – angefertigt 1898 durch Markscheider v. COELLN (Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 35: Mine map (overview) of drilling experiments in the deep brown coal mine „Centrum“ in Schenkendorf near Königs Wusterhausen; drawn by mine surveyor VON COELLN in 1898 (reference: archive LBGR)

1878 erfolgte auf der Grube „Cons. Centrum“ bereits die erste Kohleförderung, die dann aber aus unbekanntem Gründen mehrere Jahre unterbrochen und erst 1882 wieder aufgenommen wurde. Zu diesem Zeitpunkt hat sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Familie SIEMENS der Grube angenommen.

1883 begann das Teufen des „Eisschachtes“, das infolge einer zu durchteufenden mächtigeren Schwimmsandschicht nur mit der Anwendung des POETSCH'schen Gefrierverfahrens, benannt nach seinem Erfinder, dem Berg- und Hütten-

ingenieur FRIEDRICH HERMANN POETSCH, durchführbar war. Mit einem immensen technischen und auch körperlichen Aufwand wurden im Folgejahr die Arbeiten mit dem Gefrierprozess begonnen. Nachdem dieser zunächst erfolgreich beendet und die Schachtsohle abgedichtet war, begann mittels manueller Keilhauenarbeit der Aushub der gefrorenen Erdmassen. Infolge mehrmaligen Versagens der Eismaschine kam es jedoch immer wieder zum Abschmelzen der Eiswand und damit zu Unterbrechungen der Abteufarbeiten. Schließlich erfolgte aufgrund technischer Unzulänglich-

keiten (unkontrolliertes Abschmelzen eines oder mehrerer Bohrlöcher) am 25. Oktober 1884 ein Wasserdurchbruch an der Schachtsohle. Innerhalb von nur 10 Stunden kam es zum Anstieg des Grundwassers bis in Höhe des natürlichen Wasserspiegels. Am 24. November 1884 wurde die „Mission Eisschacht“ aufgegeben.

Der sogenannte „Eisschacht“ hatte zum Grubenbetrieb auch nie eine direkte Verbindung und damit für den Bergbaubetrieb auch keine große Bedeutung.

Die bergbaulichen Arbeiten gingen (westlich des Eisschachtstandortes) indes weiter. 1885 erfolgte in einem nach Südwesten gerichteten Abstand von 250 m das Teufen des 18,51 m tiefen „Senkschachtes“ und mit ihm die weitere Feldesausrüstung. 1886 wurde die Ausrichtung der Grube mit dem Teufen eines flachen Schachtes am Westflügel des Flözsattels und dem Auffahren von Grundstrecken aus dem „Senkschacht“ weitergeführt. Zeitnah erfolgte der Bau einer etwa 1 500 m langen schmalspurigen Pferdebahn zum nördlich verlaufenden Nottekanal. In der Folgezeit wurden in westlicher und südwestlicher Richtung neue Baufelder erschlossen und intensiverer Kohlenabbau ermöglicht. Immer wieder kam es jedoch zu Wasserdurchbrüchen, die einen kontinuierlichen Abbau erschwerten oder zeitweise auch unmöglich machten. 1890 beispielsweise gingen infolge plötzlichen Versagens der Pumpen die Wasser in allen Grubenbauen des *Fahrschachtes* 1890 auf. Die Kohlenförderung bis auf die 3. Sohle betrug in diesem Jahr bei einer Belegschaft von 203 Mann 47 074 t.

Im selben Jahr wurden südlich des Fahrschachtes 1890 außerhalb des Grubengebietes zu den bereits vorhandenen 30 Arbeiterwohnungen 28 neue erbaut sowie eine Anlage zur Herstellung von Nass-Presssteinen und die Zechenstube errichtet. Die Wohnungen existieren noch heute in inzwischen bestsaniertem Zustand.

1891 kam es mit dem Teufen des Senkschachtes „Hauptschacht Werner“ zum Durchschlag bis zur 4. Sohle. Mit diesem Schacht konnten die Wasser gehoben und der Abbau kontinuierlich weitergeführt werden. Die Kohlenförderung erhöhte sich bei einer Belegschaftsstärke von nunmehr 204 Mann auf 58 278 t. Da sich die Kohlenförderung nach der Auffahrung einer 5. Sohle weiter kontinuierlich steigerte, wurden nach Fertigstellung der Nasspressanlage die Vorbereitungen zur Anlage einer Brikett-Fabrik mit drei Dampfkesseln und zwei Pressen getroffen (Abb. 36).

1892 wurde in nur wenigen Metern Entfernung vom „Hauptschacht Werner“ ein Zwillingschacht bis zum Liegenden des Flözes niedergebracht (Abb. 37). Dieser Schacht sollte in erster Linie zur Aufnahme der Dampf- und Steigerohre für die auf der 5. Sohle aufgestellten Pumpen dienen. Insgesamt sind auf der Grube zu diesem Zeitpunkt 10 unterirdische Pumpen aufgestellt worden. Im Herbst 1892 war der Bau der Darrsteinfabrik mit 2 Pressen und darüber angeordneten Telleröfen fertiggestellt. Mit einer Belegschaft von nun 290 Mann förderte die Grube aus den Abbauen der 4. und 5. Sohle in diesem Jahr insgesamt 87 028 t Braunkohle. Ende Januar 1893 musste die Kohlenförderung wegen Wassereintritt auf der 4. Sohle für längere Zeit eingestellt werden. In nur wenigen Stunden erreichten die Wasser die

2. Sohle. Erst nach Einbau von weiteren 4 Pumpen konnte die 5. Sohle nach Stillstand bis Mitte Juni wieder befahren werden.

Im südwestlichen Feld wurde das Teufen des Förder- und Wasserhaltungsschachtes „Arnold I“ begonnen, der 1895 die 6. Sohle erreichte.

1894 wurde der „Hauptschacht Werner“ mit der Brikett-Fabrik durch eine als Hochbahn angelegte *Kettenbahn* verbunden. Der Schacht „Wernerschacht II“ wurde an die Normalspurbahn und an den Nottekanal angeschlossen. Für die Kohlenförderung von der 6. zur 5. Sohle diente eine hierfür errichtete kurze Kettenbahn.

Durch die Neuaufstellung von 4 Pressen wurde die Leistungsfähigkeit der Brikett-Fabrik um das 3-fache auf 29 050 t Briketts gesteigert. Zur Klärung der Grubenwasser wurde in Nähe des Nottekanals ein Becken von 200 m Länge, 36 m Breite und 2 m Tiefe ausgehoben. Die Belegschaft bestand in diesem Jahr aus 408 Mann.

Anfang 1895 wurde begonnen, den Schacht „Arnold I“ bis auf die 6. Sohle nachzuteufen, was bis zum Jahresende noch nicht zum Abschluss gebracht werden konnte.

Wegen aufgehender Wasser im Niveau der 6. Sohle musste im Herbst 1896 die Kohlenförderung hier aufgegeben und auf die oberen Sohlen beschränkt werden. Erst im darauffolgenden Jahr wurde der neue Schacht „Arnold II“ nachträglich mit einer starken Wasserhaltung versehen.

1898 wurden die bergmännischen Arbeiten im südlichen Feld der Grube eingestellt, während im nördlichen Feld im Bereich des neuen Arnoldschachtes die Arbeiten weitergeführt wurden. Zum Abbau gelangten hier schon zu früherer Zeit vorgerichtete Pfeiler ober- und unterhalb der 6. Sohle. Am 5. April 1899 wurde die Braunkohlengrube nach nochmaligem erheblichen Wassereintritt stillgelegt. Aus einem Bericht vom Juni 1899 geht hervor, dass sämtliche Schächte (Tab. 7) verfüllt wurden und alle Strecken unter Wasser stehen!

Mit diesem Jahr endet die historische Beschreibung des Bergwerkes „Centrum“ bei Königs Wusterhausen.

Schriftliche (unvollständige) Unterlagen zum Grubenbetrieb lassen jedoch vermuten, dass die Kohlenförderung erst am Ende des Jahres 1899 (Abb. 38) endgültig eingestellt wurde.

Zur Ausrichtung der Grube, zur Fahrung der Bergleute und zur Förderung der Braunkohlen, wurden nach den verfügbaren Unterlagen zum Betrieb der Grube „Centrum“ insgesamt 28 Schächte geteuft. Die Auflistung erfolgt nach dem bis zum 25. Februar 1894 geführten Spezialbauriss i. M. 1 : 1 000.

Beispiele für mögliche Folgeerscheinungen (Tagesbrüche) an der Tagesoberfläche durch die Anwendung des Kammerr-Pfeiler-Bruchbaus nach mehr als 100 Jahren nach Einstellung des Grubenbetriebes zeigen die Abbildungen 39 – 42.

Durch das Braunkohlen-Bergwerk „Centrum“ bei Schenkendorf wurden im Zeitraum 1877 bis 1899 insgesamt 1 211 610 t Braunkohle gefördert.

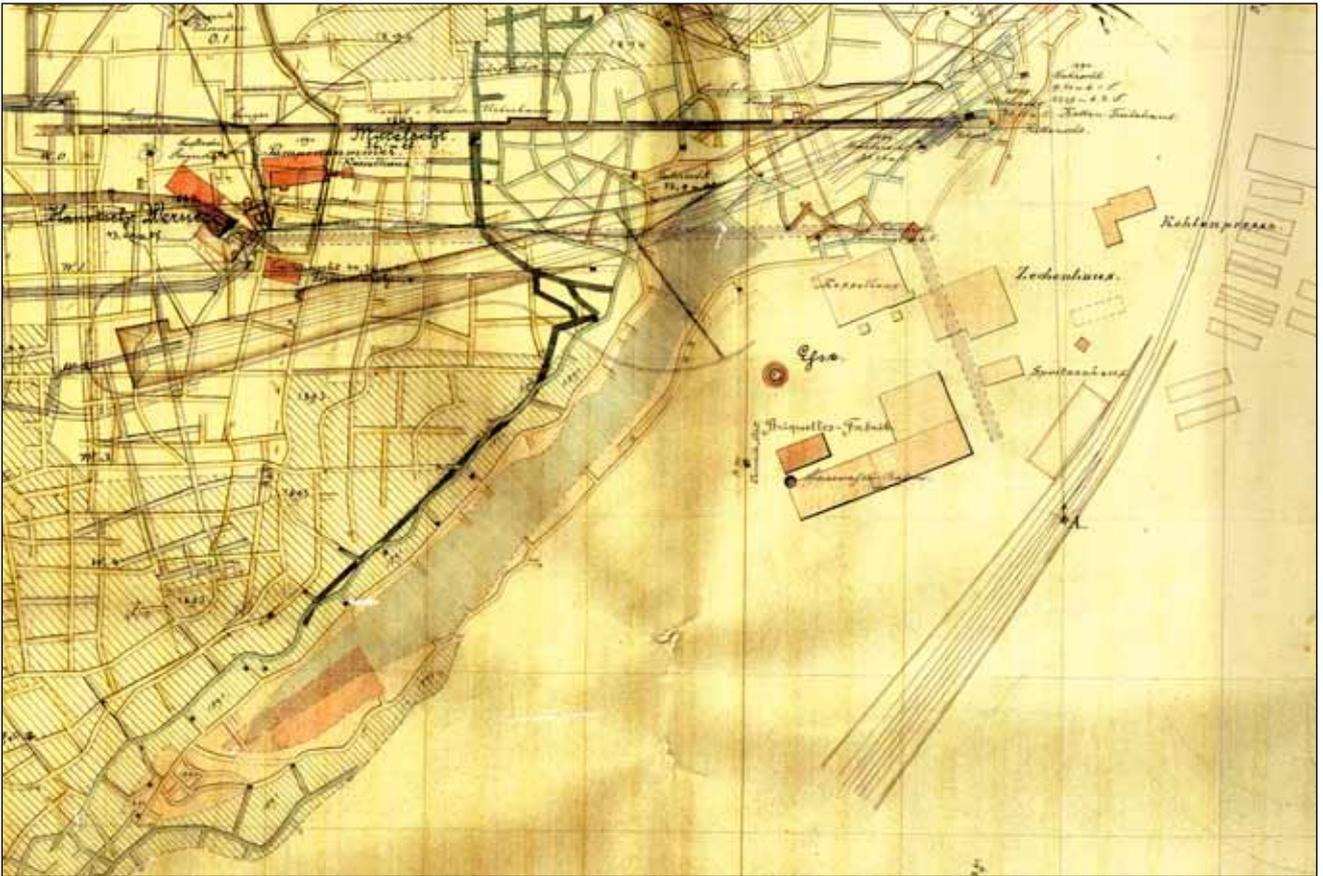


Abb. 36: Spezialbauriss Braunkohlenbergwerk „Centrum“ (Ausschnitt) mit Lage Zechenhaus, Brikett-Fabrik, Kohlenpresse u. a. (Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 36: Detail of special mine map of deep brown coal mine „Centrum“ with position of pithead building, briquetting plant etc. (reference: archive LBGR)

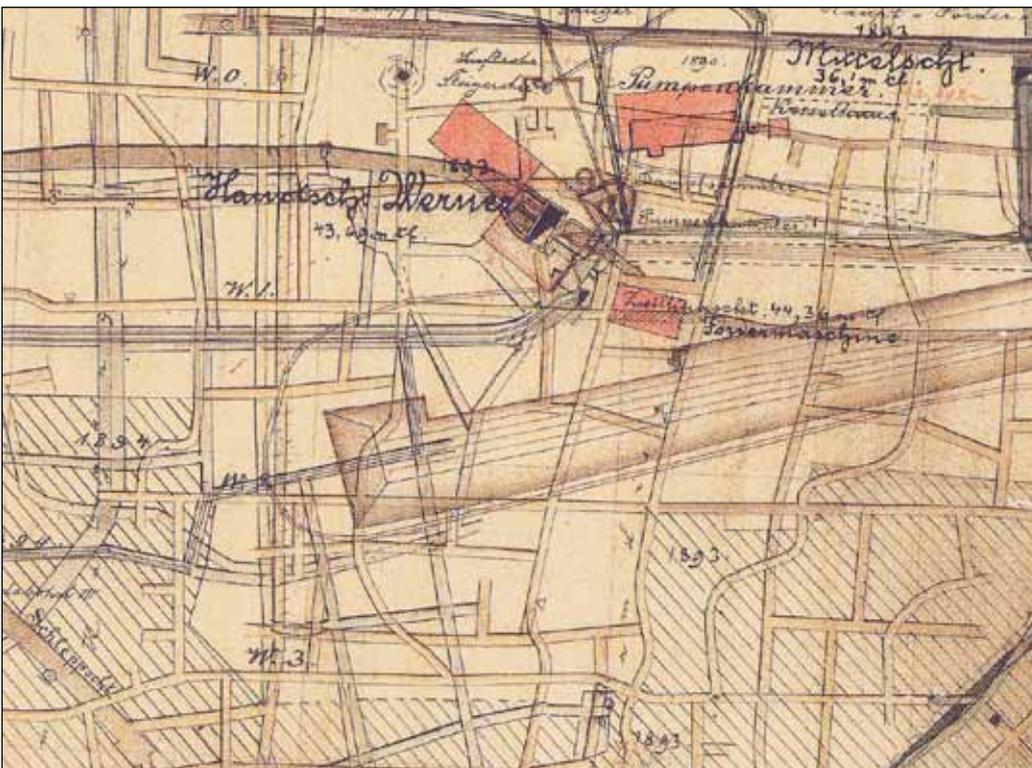


Abb. 37:
Hauptschacht
„Werner“,
Zwillingschacht und
Schlepsschacht
(Quelle: Archiv LBGR)

Fig. 37:
Main mine shaft
„Werner“,
twin mine shaft and
Schlepsschacht
(reference: archive LBGR)

Schachtbezeichnung	Betriebszeit ab	Teufe [m]	Abmessungen [m x m]
Fahr- und Wetterschacht	1897	?	2,5 x 4,0
Fahrschacht	?	?	2,0 x 2,0
Maschinenschacht II	1878	6,3	3,0 x 3,0
Maschinenschacht I	1878	6,3	1,5 x 2,5
Pulsometerschacht	?	?	1,5 x 1,5
Senkschacht	?	18,51	3,5 Ø
Mittelschacht	?	k. A.	6,0 Ø
Eisschacht	1884		2,0 x 4,0
Schacht „Arnold I“	1883		2,5 x 5,0
Schacht „Arnold II“	k. A.		3,5 x 6,5
Mittelschacht	1896		49,03
Hauptschacht „Werner“	1893	43,60	4,0 x 8,0
Zwillingschacht	k. A.	44,36	2,5 x 3,5
Mittelschacht	1893	36,1	2,5 x 3,5
Fahrschacht	k. A.	32,9	2,0 Ø
Treibeschacht „Gustav“		k. A.	3,0 x 3,5
Wasserhaltungsschacht	1889	30,06	2,5 x 4,0
Mühlenschacht	1889	20,36	2,5 x 5,0
Fahrschacht	k. A.	14,90	1,5 x 1,5
Fahrschacht	1890	23,9	1,5 x 2,5
Hilfsschacht	1888	20,15	2,5 x 3,5
Kettenschacht	?	?	1,5 x 2,0
Versuchsschacht	?	?	2,0 x 2,5
Friedrichschacht	1893	?	3,5 x 4,5
Fahrschacht	1892	k. A.	2,5 x 2,5
Fahrschacht	?	42,78	2,0 x 3,5
Steigerschacht	?	?	?
Schleppschacht	?	?	?

Tab. 7: Schächte des konsolidierten Braunkohlenbergwerkes „Centrum“
(Quelle: ERKUNDUNGS- UND SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH BERGSICHERUNG COTTBUS 2000)

Tab. 7: Mine shafts of consolidated deep brown coal mine „Centrum“
(reference: ERKUNDUNGS- UND SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH BERGSICHERUNG COTTBUS 2000)

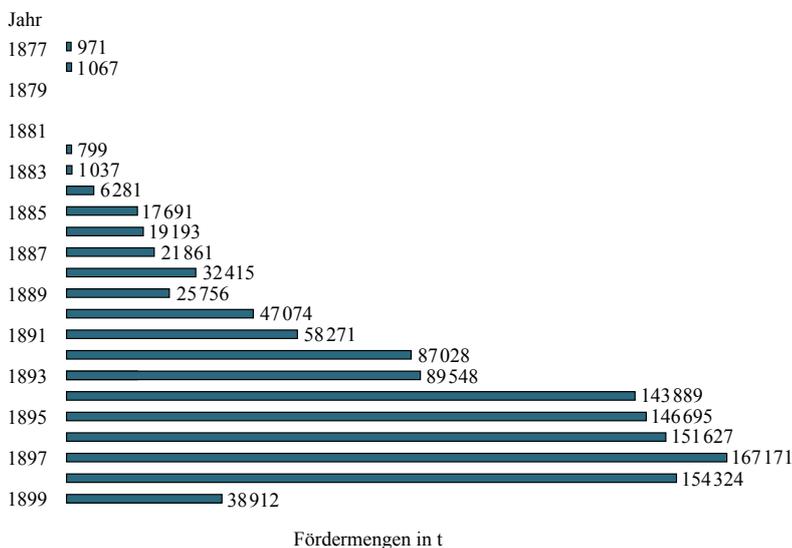


Abb. 38:
Förderzahlen (metrische Tonnen)
von 1877 bis 1899
(Quelle: ERKUNDUNGS- UND
SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH
BERGSICHERUNG COTTBUS 2000)

Fig. 38:
Extraction amounts (metric tons)
from 1877 to 1899
(reference: ERKUNDUNGS- UND
SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH
BERGSICHERUNG COTTBUS 2000)



Abb. 39:
Tagesbruch 1/1992; Tiefe: 2 m, Durchmesser: 6 m
[Quelle: ERKUNDUNGS- UND SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH
BERGSICHERUNG COTTBUS 2000]

Fig. 39:
Cave to the surface 1/1992, depth: 2 m, diameter: 6 m
[reference: ERKUNDUNGS- UND SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH
BERGSICHERUNG COTTBUS 2000]



Abb. 40:
Tagesbruch 1/2008; Tiefe: 4 m, Durchmesser: 10 m
(Foto: W. SEIFERTH)

Fig. 40:
Cave to the surface 1/2008, depth: 4 m, diameter: 10 m
(photo: W. SEIFERTH)



Abb. 41:
Tagesbruch 2009 (Foto: W. SEIFERTH)

Fig. 41:
Cave to the surface 2009 (photo: W. SEIFERTH)



Abb. 42:
Tagesbruch 2012 (Foto: W. SEIFERTH)

Fig. 42:
Cave to the surface 2012 (photo: W. SEIFERTH)

4.3 Braunkohlengrube „Jacobsfreude“ bei Töpchin, Landkreis Dahme-Spreewald (1886 – 1893)

Um es vorwegzunehmen: Obwohl um 1880 eine Gruppe windiger Berliner Geschäftsleute auf riesige Gewinne durch Kohleabbau in den sogenannten „Berliner Kohlenwerken“ bei Teupitz spekulierte, wurde auf den Braunkohlenfeldern „Jacobsfreude“ und „Hortensia“ bei Töpchin (Abb. 43) und auch nicht anderswo in der näheren Umgebung erwähnenswerter Braunkohlentiefbau betrieben!

Inspiziert durch die Tatsache, dass im nahegelegenen Leber-See in losen Stücken Braunkohle auf dem Grund des Sees lag, dort „gefischt“ und für den Hausgebrauch Verwendung fand sowie durch die Erfolge in der Grube „Centrum“ bei Schenkendorf, wurde zeitnah das Abteufen von Bohrungen veranlasst. Nach den zunächst recht vielversprechenden Ergebnissen ging man davon aus, dass es sich um ein beträchtliches Braunkohlenlager handelt. In Berlin wurde daraufhin kurzerhand die Gesellschaft „Cons. Braunkohlenwerke Berlin“ gegründet, die Grubennamen „Hortensia“ und „Jacobsfreude“ eingeschrieben und beschlossen und begonnen, die Braunkohle mit diesen *Grubenfeldern* beginnend gewerbsmäßig abzubauen.

1886 wurde zunächst ein Tagebau betrieben, in dem immerhin 90 Arbeitskräfte Beschäftigung fanden. Er war bis 1893 in Betrieb; Kohleförderung fand jedoch nur in den Jahren 1891 und 1892 statt (Abb. 44).

Im Jahr 1887 wurde zur Vorbereitung des Tiefbaus ein gusseiserner Schacht bis vermutlich 40 m Tiefe abgeteuft. Von ihm aus sollten Strecken in die Flöze getrieben werden; dieses Vorhaben wurde jedoch nie verwirklicht!

Stattdessen gingen unreelle Meldungen über gewinnbringenden Kohleabbau in einem gewaltigen Vorkommen an guter Braunkohle an die Öffentlichkeit und zunehmend wurde die Werbetrommel gerührt, um immer mehr Aktionäre – auch den „kleinen Mann“ – zu gewinnen. Rund um den Teupitzer See wurde eine Fläche von ganz genau 46 659 480,18 m² in 22 Einzelfelder aufgeteilt. Die markscheiderische Begleitung durch Markscheider EMIL SEER beschränkte sich in diesem Bergwerk wohl hauptsächlich auf diese Feldesaufteilung und die Ermittlung der Feldesgrößen (Abb. 45).

Völlig verschwiegen wurden die riesigen Probleme mit zuzitendem Grundwasser, die seitens der Grubenverwaltung insgeheim sukzessive für nicht beherrschbar gehalten wurden. Dennoch wurden die Aktionäre von der Grubenleitung weiterhin „hinters Licht geführt“ und euphorische Pläne, wie z. B. der Bau einer 1 200 m langen Drahtseilbahn vom Grubenfeld „Jacobsfreude“ bis zum Teupitzsee, an die Öffentlichkeit gebracht.

Es ist überliefert, dass selbst die zur Betreibung der spärlichen technischen Anlagen die hier zu Tage gebrachte Kohlenmenge nicht ausreichte. Für die Kohlelieferungen nach Berlin ließ die Grubenleitung in größeren Mengen Braunkohle aus anderen Revieren heranschaffen und verkaufte diese als aus dem eigenen Schacht geförderte Kohle. Das konnte auf Dauer nicht gut gehen!

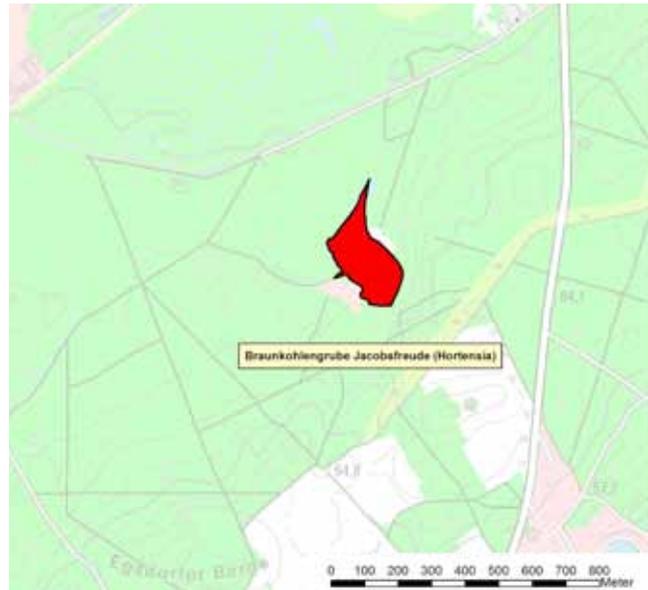


Abb. 43: Lage der Braunkohlengrube „Jacobsfreude“ bei Töpchin incl. Tagebau [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 43: Position of deep brown coal mine „Jacobsfreude“ near Töpchin incl. opencast mine [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

Im Juni 1893 wurde die Grube wegen „Unwirtschaftlichkeit“ stillgelegt. Der Tagebau und mit ihm die gesamte technische Ausrüstung war in nur wenigen Tagen unter Wasser gesetzt.

Wegen verbrecherischen Betrugs wurde gegen die Grubenbetreiber schließlich der Prozess geführt!

4.4 Braunkohlengrube „Praemium Constantiae“ bei Streganz, Landkreis Dahme-Spreewald (1847 – 1849)

Bereits 1806 wurde beim Graben eines Brunnens auf dem Rittergut Streganz der erste „Kohlefund“ gemacht.

Mit einem Brief vom 13. Februar 1806 wird durch den königlichen Torfinspektor SIEHE bei der Bergwerks- und Hüttenadministration zu Berlin angezeigt, dass dieser Fund für den Staat und besonders für Berlin von „einiger“ Bedeutung sein kann. Dann verging einige Zeit.

Erst 1841 wurde nach CRAMER (1876) der Höhenzug von Streganz erneut untersucht und „auf einem Fund daselbst“ unter dem 1. September d. J. die Mutung „Friedrich“ angelegt, die aber im Jahre 1843 als eine „Blinde“ erkannt und wieder gelöscht wurde.

Am 2. Juli 1846 wurde die Braunkohlenzeche Praemium Constantiae bei Streganz an Rechnungsrat SAMETZKI beliehen, aber noch im gleichen Jahr wieder ins Freie erklärt.

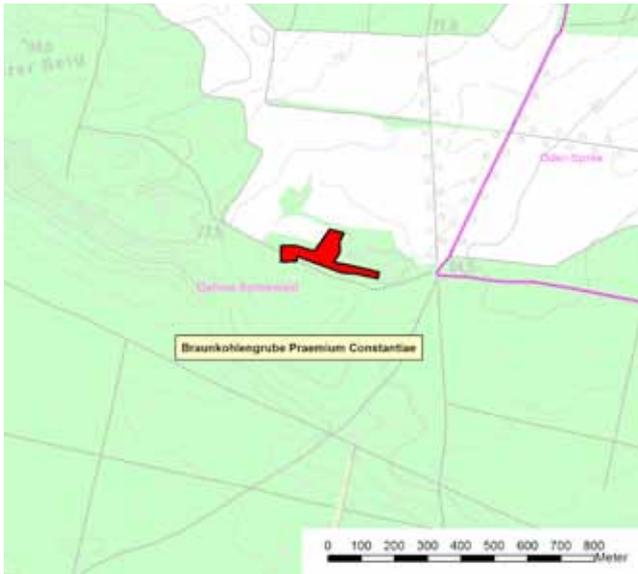


Abb. 46:
Lage der Braunkohlengrube „Praemium Constantiae“ bei Streganz [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Fig. 46:
Position of deep brown coal mine „Praemium Constantiae“ near Streganz [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

Schachtbezeichnung	Betriebszeit	Teufe [m]	Abmessung [m]
Birkenschacht	k. A. möglich	k. A.	1,8 x 1,4
Schacht Carl		ca. 19	1,8 x 1,0
Schacht Fanny		ca. 20	2,0 x 1,5
Fundschaft		k. A. möglich	1,8 x 1,4
Schacht Heinrich		2,0 x 1,2	
Schleppschaft		ca. 8,5	Länge: ca. 24

Tab. 8: Schächte der Braunkohlengrube „Praemium Constantiae“ [Quelle: G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH, Niederlassung Cottbus 2002]

Tab. 8: Mine shafts of deep brown coal mine „Praemium Constantiae“ [reference: G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH, Niederlassung Cottbus 2002]

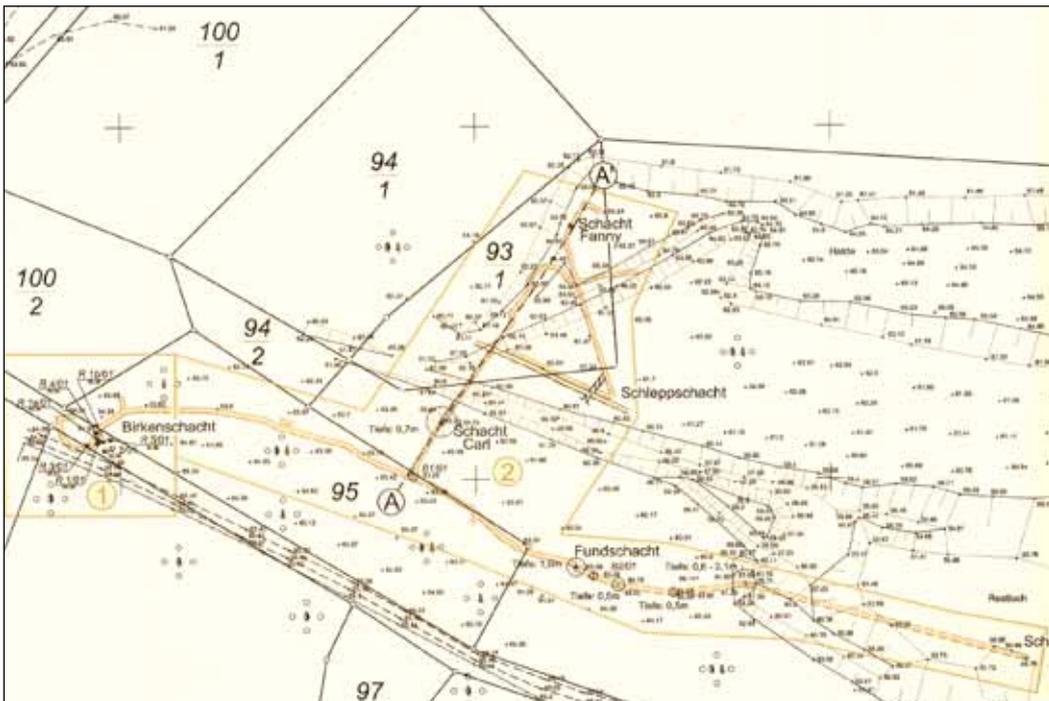


Abb. 47:
Betriebsriss
Braunkohlengrube
„Praemium Constantiae“
bei Streganz (Ausschnitt)
[entnommen: G.E.O.S.
FREIBERG
INGENIEURGESELLSCHAFT
MBH, Niederlassung
Cottbus 2002]

Fig. 47:
Mine map (Betriebsriss)
of deep brown coal mine
„Praemium Constantiae“
[reference: G.E.O.S.
FREIBERG
INGENIEURGESELLSCHAFT
MBH, Niederlassung
Cottbus 2002]

tiae“ auf jeden Fall bis 1876 kein Braunkohleabbau mehr betrieben wurde.

Das bergmännische Risswerk (Situationsplan i. M. 1 : 1 600 und Fundamentalriss i. M. 1 : 800) wurde durch Markscheider KIRCHNER angelegt und im November 1847 letztmalig nachgetragen.

Zusammenfassung

Die Arbeit umreißt in knapper Form die Geschichte des untertägigen Braunkohlenbergbaus im ehemaligen Kreis Ost- und West-Prignitz, den heutigen Landkreisen Prignitz und Ostprignitz-Ruppin im Norden Brandenburgs und in den Kreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald südlich der Bundeshauptstadt.

Anfangs wird das bei Malliß/Conow gelegene Braunkohlenbergwerk als einziges dieser Art im Land Mecklenburg-Vorpommern beschrieben.

Beispielhaft wird eine bedeutsame Sicherungsmaßnahme als Sofortmaßnahme im Einflussbereich des ehemaligen Kohleabbaus im Feld „Hoffnung“ nördlich von Papenbruch vorgestellt.

Dem interessierten Leser wird mit dieser Arbeit als Fortsetzung der im Sonderheft 2 der Brandenburgischen Geowissenschaftlichen Beiträge 19/2012 geschilderten bergbaulichen Aktivitäten in Ostbrandenburg ein Abriss des historischen Braunkohlentiefbaus im gesamten Gebiet des Landes Brandenburg nördlich der Niederlausitz vorgelegt.

Summary

This paper describes very short the history of deep brown coal mining in the former eastern and western Prignitz, today the administrative districts of Prignitz and East-Prignitz in northern Brandenburg as well as Teltow-Flaeming and Dahme-Spreewald in the south of Berlin.

The solely deep brown coal mine in Mecklenburg-Pommern near Malliß/Conow is presented at first.

Furthermore a safeguard in the surrounding area of the former coal mining in the field “Hoffnung” northern of Papenbruch is exemplified.

In sum this paper is a sequel of the description of the historical brown coal mining in eastern Brandenburg published in 2012.

Danksagung

Für die freundliche Bereitstellung wesentlicher bergbauhistorischer Dokumente gilt mein Dank Herrn Dr.-Ing. Heinz Birndt aus Leipzig sowie Herrn Markscheider Wolfram

Seiferth, Frau Simone Budow und Frau Grit Löber von der Bergsicherung und Baugrundsanie rung GmbH Frankfurt (Oder).

Frau Bärbel Renkert und Herrn Detlef Mehlau vom LBGR danke ich für die vorzügliche kartografische Bearbeitung einer Vielzahl von aktuellen Karten und historischen Handzeichnungen.

Für die akribische und geduldige redaktionelle Durchsicht des Manuskriptes gilt mein besonderer Dank der Fachredakteurin des LBGR, Frau Dr. Jaqueline Strahl.

Zitierte und weiterführende Literatur

(siehe auch Sonderheft 2, Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge 19/2012)

ALLGEMEINES BERGGESETZ FÜR DIE PREUSSISCHEN STAATEN (1865): erschienen 24. Juni 1865, 352 S., Neuwied

Baugrundinstitut Franke – Meissner Berlin-Brandenburg GmbH (2001): Gefährdungsanalyse der ehemaligen Braunkohlentiefbaue „Caroline“, „Friedrich“ und „Leo“ bei Kunow, „Fritz“, „Franz“, „Albert“ und „Carl“ bei Döllen sowie „Elise“ und „Max“ bei Gumtow. – 65.S., Berlin (unveröffentl. Bericht)

BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (1999): Bergschadenkundliche Zustandsanalyse und Gefährdungsabschätzung Grube „Jacobsfreude“ bei Töpchin. – 17 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)

BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2001): Gefährdungsanalyse Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch, Felder „Hoffnung, Ottilie und Paul“. – 51 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)

BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2003): Verwahrungsdokumentation – Braunkohlenbergwerke bei Papenbruch, Felder „Hoffnung, Ottilie und Paul“, Gefährdungsbereiche I bis VII. – 19 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)

BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2010): Verwahrungsdokumentation – Erkundung und Verwahrung von untertägigen Hohlräumen im Altbergbaugebiet Grube „Centrum“ bei Schenkendorf – 1. BA, GB II und III; 2. BA, GB I. – 17 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)

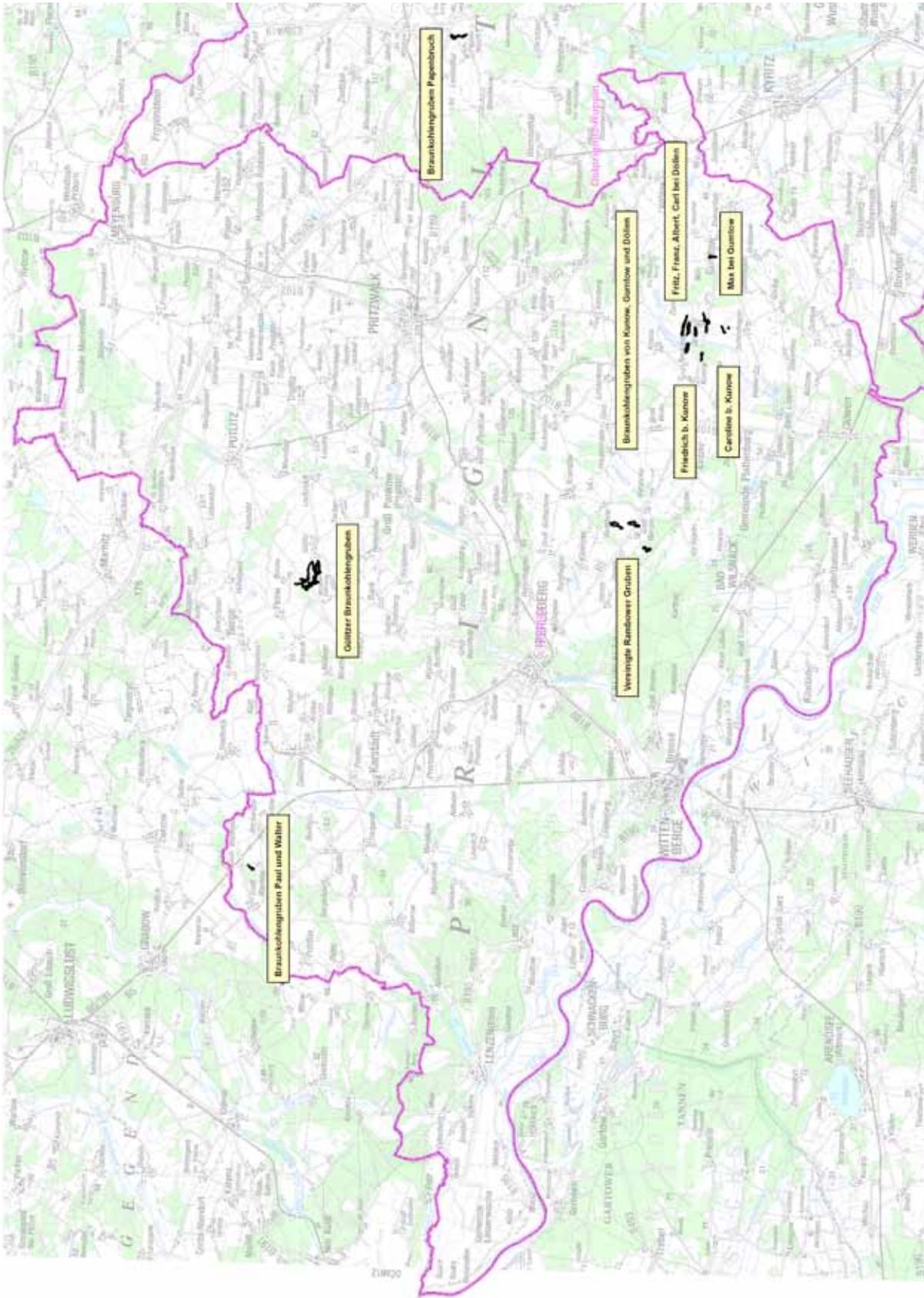
BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2011a): Verwahrungsdokumentation – Erkundung und Verwahrung von untertägigen Hohlräumen im Altbergbaugebiet Grube „Centrum“ bei Schenkendorf – 3. BA, GB V. – 15 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)

- BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2011b): Verwahrungsdokumentation – Erkundung und Verwahrung von untertägigen Hohlräumen im Altbergbauggebiet Grube „Centrum“ bei Schenkendorf – 3. BA, GB V. – 15 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)
- BERGSICHERUNG UND BAUGRUNDSANIERUNG GMBH FRANKFURT (ODER) (2013): Verwahrungsdokumentation – Erkundung und Verwahrung von untertägigen Hohlräumen im Altbergbauggebiet Grube „Centrum“ bei Schenkendorf – 4. BA. – 15 S., Frankfurt (Oder) (unveröffentl. Bericht)
- BIRNDT, H. & T. TRILLER (2005): Ergebnisse der Gefährdungsanalyse und der Verwahrungsarbeiten – ehem. Braunkohlentiefbau in Malliß/Conow – Land Mecklenburg-Vorpommern. – Vortrag 5. Altbergbau-Kolloquium 2005, Clausthal-Zellerfeld
- BÖTEFÜR, H. J. (1996): Ich fahr in tiefe Schächte ein. – 64 S., Malliß
- BORGSTEDT, A. H. VON (1788): Statistisch-topographische Beschreibung der Kurmark Brandenburg, 1. Teil. – 396 S., Berlin
- COELN II, v. E. (1889): Spezialbauriss zu: Consolidiertes Braunkohlen-Bergwerk CENTRUM bei Königs-Wusterhausen
- CRAMER, H. (1876): Beiträge zur Geschichte des Bergbaus in der Provinz Brandenburg, viertes Heft, Kreise Beeskow-Storkow und Teltow. – 112 S., Halle (Saale)
- CRAMER, H. (1885): Beiträge zur Geschichte des Bergbaus in der Provinz Brandenburg, achtes Heft, Kreise Angermünde, Prenzlau, Templin, Ruppín, Westprignitz und Ostprignitz. – 101 S., Halle (Saale)
- DMT GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK UND UMWELTSCHUTZ MBH LEIPZIG (2005): Bergschadenkundliche Analyse ehem. „Gülitzer Braunkohlengruben“ bei Gülitz. – 90 S. Leipzig (unveröffentl. Bericht)
- ERKUNDUNGS- UND SANIERUNGSGESELLSCHAFT MBH BERGSICHERUNG COTTBUS (2000): Gefährdungsanalyse für die ehemalige Braunkohlengrube „Centrum“ bei Königs Wusterhausen. – 57 S., Kolkwitz (unveröffentl. Bericht)
- ETA – AKTIENGESELLSCHAFT (1999): Gefährdungsanalyse für das Altbergbaubjekt Grube „Paul und Walter“ bei Wendisch Warnow, Landkreis Prignitz. – 30 S., Senftenberg (unveröffentl. Bericht)
- FLIEGEL, G. (1924): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung 243, Blatt Teupitz. – S. 8 – 9, Berlin
- FLIEGER, H. (2010): Die Braunkohlengrube „Jacobsfreude“ bei Töpchin-Sputendorf. – Heimatkalender Königs Wusterhausen und Dahmeland 2010, S. 128 – 138, Königs Wusterhausen
- GEO-DYN GESELLSCHAFT FÜR GEOPHYSIKALISCHES MESSEN UND GEOTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN MBH (2000): Gefährdungsanalyse zu der ehemaligen Braunkohlengrube „Albert“ bei Schöna, Landkreis Teltow-Fläming. – 42 S., Teltow (unveröffentl. Bericht)
- G.E.O.S. FREIBERG INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2002): Gefährdungsanalyse für die ehemalige Braunkohlengrube „Praemium Constantiae“ bei Streganz. – 37 S., Cottbus (unveröffentl. Bericht)
- GEOTEC GEOTECHNISCHE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH COTTBUS (2001): Gefährdungsanalyse für den Altbergbaukomplex „Vereinigte Rambower Gruben“ bei Rambow. – 74 S., Cottbus (unveröffentl. Bericht)
- GRUNER, H. (1900): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten, Lieferung 69, Blatt Wittstock. – S. 3 – 6, Berlin
- GRUNER, H. (1905): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, LXVIII. Lieferung, Blatt Demerthin. – S. 9 – 12, Berlin
- JAGSCH, R. (2012): Der tiefere Untergrund und Bergbau im Dahmeland – ein Überblick. – Heimatkalender Königs Wusterhausen und Dahmeland 2012, S. 110 – 115, Königs Wusterhausen
- KEILHACK, K. (1912): Die Braunkohlenformation in der Provinz Brandenburg. – Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau, S. 197 – 238, Halle (Saale) (Verlag Wilhelm Knapp)
- MEIXNER, H., SCHELLHAS, W. & P. SCHMIDT (1980): Reprint „Hell-polierter-Berg-Bau-Spiegel“ Balthasar Rösler (um 1700). – 168 S., Leipzig
- PINZKE, G. (2011): Braunkohlengewinnung in der Prignitz. – 16 S., Schwerin (unveröffentl. Bericht)
- PREUSSISCHE BERGGESetze (1908): Die Preußischen Berggesetze in der gegenwärtig geltenden Fassung. – 250 S., Berlin (Carl Heymanns Verlag)
- QUITZOW, H.-W. (1948): Bericht über Geländeuntersuchungen im Gebiet der Braunkohlenvorkommen von Kunow, Döllen und Gumtow. – (unveröff. Bericht)
- RAT DES BEZIRKES POTSDAM (1975a): Bergschadenkundliche Analyse „Grube Jacobsfreude bei Töpchin“. – 9 S., Potsdam (unveröffentl. Bericht)

- RAT DES BEZIRKES POTSDAM (1975b): Bergschadenkundliche Analyse für den Bereich der ehemaligen Grube „Praemium Constantiae“ bei Streganz. – 7 S., Potsdam (unveröffentl. Bericht)
- SCHOSSIG, W. & D. SPERLING (2011): Geschichte des Markscheidewesens im Lausitzer Braunkohlenbergbau. – Beiträge zur Geschichte des Bergbaus in der Niederlausitz **11**, 231 S. und Bildanhang (48 Seiten), Cottbus
- SCHULZE, B. (2009): Grube „Centrum“ – Schenkendorfer Kohlebergwerk. – Heimatkalender Königs Wusterhausen und Dahmeland 2009, S. 102 – 107, Königs Wusterhausen
- WAHNSCHAFFE, F. (1883): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten, Lieferung 26, Blatt Mittenwalde. – S. 4 – 5, Berlin
- WEISSERMEL, W. (1905): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung 126, Blatt Balow-Grabow. – S. 7 – 9, Berlin
- WEDDE, R.-G. (2000): Lochsteine – identische Punkte für die Groborientierung eines bergmännischen Risswerkes. – bergbau **51**, 8, S. 371 – 374, Essen

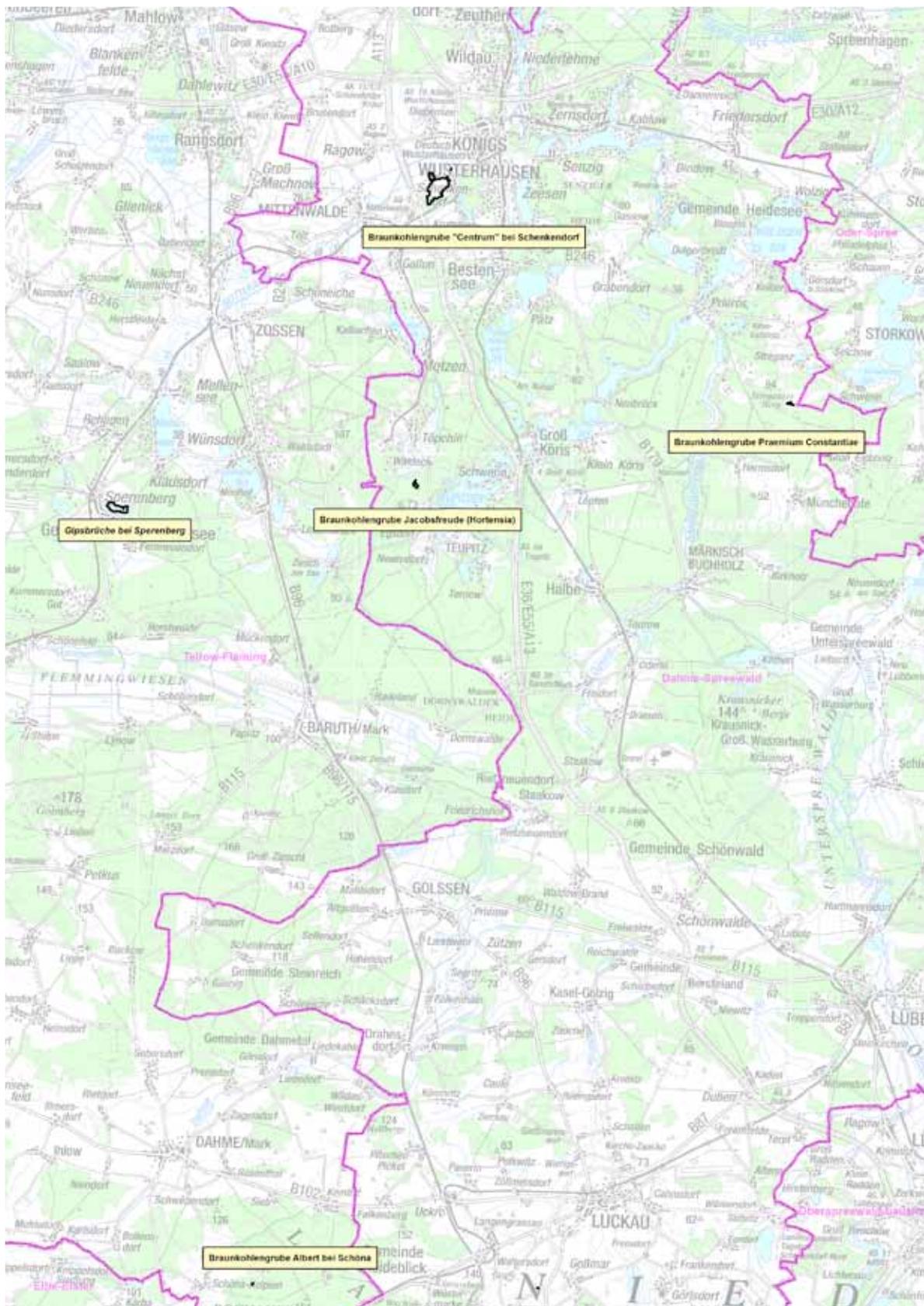
Anschrift des Autors:

Ralf-Günter Wedde
Cottbuser Strasse 6
15232 Frankfurt (Oder)
wedde.ffo@freenet.de



Anhang A: Übersichtskarte zu den Braunkohlengruben in den Landkreisen Prignitz und Ostprignitz-Ruppin [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Addendum A: General map of deep brown coal mines in administrative districts Prignitz and Ostprignitz-Ruppin [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]



Anhang B: Übersichtskarte zu den Braunkohlengruben in den Landkreisen Teltow-Fläming und Dahme-Spreewald [Quelle: Geographisches Informationssystem Bereich Bergbau (Bergbau-GIS) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)]

Addendum B: General map of deep brown coal mines in administrative districts Teltow-Fläming and Dahme-Spreewald [reference: Geographic Information System Mining (mining-GIS) of LBGR]

Glossar

(siehe auch Sonderheft 2, Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge 19/2012)

Abbau: planmäßige Gewinnung von Bodenschätzen im Tage- als auch im Tiefbau (unter Tage)

allochthon: bodenfremd, vom Ort der Entstehung umgelagert

Abbaukammer: Teil eines in Abbaukammern unterteilten Abbaus (z. B. Kammer-Pfeiler-Bruchbau)

Acta (Betriebsakte): ein zum bergmännischen Grubenrisswerk gehörendes, vom Markscheider geführtes Dokument mit Niederschrift aller zum Grubenbetrieb relevanten Daten (Belegschaft, Förderzahlen, Skizzen, Vorkommnisse u. ä.)

Bauwürdigkeit/Abbauwürdigkeit: wirtschaftliche Gewinnbarkeit des Rohstoffes; hier: Braunkohle

Bergbau: das Abbauen von Bodenschätzen

Bergbauhalde: eine durch Ablagerung von Schachtaushubmassen entstandene Halde

Braunkohle: dem geologischen Alter nach zwischen dem Torf und der *Steinkohle* liegende, hell- bis dunkelbraun gefärbte, niedrig inkohlte Kohle von holziger, erdiger oder mulmiger Beschaffenheit; bildet oft mächtige oberflächennahe Lager, die meistens im Tagebau abgebaut werden. Neben den Hauptgruppen der Weich- und Hartbraunkohle treten als besondere Braunkohlenarten auf: Naturkoks, Pech-, Schwel-, Stengelkohle, Xylit; weitere Braunkohlenarten: Weichbraunkohle – Xylite, Lignite; Hartbraunkohle – Pechkohle, Blätterkohle; Pyropissit, Salzkohle, Bitumkohle (Sapropelkohle), Boghaedkohle (Kännelkohle), Dysodil (Blätter-, Papierkohle); meist in Briketts verkaufte, oft leicht faserige Kohle

Bergmännisches Risswerk: s. auch *Riss*; Gesamtheit aller markscheiderischen Darstellungen für bergmännische Zwecke (Grubenbild sowie Risse, Karten, Pläne); für die Preußischen Staaten seit 1865 im Allgemeinen Berggesetz (ABG) vorgeschrieben

Bergschadenkundliche Analyse (BSA): Beurteilung (Zustandsbeschreibung) von stillgelegten Grubenbauen bezüglich der noch zu erwartenden Auswirkungen auf die Tagesoberfläche; neuere Bezeichnung: Gefährdungsanalyse (GFA) bzw. jetzt Risikoanalyse

Betriebszeit: Zeit vom Auffinden der Lagerstätte über Errichtung sämtlicher Berg-Gebäude bis zur Stilllegung des Abbaus der Grube

Blinde: hier swv. Trugschluss, irrtümliche Annahme

Blindschacht: Schacht, der eine oder mehrere Sohlen miteinander verbindet, ohne die Tagesoberfläche zu erreichen

Bruchfeld: flächenhaft auftretende Tagesbrüche über einem Abbaufeld

Consolidierung: abgekürzt Cons., siehe *Konsolidierung*

Erosion: Abtragen der Erdoberfläche durch Wasser, Wind und Eis

Fahrschacht: mit Fahrturm versehener Schacht

Flöz: Schicht abbaufähiger Mineralien; bergmännischer Ausdruck: Gesteinsschicht(en) größerer horizontaler Ausdehnung, die nutzbare Stoffe sedimentärer Entstehung enthält oder aus diesen besteht, z. B. Kohle-, Kupferschiefer- oder Kaliflöz

Förderschacht: Senkrecht ins Erdinnere führender, verhältnismäßig enger Grubenbau, der die Erdoberfläche mit der Lagerstätte verbindet

Fundpunkt: erfolgreicher Schurf hinsichtlich des Findens z. B. eines (abbauwürdigen) Kohlevorkommens

Fuß: altes Längenmaß, das sich an der (Durchschnitts-)Länge eines menschlichen Fußes orientiert, preußischer Fuß = 0,314 m

Gefährdungsanalyse: s. *bergschadenkundliche Analyse*

Gefrierverfahren (auch: Gefrierschachtverfahren): Verfahren beim Abteufen von Schächten durch künstliches Einfrieren des zu durchbohrenden Lockergesteins

Glazigen: Bezeichnung für Ablagerungen und Bildungen, die durch die Wirkung des Gletschereises oder Inlandeises entstanden sind: Moränen, Untergrunddeformationen durch Eisdruck und Eisbewegung

Grubenfeld: durch gerade Linien begrenztes und mit Namen versehenes Gebiet, in dem von der Bergbehörde das Recht zur Ausbeutung einer Lagerstätte verliehen wurde; zu einer Schachanlage gehörender Teil einer Lagerstätte innerhalb der Feldesgrenze

Grubenriss: zeichnerische Darstellung der Grube mit all ihren Strecken, Schächten, Abbaubereichen, auch Topographie usw.

Halokinese: Salzbewegung in Salzen auf Grund des enormen Druckes der darüber liegenden Schichten (Hangendschichten). Aufgrund dieser Fließfähigkeit können Salzkissen, Salzdome oder Salzstöcke entstehen. Dabei kann aufsteigendes Salz die Hangendschichten durchstoßen und verformen

Hund, Hunt: alte Bezeichnung für geschobenen/gezogenen (hölzernen) Förderwagen

In situ: „am Ursprungsort“, „an Ort und Stelle“

Kammer-Pfeiler-Bruchbau: Abbauverfahren, wobei die Lagerstätte in einzelne Kammern, die durch Pfeiler getrennt sind, aufgeteilt wird; auf ein Abstützen der Hohlräume durch Einbauten wird verzichtet; es bleiben Pfeiler aus Kohle stehen, zwischen welchen durch das Herauslösen (Abbau) Hohlräume gebildet werden

Kettenbahn: schienengebundenes Transportmittel, bei dem die Fahrzeuge (hier: Hunte) mittels einer zumeist endlos umlaufenden Kette von einer oder mehreren stationären Antriebsstationen gezogen werden.

- Kunstschacht:** Im 19. Jahrhundert gebräuchlicher Ausdruck für einen Schacht mit einer Wasserkunst zum Heben des Grubenwassers
- Lachter:** altes bergmännisches Längenmaß; 1 preußischer Lachter (ab 1816) = 80 Zoll = $6 \frac{2}{3}$ Fuß = 2,0924 m
- Lagerung:** man unterscheidet bei Flözen und Lagern söhliche, flache (bis 25°), halbsteile (bis 35°) und steile (über 35°) Lagerung sowie gestörte und ungestörte Lagerung
- Lochstein:** Grenzstein über Tage; eigens für die Verlochsteinung eines Grubenfeldes angefertigter Stein, oftmals mit Schlägel und Eisen und/oder Jahreszahl des Setzens versehen; zählen zu den letzten übertage sichtbaren
- Markscheider:** Diplomingenieur im bergbaulichen Vermessungsdienst; Vermessungsbeamter im Bergbau; verantwortlich für Inhalt und Form und Beurkundung des Bergmännischen Risswerks
- Mächtigkeit:** Abstand zwischen Sohle und Dach eines Flözes oder eines Rohstoffkörpers (s. wahre und scheinbare Mächtigkeit)
- Metrische Tonne:** Maßeinheit der Masse, die im internationalen Einheitensystem 1 000 Kilogramm entspricht
- Miozän:** zweit jüngste Serie/Epoche des Tertiärs
- Mut(h)ung:** Antrag eines bergbauwilligen Unternehmers (auch Muter genannt) bei der Bergbehörde auf Bewilligung einer Genehmigung zum Bergbau
- Notbergbau:** Behelfsbergbau infolge Kohlenknappheit nach Kriegsende
- Pfeiler:** zur Sicherheit der Tagesoberfläche oder von Grubenbauen, z. B. von Schächten, stehenbleibender Lagerstättenteil (Sicherheitspfeiler)
- Preußische Tonne:** Hohlmaß vor 1871, dem ein metrisches Maß von 0,22 m³ oder 0,26 t (Braunkohlen) entspricht
- Randstrecke:** im Bergbau eine Strecke, die randlich des Abbaus aufgefahren ist und von der nur in eine Richtung Abbau betrieben wird
- Riss:** markscheiderische Darstellung des Grubengebäudes im Grundriss, Saigerriss (Profilriss), Kreuzriss (Querprofil)
- Saiger/seiger:** senkrecht
- Saigerriss:** Teil des Risswerks einer Grube; steht senkrecht (saiger) zur Grundrissebene
- Salzstock (auch Salzdiapir oder Salzdom):** große Ansammlung von festem Steinsalz im geologischen Untergrund, die meist eine pilzartige oder umgekehrt tropfenförmige Gestalt hat. Ein Salzstock kann mehrere tausend Meter hoch ausgebildet sein und bis an die Erdoberfläche reichen.
- Schacht:** im Bergbau: mit bergmännischen Mitteln hergestellter (abgeteufter) meist lotrechter (saigerer), mitunter auch schräg einfallender (tonnlägiger) Hohlraum von bedeutender Länge und meist gleichbleibendem Querschnitt, für Zwecke der Erkundung, Förderung, Wetterführung u. a.
- Scheinbare Mächtigkeit:** durch eine lotrechten Bohrung ermittelte Mächtigkeit einer einfallenden Schicht (z.B. steilgestelltes Kohlenflöz)
- Schleppschacht:** nicht senkrecht, sondern tonnlässig gehauener Schacht; auch Schrägstolln: Mittelding zwischen dem waagerechten Stolln und dem senkrechten Schacht
- Scholle:** aus einem geologischen Schichtenverband (z. B. glazigen) herausgelöster und umgelagerter (allochthoner) Gesteinskörper
- Schürfen:** Aufsuchen von Lagerstätten durch Anlegen von Schurfgraben, Niederbringen von Bohrungen, Abteufen von Schächten, Auffahren von Stolln
- Schurfschacht:** Schacht geringer Tiefe, aber tiefer als eine übliche Schurfgrube; er ermöglicht einen unmittelbaren Einblick in die Lagerungsverhältnisse der Gesteine und erlaubt die Entnahme von Gesteinsproben
- Sohle:** Gesamtheit der annähernd in einem Niveau aufgefahrenen Grubenbaue; Stockwerk im Grubengebäude
- Sohlenabstand:** saigerer Abstand zwischen den einzelnen Sohlen (mehrsöhlicher Abbau)
- Steiger:** Aufsicht führender Bergmann in einer Schicht (Revier-, Abteilungssteiger); Fahrsteiger – gehobener Steiger, der größere Teile oder das ganze Grubengebäude zu befahren hat; Obersteiger – führt obere Aufsicht; Spezialbeauftragte – Schieß-, Wettersteiger u. a.
- Strecke:** waagerechter Grubenbau zur Förder-, Fahr- und Wetterhaltung ohne Verbindung zu Übertage
- Stolln, seltener Stollen:** von einem Hang aus horizontal, abfallend oder ansteigend in das Gebirge getriebener langgestreckter Hohlraum
- Streckenvortrieb:** Verlängerungsarbeiten einer Strecke
- Tagebau:** Abbau nutzbarer Minerale und Gesteine, deren natürliche Lagerstätte freigelegt bzw. nur von relativ geringmächtigen Deckschichten überlagert ist
- Tertiär:** älterer Abschnitt des Känozoikums, die sogenannte Braunkohlenzeit
- Tiefbau (bergmännisch):** Abbau unter der Erdoberfläche/unter Tage
- Tonne:** Hohl- oder Gewichtsmaß → preußische Tonne und metrische Tonne
- Türstock:** Grubenausbau aus einem horizontalen Holzbalken, der die Decke unterfängt und zwei senkrechten Stützen unter dem Horizontalbalken; Haltbarkeit hölzerner Türstock ca. 10 – 20 Jahre; 3 Hauptarten: Deutscher, Schwedischer und Polnischer Türstock

Überkipfung (auch inverse Lagerung): Gesteinsschichten erfahren eine Aufrichtung von über 90°, wobei ältere Gesteinsschichten über jüngeren zu liegen kommen

Untertage, unter Tage: unter der Erdoberfläche

Verleihung: Erteilung der Berechtigung zur Kohlegewinnung durch das zuständige Bergamt

Wahre Mächtigkeit: durch eine lotrechten Bohrung ermittelte Mächtigkeit einer horizontal lagernden Schicht (z. B. ungestörtes/horizontal lagerndes Kohlenflöz)

Wetterschacht: Schacht, der nur zur Ableitung der Abwetter zur Tagesoberfläche dient (ausziehender Schacht)

Zwillingschacht: Doppelschachanlage in einem Bergwerk, bei dem zwei Schächte in unmittelbarer Nachbarschaft (< 100 m) angelegt sind; Vorteile: geringere Abbauverluste durch den gemeinsamen Sicherheitspfeiler, Konzentration der Tagesanlagen auf einen Standort

Buchbesprechung

BRÄUER, V., EICKEMEIER, R., EISENBURGER, D., GRISSEMAN, CH., HESSER, J., HEUSERMANN, S., KAISER, D., NIPP, H.-K., NOWAK, T., PLISCHKE, I., SCHNIER, H., SCHULZE, O., SÖNNKE, J. & J. R. WEBER (Hrsg.) (2012):

Standortbeschreibung Gorleben, Teil 4.

Geotechnische Erkundung des Salzstocks Gorleben

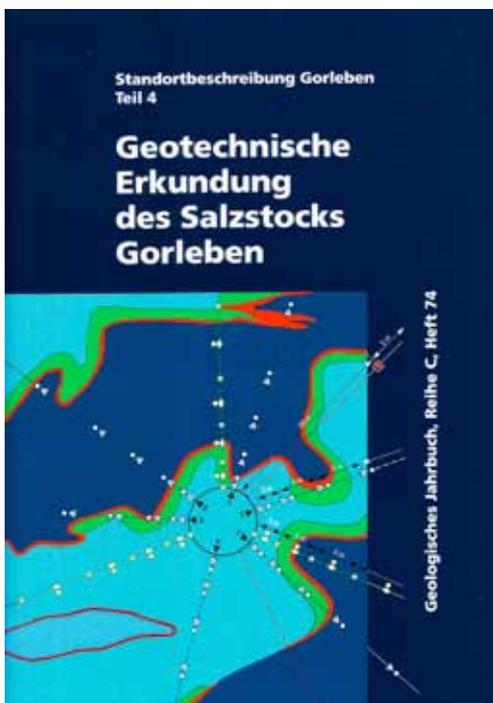
Geologisches Jahrbuch Reihe C, Band 74

193 S., 96 Abb., 13 Tab., 2 Anh.

Stuttgart - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller)

ISBN 978-3-510-95988-4

Preis: 49,00 €



Der neu erschienene Band „Geotechnische Erkundung des Salzstocks Gorleben“ aus der Reihe C des Geologischen Jahrbuchs ist der vierte und letzte Teil von Beschreibungen zum Standort Gorleben. Gorleben steht als Endlager radioaktiver Abfälle im besonderen Fokus der Öffentlichkeit. Seit 1979 wurden deshalb intensive Standortuntersuchungen zur Eignung als radioaktive Endlagerstätte durchgeführt. Bis auf wenige Ausnahmen von Langzeitmessungen wurden diese umfangreichen Untersuchungen im Oktober 2000 durch ein Moratorium abgebrochen, in dem zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen die vorübergehende Einstellung der Arbeiten in Gorleben vereinbart wurde. Die vorliegende Schrift beinhaltet mit 13 Jahren Verspätung alle bis zum Jahr 2000 im Rahmen der untertägigen Erkundung durchgeführten geotechnischen Untersuchungen des Salinars. Nach dem Lesen

des Buches kann man diesen langen Zeitraum als Vorteil ansehen. Es werden die Ergebnisse mit zeitlichem Abstand betrachtet und in ausgesprochen gut aufbereiteter Form und in einer klaren Sprache der Öffentlichkeit vorgestellt. Das ist sicher der große Vorzug des Buches, dass hier nicht nur Fachleuten, sondern auch interessierten Laien, die Notwendigkeiten, die Herangehensweisen, die Ergebnisse und deren Interpretationen der vielen Feld- und Laboruntersuchungen in verständlicher Art dargelegt wurden. Einen großen Anteil daran haben die 96 sehr informativen Abbildungen, besonders die Prinzipskizzen und die Beschreibungen der einzelnen Untersuchungsverfahren, die wesentlich zum Verständnis beitragen. Damit ist diese Publikation auch eine empfehlenswerte Literaturquelle für Studenten und Fachleute, die sich mit den Themen Seismologie, Geothermie, Geomechanische in-situ Messungen, Felshydraulik, Laboruntersuchungen zum mechanischen Verhalten und den zugehörigen Modellrechnungen in Salzstöcken vertraut machen wollen. Der im Vorwort geäußerte Wunsch, dass mit dieser Veröffentlichung ein Beitrag geleistet wird, „die in der Öffentlichkeit und im politischen Raum kontrovers geführte Diskussion um den Standort Gorleben zu versachlichen“, wird meines Erachtens sehr gut erreicht, in der Hoffnung, dass es in diesen Kreisen auch wahrgenommen wird.

Holger Vöhl

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 45 – 62	10 Abb., 1 Tab., 76 Zit.
------------------------------	---------	----------------	------------	--------------------------

Geopotenzial-Klassifikation im sedimentologischen Kontext – Beispiel Mecklenburg-Vorpommern (NE-Deutschland)

Geopotential classification in a sedimentological context – The example of Mecklenburg-Vorpommern (NE-Germany)

RALF-OTTO NIEDERMEYER*

1 Einführung: Grundlagen und Ziel

Der Begriff „Geopotenzial“ wird auf Grund seiner weiten semantischen Bedeutung interdisziplinär verwendet (u. a. Geologie, Meteorologie, Ökologie). In der angewandten Geologie, speziell der Rohstoff- und Wirtschaftsgeologie, werden als „Geopotenziale“ im engeren Sinne Reserven und Ressourcen von geologisch entstandenen, nicht erneuerbaren Rohstoffen bezeichnet, deren Qualität und Menge, technische Gewinnbarkeit einschließlich ökonomischen Aufwandserfordernissen weitgehend unbekannt sind bzw. bestenfalls vermutet werden (s. WELLMER 2008, Abb. 1). Dazu gehören z. B. Erze, Kohlen, Kohlenwasserstoffe, Steine und Erden.

Unter erweitertem Blickwinkel sind auch geologische Formationen bzw. Bildungen als „Geopotenziale“ zu klassifizieren, die auf Grund ihrer spezifischen, für wirtschaftliche, technische, soziale, infrastrukturelle u. a. der Daseinssicherung bzw. -vorsorge dienenden Nutzungen eine immer größere Bedeutung erlangen. Das betrifft z. B. geologische Unterspeicher, Erdwärme, Böden, Oberflächenwasser und Grundwasser. Als Beispiele für einen solchen komplexen inhaltlich-methodischen Ansatz können die Übersichts-darstellung der Geopotenziale des Landes Brandenburg von MANHENKE (1999) sowie das Projekt „Geopotenzial Deutsche Nordsee“ (GPDN) der Hauptpartner Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) gelten (s. a. www.geopotenzial-nordsee.de).

Auch Umweltverhältnisse (u. a. Schutzgebietskategorien, geotouristisch attraktive Landschaftsformen) lassen sich als „Geopotenziale“ subsumieren (Abb. 2). Die Einbeziehung von „Geogefahren-Potenzialen“, ebenfalls im Hinblick auf Daseinssicherung und -vorsorge, verbindet bei exogen-

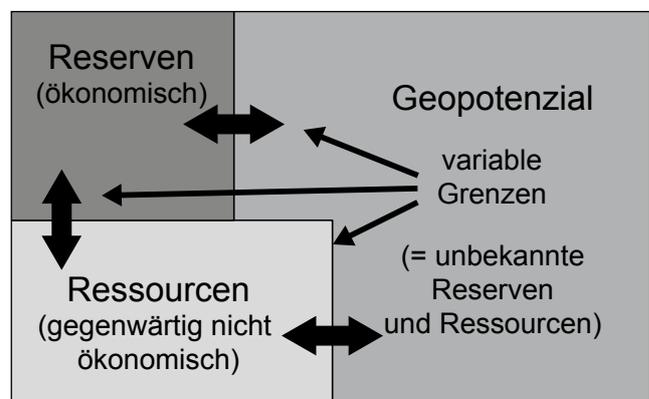


Abb. 1: Rohstoffgeologische (Geopotenzial-)Kategorien sind dynamisch (nach WELLMER 2008, umgezeichnet).

Fig. 1: Geopotential categories of mining resources are dynamic (cf. WELLMER 2008, redrawn).

dynamischer Betrachtung primäre geologische Bildungen (z. B. Böden, Flüsse, Küsten) mit den Wirkungen z. B. der Schwerkraft (Massenbewegungen), des Windes (Deflation) und des Wassers (Hochwässer/Fluten). In diesem erweiterten und komplexen Sinne wird hier der Begriff „Geopotenzial“ verstanden.

Die nachfolgenden Ausführungen haben das Ziel, den traditionellen stratigraphischen (s. MANHENKE 1999, MENNING & DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2012) durch einen sedimentologischen Betrachtungshorizont zu erweitern und eine entsprechende Geopotenzial-Klassifikation am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern (MV) vorzunehmen. Die Grundlage bildet eine konzeptionelle Differenzierung (Typisierung) von sedimentären Depositionsräumen im Zeitraum Paläozoikum – Mesozoikum – Känozoikum. Da die (bekannten) Geopotenziale des

* Die Arbeit basiert auf dem Vortrag „Geopotenziale eines Tourismuslandes – Von alten geologischen Strukturen und neuen strategischen Herausforderungen“, gehalten am 11. April 2012 in Greifswald anlässlich der 133. Jahrestagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins (OGV, s. a. www.ogv-online.de/tagungen/archiv/133).

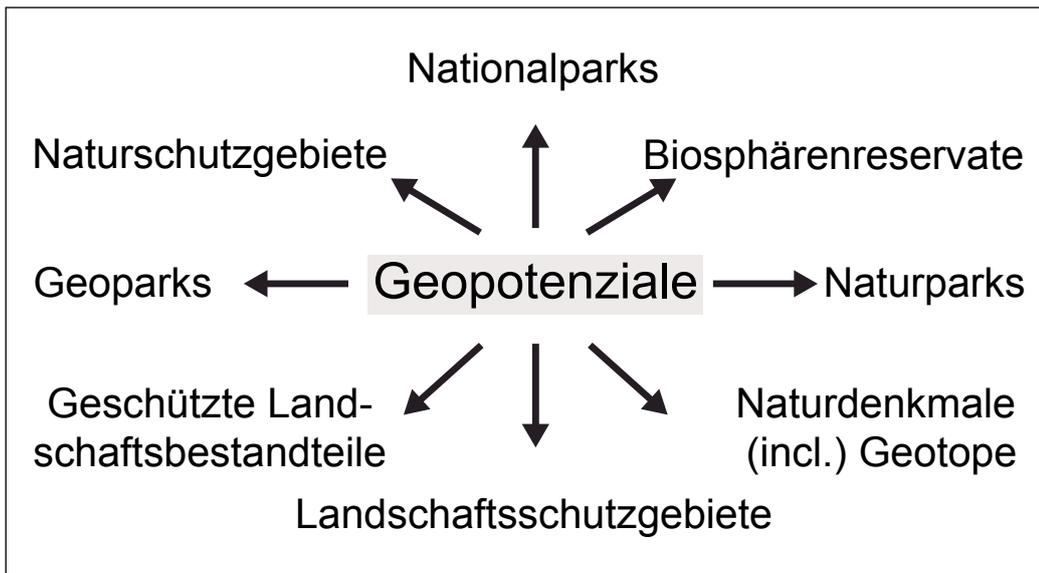


Abb. 2:
Geopotenziale umfassen auch Schutzgebiete der Natur und Landschaft (vgl. Bundesnaturschutzgesetz) sowie spezielle Orte zum Erhalt des geologischen Naturerbes.

Fig. 2:
Geopotentials also include areas of nature and landscape protection (cf. Federal Law of Nature Protection) as well as localities for preservation of the geological heritage.

Landes Mecklenburg-Vorpommern nahezu ausschließlich Bildungen umfassen, deren Ablagerung und fazielle Ausprägung auf sedimentärem Wege erfolgten (Ausnahme: petrothermale Reservoirs in Rotliegend-Vulkaniten), ist dieser methodische Ansatz begründet. Mit READING (1996) wird hier unterstrichen, dass entsprechende Geopotenziale das Ergebnis von sedimentären Ablagerungs-, Transport- und Umwandlungsprozessen sind, die in der Erdgeschichte durch Steuerungskräfte wie Klima, Tektonik, Erosionsbasis (*base level*) u. a. bestimmt wurden bzw. werden (s. a. Kapitel „Geopotenzial-Typen“). Dementsprechend reflektieren die für Erkundungen und Nutzungen ausgewählten geologischen (sedimentären) Formationen spezielle Ablagerungsräume und -prozesse.

Deshalb wird das in der Geologie etablierte Stockwerksmodell (u. a. Krusten-Stockwerke, Lagerstätten-Stockwerke) auf Geopotenzial-Stockwerke übertragen. Es ist nicht beabsichtigt, hier eine kurz gefasste regionalgeologische (-sedimentologische) Abhandlung des Landesgebietes von Mecklenburg-Vorpommern in klassischer Weise vorzunehmen, sondern vielmehr den Fokus auf grundlegende strukturelle und sedimentäre Evolutionsphasen bei der Systematisierung und Kennzeichnung regionaler Geopotenziale zu legen. Verfasser sieht sich dabei zwar einem gewissen Abwägungskonflikt zwischen verallgemeinernden sowie speziellen geowissenschaftlichen Fakten gegenüber, ist jedoch der Auffassung, dass die präsentierte Gliederung bzw. Klassifikation der regionalen „Geopotenzial-Evolution“ unter dem Aspekt komprimierter Darstellung nicht nur gerechtfertigt sondern auch innovativ ist. Die resultierende thesehafte Darstellung von landesspezifischen Geopotenzialen vereinfacht den Überblick, befördert die öffentliche Kommunikation mit Nicht-Spezialisten (incl. Fachfremden), die Verbreitung von geologischen Grundlagenkenntnissen und somit die Vorbereitung von Geologie-basierten sozioökonomischen Entscheidungen auf unterschiedlichen Ebenen (u. a. Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bevölkerung, Umwelt).

2 Kenntnisstand und Geothemen-Spektrum: Gesellschaftliche Relevanz

Regionale geowissenschaftliche Kenntnisse über das Land Mecklenburg-Vorpommern und das angrenzende Ostseegebiet liegen sowohl in zusammenfassender Form als auch in einer Vielzahl von Einzelbeiträgen in hinreichendem Maße vor und fließen adäquat in diese Betrachtungen ein (u. a. v. BÜLOW 2000a, HARFF et al. 2004a, KATZUNG 2004, HENNINGSEN & KATZUNG 2006, NIEDERMEYER et al. 2011). Gleiches gilt für grundlegende Darstellungen von globalen und regionalen Sedimentationsprozessen und -räumen sowie zur Evolution von Sedimentbecken (u. a. READING 1996, LEEDER 2000, DOORNENBAL & STEVENSON 2010). Aktuelle Ausführungen zu den Themen Rohstoffreserven, -ressourcen, Geopotenziale, Nachhaltigkeit bei der Nutzung der Geosphäre liegen u. a. vor von WELLMER (2008), RICHARDS (2009), KAUSCH et al. (2011).

Außerdem kann bei der hier vorgelegten regionalen Geopotenzial-Typisierung am Beispiel des Landes Mecklenburg-Vorpommern auf zahlreiche Beiträge Bezug genommen werden, die thematisch von der tiefen Geothermie zu den oberflächennahen Geothermie-Ressourcen und Steinerden-Vorkommen bis hin zu Böden, Grundwasser sowie geogenen Gefahren in Tourismusgebieten reichen (u. a. LUNG MV 2006, IFFLAND, OBST & SCHWERDTFEGER 2006, NIEDERMEYER 2006, 2008). Spezielle Betrachtungen zu den tiefen geothermischen Potenzialen (u. a. FELDRAPPE, OBST & WOLFGGRAMM 2008, FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, WOLFGGRAMM et al. 2011), den tiefen untertägigen Speicherpotenzialen (u. a. OBST 2008, BRANDES & OBST 2011), den Grundwasser-Ressourcen (LUNG MV 2012) Mecklenburg-Vorpommerns, den neuen Erdgastrassen (OPAL/länderübergreifend Mecklenburg-Vorpommern – Brandenburg, u. a. BÖRNER et al. 2011, BÖRNER & MÜLLER 2012, JUSCHUS et al. 2011, JUSCHUS 2012; NEL) liegen vor bzw. befinden sich in weiterführender Bearbeitung.

Die mineralischen Rohstoffe Deutschlands, darunter auch Mecklenburg-Vorpommerns, tragen mit einem jährlichen Anteil von ca. 780 Mio. Tonnen etwa 60 % zur nationalen Eigenversorgung bei (www.bdi.eu/Pressemitteilungen_BDI_Konferenz_Rohstoffland_Deutschland_27_04_2012). Eine neue Übersichtspublikation der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (BÖRNER et al. 2012) handelt den im Hinblick auf die deutschlandweite Rohstoffsicherung sehr bedeutenden Geopotenzialsektor der „Steine-Erden-Rohstoffe“ ausführlich ab. Ein dünnbesiedeltes Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern (23 180 km², 1,63 Mio. Einwohner), dessen Oberflächen- bzw. oberflächennahe Geologie in charakteristischer Weise während des Quartärs geprägt wurde, verdankt seine Steine- und Erden-Lagerstätten sowohl (primär) sedimentär-depositionell (z. B. Schmelzwassersande) als auch (sekundär) struktur-geologisch (z. B. Quarzsand- bzw. Tonschollen) den Wirkungen der pleistozänen Inlandvereisungen.

Die Böden Mecklenburg-Vorpommerns als oberstes Potenzialsegment der Geosphäre entwickelten sich – mit lokalen Ausnahmen (z. B. Rügener Kreide, Tertiär in SW-Mecklenburg) – auf einem pleistozänen Gesteinsuntergrund, dessen Eigenschaften durch sehr geringe Verfestigung (Locker-sedimente), ausgeprägte Dominanz von siliziklastischem Mineralbestand bei zumeist guten bis sehr guten hydraulischen Verhältnissen sowie durch ein moderates Relief gekennzeichnet sind. Diese junge „ererbte“ quartärgeologische Exposition bedingt das Agrar-Geopotenzial des Landes, das einen dominierenden Wirtschaftszweig darstellt. Die bodengeologischen Verhältnisse bilden die Grundlagen für die natürlichen Bodenfunktionen, deren Erhalt sowie ggf. für deren Wiederherstellung. Das betrifft z. B. die Erosionswirkungen durch Wind, Wasser und/oder Schwerkraft auf ackerbaulich genutzten Flächen, denen durch verbreitet großflächige Bewirtschaftung saisonal und regelmäßig eine die oberste Bodenschicht festigende Vegetation bzw. Bepflanzung fehlt. Insgesamt beeinträchtigen Wind- und Wassererosion sowie Bodenverdichtung die Wirtschafts- und Habitatfunktion der Böden. Der Abtrag des Oberbodens reduziert Nutzungspotenziale (besonders Humus-, Wasser- und Nährstoffgehalte bzw. deren Speicherkapazitäten). Folgen sind u. a. sinkende natürliche Bodenfruchtbarkeit und somit auch abnehmende landwirtschaftliche Standortqualitäten.

Dass trotz fortgeschrittenen bodengeologischen Grundlagenkenntnissen und vorhandenem Bodenschutz-Bewusstsein Bodenerosion auch in Mecklenburg-Vorpommern ein Geogefahren-Potenzial mit lokal katastrophalen Auswirkungen darstellen kann, führte die sturmgetriebene und eventartige flächenhafte Mobilisierung von feinen Bodenpartikeln (Deflation) am 8. April 2011 südlich von Rostock dramatisch vor Augen (A 19-Massenunfall mit acht Toten, 131 Verletzten, davon 44 schwer; BMVBS 2011).

Dementsprechend stehen geologische Gefahrenpotenziale verstärkt im Blickpunkt, darunter insbesondere Steilküstenabbrüche: Im Ergebnis der großen Hangrutschung auf der Insel Rügen (Seebad Lohme/März 2005 sowie nach dem tragischen Unglücksfall mit Todesfolge am 26. Dezember 2011

am Kap Arkona, verbunden mit einer beträchtlich erhöhten behördlichen und medialen Aufmerksamkeit, unternimmt der Staatliche Geologische Dienst von Mecklenburg-Vorpommern (SGD MV) eigene bzw. koordiniert mit Partnern anderer Behörden, Universitäten und Hochschulen sowie Unternehmen geologische und geotechnische Untersuchungen zur Gefahrenabwehr an den Steilküsten des Landes (s. a. NIEDERMEYER 2006, OBST & SCHÜTZE 2006, GÜNTHER & THIEL 2009, QUANDT et al. 2010, DÖRING 2012, NIEDERMEYER & SCHÜTZE 2012). Auf Grund gesetzlicher Vorgaben (§ 89 Landeswassergesetz/LaWG, § 10 Landesbodenschutzgesetz/LBodSchG) ist der SGD MV im Sinne der Daseinsvorsorge und Naturgefahren-Prävention fachbehördlich tätig; außerdem im Bereich der öffentlichen Gefahrenaufklärung (u. a. Geogefahren-Hinweiskarten und -Flyer, geologische Schautafeln an den Steilküsten; s. a. www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/geologie/geogefahren/geogefahren_lehrpfad.htm). Weitere Geogefahren-Potenziale in Mecklenburg-Vorpommern bergen insbesondere Hochwässer der Ostsee (z. B. 1872, 1904, 1913, 1954, 1979, 1995; s. a. STAUN HRO 2009) sowie von Flüssen (Oder/1997, Elbe/2002, s. a. NIEDERMEYER 2005), extreme Starkregen-Ereignisse (u. a. Sommer 2011), lokale Tagesbrüche in Altbergbaugebieten (SW-Mecklenburg), artesische Grundwasser-Austritte, Grundwasser-Versalzung, Subrosions- und Karsterscheinungen sowie – technisch bedingt – Böschungsversagen in Steine-Erden-Tagebauen.

Seismische Erschütterungen sind in Mecklenburg-Vorpommern sehr selten und weisen unbedeutende Schadensfälle auf (s. a. GRÜNTAL et al. 2007). Das generelle Auftreten postglazialer Erdbeben als Folge glazial-isostatischer Krustenbewegungen bzw. -entlastungen wurde am Beispiel sedimentärer Deformationsgefüge in Pleistozänsedimenten Usedom diskutiert (HOFFMANN & REICHERTER 2011), bleibt aber in der Gegenwart als seismisches Gefahrenpotenzial für das Zwischenlager Nord (ZLN Lubmin) für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Stresstests“) vernachlässigbar (u. a. HEMMER & NIEDERMEYER 2012).

Touristisch nutzbare Geopotenziale, speziell auch Geotope, geologische Lehrpfade, Findlingsgärten (32 in MV, OBST & SCHÜTZE 2009) und Geoparks, erhalten deutschland- und europaweit, so auch in Mecklenburg-Vorpommern, zwar zunehmend fachöffentliche Aufmerksamkeit, finden jedoch im Hinblick auf Umweltbildung und Vermarktung noch längst nicht die notwendige breite und engagierte Unterstützung. Der Umfang entsprechender lokaler und regionaler Initiativen bzw. Aktivitäten, die Anzahl von zertifizierten Geoparks sowie von Publikationen zu dem Thema, darunter auch Geotourismuskarten, wächst in Deutschland, darunter auch in Mecklenburg-Vorpommern, beständig (s. GÜK 500 2003, GTK 200 2004, 2007, SCHÜTZE & NIEDERMEYER 2005, LOOK, QUADE & MÜLLER 2007). In einem Tourismusland wie Mecklenburg-Vorpommern können und müssen diese Geopotenziale noch stärker erschlossen werden, speziell auch im Binnenland mit seiner modellhaften, jungquartären Landschaftsentwicklung (u. a. BUDDENBOHM et al. 2003, SCHULZ 2006, BUDDENBOHM 2012, BÖRNER 2012).

Die zumeist nur peripher geologische Umweltinformationen vermittelnden, dominant auf biologische Phänomene ausgerichteten National- sowie Naturparks und Biosphärenreservate bieten in dieser Hinsicht ausbaufähige Potenziale nicht nur für eine interdisziplinäre Umweltbildung sondern auch für touristische Regionalentwicklung. Gute Beispiele anspruchsvoller Öffentlichkeitsarbeit unter herausgehobener Berücksichtigung geologischer Naturrauminformationen sind an der Küste das Nationalparkzentrum Königsstuhl (www.koenigsstuhl.com), das Kreidemuseum Gummanz (www.kreidemuseum.de) und das Deutsche Meeresmuseum Stralsund (www.meeresmuseum.de) sowie im Binnenland das Müritzzeum Waren (www.mueritzeum.de).

3 Geopotenzial-Typen (-Synthese) Mecklenburg-Vorpommerns

Die nachfolgend ausgewiesenen Geopotenzial-Typen bzw. -Stockwerke folgen den vorstehenden grundlegenden Annahmen bzw. Überlegungen und verstehen sich als regionaler Beitrag zur Diskussion von Geopotenzialen (Tab. 1). Klassifiziert und betrachtet werden – unabhängig von hochauflösenden geologischen Zeit- und Raumdimensionen sowie Steuerungsfaktoren – Geopotenzial-Stockwerk (-Typ), Sedimentfazies bzw. Sedimentationsraum sowie vorkommende Geopotenziale und deren sozioökonomischer Bezug. Diese Typisierung berücksichtigt in allen vier Stockwerken durchgehend die sedimentäre Evolution als einheitliches Systematisierungsprinzip. Dabei ist anzumerken, dass die unterschiedenen Geopotenzial-Stockwerke im Hinblick auf ihre primäre strukturelle (tektonische) Anlage und anschließende Sedimentationsprozesse als hierarchisch unterschiedliche Einheiten aufzufassen sind.

Als geologische, insbesondere die sedimentäre Entwicklung steuernde Faktoren liegen hier zugrunde (vgl. READING & LEVELL 1996):

- Sedimentverfügbarkeit,
- Klima,
- tektonische Bewegungen, speziell Senkungen als Voraussetzung für die Entstehung von Sedimentbecken,
- Meeresspiegeländerungen,
- extraterrestrische/orbitale Kräfte (speziell Milankovič-Zyklen),
- systemimmanente (intrinsische) sedimentäre Prozesse als Wirkungen grundlegender Depositionsdynamik (z. B. auto- bzw. allozyklische Prozesse),
- physikalische Prozesse (z. B. Transportmedien/-kräfte wie Wind, Wasser, Eis incl. Strömungen unterschiedlicher Art als Motoren der exogenen Dynamik),
- biologische Aktivitäten und Prozesse (z. B. Karbonatproduktion, kohlenstoffreiche Sedimente, Sedimentumlagerungen, Diagenese),
- hydrochemische Prozesse (z. B. Ionen-Konzentrationen, speziell bei der Entstehung von Evaporiten),
- vulkanische Aktivitäten als außerordentliche Wirkungen bzw. Unterbrechungen „normaler“ Sedimentationspro-

zesse (z. B. Aschewolken als tephrastratigraphische Marker sowie als thanatozönos wirkende Kräfte),

- eventartige, sedimentäre Extremereignisse mit ihren in Größenordnungen höheren Energiespektren (z. B. Fluten incl. Tsunamis, geologische Massenbewegungen wie alluviale Schuttströme incl. Bergstürze, Hangrutschungen, Steilküstenabbrüche),
- Ablagerungsraten und Erhaltungspotenzial von Gesteinen unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Zeitdimension (z. B. Schichtmächtigkeiten vs. Ablagerungsdauer).

Die aufgeführten Prozesse erzeugten im Laufe der Erdgeschichte die gegenwärtigen geologischen Verhältnisse bzw. Formationen und somit – hierarchisch sowie anthropozentrisch betrachtet – Geopotenzial-Stockwerke. Anthropozentrisch deshalb, weil der Begriff „Geopotenzial“ die kontinuierlich steigenden menschlichen Ansprüche, Nutzungen, Eingriffe und Veränderungen im System Erde reflektiert. Insofern wird der Mensch auch als „geologischer Faktor“ betrachtet („Anthropozän“, u. a. EHLERS 2008; LEINFELDER & SCHWÄGERL 2012). Unter diesem Aspekt muss – gewollt oder nicht – auch die hier vorgestellte Typisierung gesehen werden, wodurch zwangsläufig von der lokalen bzw. regionalen perspektivisch zur überregionalen und globalen Dimension übergeleitet werden kann.

Typ I/Stockwerk I: Intrakontinental- (Intraplattform-) Becken (Permokarbon – Postperm)

Dominanz einer ausgedehnten, sich seit dem Permokarbon etablierenden (über-)regionalen Sedimentbecken-Bildung [Nordost (NE-)deutsches Becken als Teil des Zentraleuropäischen bzw. Südlichen Perm-Beckens; u. a. DOORNENBAL & STEVENSON 2010] im Bereich der Westeuropäischen Kontinentalplattform (Abb. 3): Die Beckenentwicklung vollzog sich, speziell als Folge plattentektonischer Prozesse (Kollision von Baltica und Ost-Avalonia), in mehreren Stadien incl. Deformationsphasen und begründete die Entstehung der Geopotenziale:

- Erdöl und Erdgas,
- Untergrundspeicher (Poren- und Kavernenspeicher),
- Barrieregesteinskomplexe,
- Solen.

Die konventionellen Erdöl/Erdgas-Potenziale Mecklenburg-Vorpommerns sind an eine Karbonat-Plattform (Flachschelf) des Zechstein gebunden, wobei der Hauptdolomit (Staßfurt-Karbonat/Ca₂) das Mutter- bzw. Speichergestein ist. Die im SPBA-Atlas dokumentierten Vorkommen (vgl. DOORNENBAL & STEVENSON 2010, Fig. 1.4/S. 4) waren und sind national sowie international zwar von geringer Bedeutung, führen dennoch auf Grund der Preisentwicklung bei diesen Rohstoffen zu neuen Explorationsarbeiten im Bereich des Grimmener Walles (Vorpommern) durch die deutsch-kanadische Firma Central European Petroleum/CEP (Seismik, Tiefbohrungen/erste Horizontalbohrungen in MV; s. SCHRÖTER 2012, Abb. 4). Schiefergas-Potenziale (nichtkonventionelles Erd-

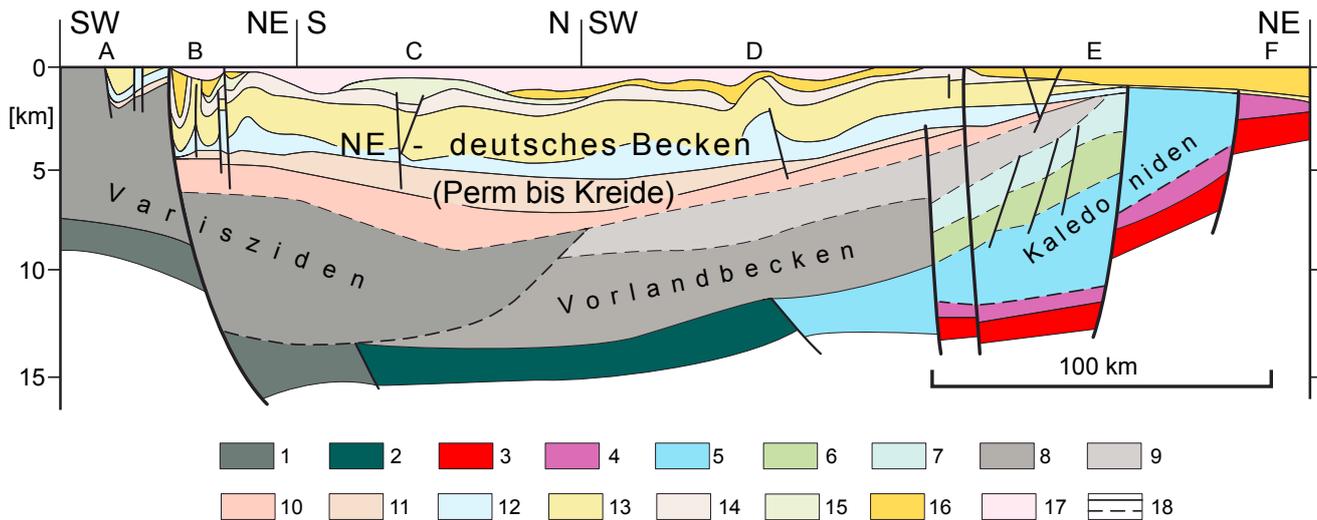


Abb. 3: Das Geopotential-Stockwerk I Mecklenburg-Vorpommerns ist tektonisch und sedimentär durch ein intrakontinentales Becken (NE-deutsches Becken) bestimmt (nach FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, S. 47, umgezeichnet u. vereinfacht, u. a. Profilverkürzung und Verzicht auf die Benennung der Störungen, s. dazu S. 46).

Das Beckenprofil umfasst den Flechtingen Block (A), die Altmark (B), die Prignitz mit SW-Mecklenburg (C), das vorpommersche Festland (D), die Insel Rügen (E) und die angrenzende Ostsee (F).

Farblegende: 1, 2 – Grundgebirge von Ost-Avalonia in unterschiedlichen regionalgeologischen Krusteneinheiten; 3 – Grundgebirge des Südrandes von Baltica; 4 – Kambro-Silur; 5 – Prä-Devon (Ost-Avalonia); 6 – Devon; 7 – Unterkarbon; 8 – Prä-Oberkarbon; 9 – Oberkarbon; 10 – Unterrotliegend; 11 – Oberrotliegend; 12 – Zechstein; 13 – Trias; 14 – Jura; 15 – Unterkreide; 16 – Oberkreide; 17 – Känozoikum; 18 – stratigraphische Grenzen (nachgewiesen bzw. vermutet)

Fig. 3: Geopotential type/stage I of Mecklenburg-Vorpommern is tectonical and sedimentary characterized by an intracontinental basin (NE-German Basin (cf. FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, p. 47, redrawn and simplified, among other, shortening of profile and without fault names, see for this FRANKE, HOFFMANN & LINDERT 1996, p. 46).

The basin profile includes the Flechtingen Block (A), Altmark (B), Prignitz with SW-Mecklenburg (C), mainland of Western Pomerania (D). Isle of Rügen (E) and the adjacent Baltic Sea (F).

Explanations of colours: 1, 2 – Basement of East-Avalonia referring to different regional geological crustal units; 3 – Basement of the southern margin of Baltica; 4 – Cambro-Silurian; 5 – Pre-Devonian (of East-Avalonia); 6 – Devonian; 7 – Lower Carboniferous; 8 – Pre-Upper Carboniferous; 9 – Upper Carboniferous; 10 – Lower Rotliegend; 11 – Upper Rotliegend; 12 – Zechstein; 13 – Triassic; 14 – Jurassic; 15 – Lower Cretaceous; 16 – Upper Cretaceous; 17 – Cenozoic; 18 – stratigraphic boundaries (proved and supposed)



Abb. 4: Mit der Tiefbohrung Pudagla 2 wird die Erdöl-Höflichkeit des Staßfurt-Karbonats (Ca₂) auf der Insel Usedom erkundet (Bildmitte: Bohrturm und Gestänge-Lager, Aufnahme Frühjahr 2012, Central European Petroleum/CEP).

Fig. 4: By means of the deep drill Pudagla 2 the crude oil stock of the Staßfurt-carbonate reservoir (Ca₂) on the Isle of Usedom is explored (midth of figure: drilling rig and pipes, fotograf Spring 2012, by Central European Petroleum/CEP).

gas) in Mecklenburg-Vorpommern, speziell kohlenstoffreiche Ton- bis Tonmergelgesteine des Unterkarbon von Rügen und Usedom, sind vorhanden (BGR 2012), jedoch wegen geringer Verbreitung, Mächtigkeit und Höffigkeiten kaum als Energierohstoff-Ressource wirtschaftlich nutzbar.

Reservoirgeologische Potenziale für Untergrundspeicher (Poren-, Kavernenspeicher) sind in Mecklenburg-Vorpommern vorhanden, werden auch vereinzelt bereits genutzt (Kavernenspeicher Kraak, Wesenberg) bzw. befinden sich im Stadium fortgeschrittener Erkundung (Kavernenspeicher Möckow). Obgleich die Erdgasproduktion weltweit zunimmt (z. B. Turkmenistan, USA, Russland), sinkt sie speziell in Europa, darunter in Deutschland (DERA 2012). Dementsprechend stagniert in Deutschland gegenwärtig auch der Bau von Untergrundspeichern. Selbst die großen Erdgastrassen (NordStream, OPAL, NEL), die Mecklenburg-Vorpommern Bestandteil des europäischen Energierohstoff-Transportnetzes werden lassen, sowie andere energetische Nutzungen (Wasserstoff, Druckluft) führen (bisher) nicht zum Bau neuer Speicher. Dennoch bleiben die Salzstrukturen des Zechstein perspektivisch bedeutende Geopotenziale für unterschiedliche Nutzungen. In diesen Kontext sind auch die Vorkommen von Solen in unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten des NE-deutschen Beckens zu stellen, deren balneologische Nutzung im „Gesundheits- und Tourismusland“ Mecklenburg-Vorpommern erst am Anfang steht (Ostseebäder Binz und Heringsdorf, Heilbad Waren/Müritz, Naturkosmetik-Produkte). Auf dem Weg zum führenden deutschen „Gesundheitsland“ liegen gerade in diesem Bereich weitere Perspektiven.

Typ II/Stockwerk II: Alluvial (Fluss, Delta) – Intrakontinentaler pelagischer Meeresraum – klastischer Schelf – See (Trias – Jura – Kreide – Tertiär)

Ausgeprägte Kontinentalität, später als Folge von Absenkungsprozessen Meeresdominanz unter Treibhausbedingungen incl. mehrfachen Trans- und Regressionen, bei z. T. anhaltenden Meeresspiegelhochständen, dominierten im Zeitraum Trias – Jura – Kreide – Tertiär Paläogeographie und Sedimentationsgeschichte des NE-deutschen Beckens (s. regionalgeologische Differenzierung u. a. KATZUNG 2004). Daran war die Entstehung folgender Geopotenziale gebunden:

- Erdwärme (tiefe Geothermie) incl. Thermalwässern,
- Kreidekalke und Kieselkreide,
- Spezialtone und -sande,
- Grundwasserreservoir (Miozän),
- Diatomite,
- Braunkohlen.

Die tiefengeothermischen Potenziale NE-Deutschlands, insbesondere in den mesozoischen Sandsteinaquiferen, sind u. a. an fluviatile bis fluvio-deltaische Sandsteinablagerungen des Oberen Keuper (Rhät) gebunden, wobei die Schüttungen skandinavische Liefergebiete ausweisen (FRANZ & WOLFGRAMM 2008). Im Unterschied zum marinen Depositions-

raum (Karbonat-Plattform bzw. -Schelf des Zechstein) der Kohlenwasserstoff-Lagerstätten Vorpommerns sind diese hydrogeothermalen Reservoir (Potenziale) terrestrischer Entstehung. Durch kontinentale Ablagerungsverhältnisse (z. B. fluviatil, deltaisch, äolisch) werden wichtige petrophysikalische Merkmale (PoroPerm-Eigenschaften) und somit die heutigen Nutzungspotenziale dieser salinaren Aquifere bestimmt (Abb. 5). Die Geothermischen Heizzentralen in Waren, Neubrandenburg und Neustadt-Glewe arbeiten erfolgreich seit den 1980er Jahren (außerdem 2003 Inbetriebnahme des ersten Geothermie-Kraftwerks Deutschlands in Neustadt-Glewe). Weitere tiefengeothermische Großprojekte sind in Mecklenburg-Vorpommern bisher aus wirtschaftlichen bzw. infrastrukturellen Gründen (u. a. fehlende Nutzer) nicht realisiert worden, bleiben aber angesichts der Energiewende in Deutschland sowie in Mecklenburg-Vorpommern in Diskussion. Eine Übersicht der Speicher- und Barrieregesteinsformationen Mecklenburg-Vorpommern zeigt Abbildung 6.

Bei der zu 98 % aus Kalziumkarbonat (CaCO₃) bestehenden Rügener Schreibkreide handelt es sich um einen Biomikrit des Oberen Untermaastricht, der in einem ca. 100 km breiten, etwa 20 °C warmen pelagischen Meeresraum zwischen den Kontinentblöcken von Fennoskandien (N) und Zentraleuropa (S) in Wassertiefen von 100 bis 250 m abgelagert wurde (NESTLER 2002, s. a. REICH & FRENZEL 2002). Dieser sehr reine, kaum verfestigte Biomikrit, der ca. 75 % mikroskopisch kleine Coccolithophoriden-Gehäuse (Coccolithen) enthält, stellt einen begehrten Rohstoff dar, dessen bergbauliche Gewinnung und technische Nutzung 1832 durch FRIEDRICH VON HAGENOW (1797 – 1865) begründet wurde und bis heute anhält. Die Fazies der Schreibkreide, speziell die Karbonat-Partikelgröße < 0,036 mm, verleiht ihr ein für zahlreiche Anwendungen erforderliches hohes Reaktivitätspotenzial (u. a. Düngemittel, Absorber bei der Rauchgas-Entschwefelung, Balneologie). Dementsprechend hat der Rohstoff Rügener Schreibkreide auch eine langfristige Perspektive in Mecklenburg-Vorpommern, indem nicht nur lokale sondern auch überregional wirkende wirtschaftliche und umweltpolitische Impulse verstärkt werden können: z. B. Tourismus incl. Gesundheitswirtschaft, Klimaschutz durch Rauchgasreinigung in Kohlekraftwerken und Müllverbrennungsanlagen. Die Rügener Kreidewerke produzieren ca. 200 000 t Filterkuchen/Jahr für das Braunkohle-Kraftwerk Jänschwalde. Die Kreide-Abbaustätten Wittenfelde (ehemals), gegenwärtig Promoisel (noch 18 Mio. t Reserven) und ab 2015 Goldberg (35 Mio. t Reserven) lieferten bzw. liefern Rohstoffe für eine breite (europaweite) Produktpalette von Fein-, Spezial- und Grobkreiden sowie Düngekalken (Granulaten).

Ein weiteres erkundetes bisher unverritztes Kreidekalk- und Kieselkreide-Vorkommen (Unter- bis Obercampan), das Geopotenzialtyp II zuzuordnen ist, befindet sich in Löcknitz. Dort lagern 656 Mio. t Kreidekalk und 898 Mio. t Kieselkreide mit Kalziumkarbonat-Gehalten von 72 % (Kieselkreide) bzw. 92 % (Kreidekalk), die durch einen 2,5 m mächtigen Glaukonit-Sandstein getrennt sind (GRANITZKI & KATZUNG 2004). Diese präquartäre Sedimentabfolge cha-

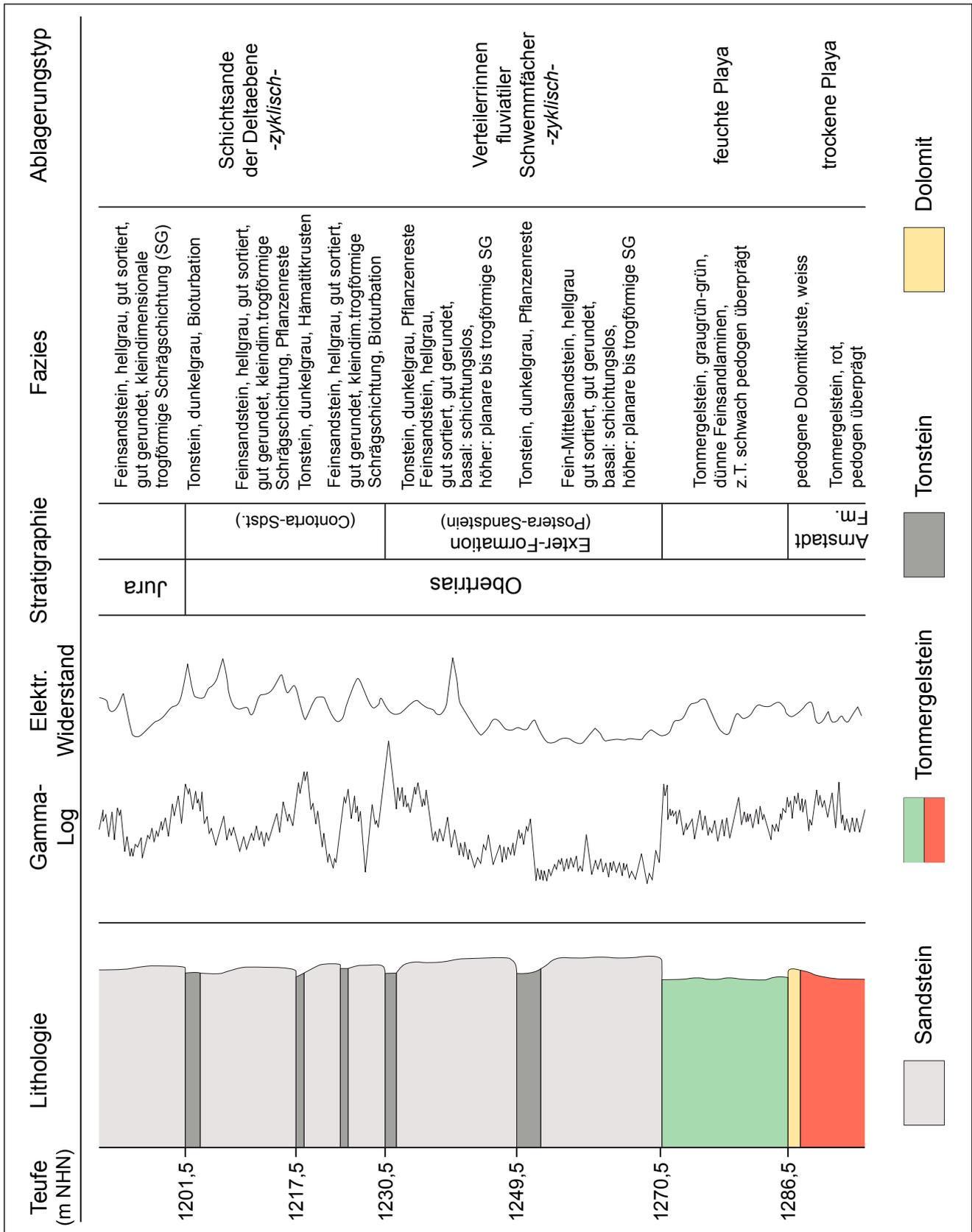


Abb. 5: Beispiel einer komplexen Bohrkern-Dokumentation aus dem Gebiet Neubrandenburg (Bohrung Gt N 2/85), die die Kombination von lithologisch-faziellen, petrophysikalischen, stratigraphischen und depositionellen Untersuchungs- und Interpretationsergebnissen zeigt (aus FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, S. 228, verändert).

Fig. 5: Example of a complex drill core study of the Neubrandenburg area (Gt N 2/85) showing lithological/facies, petrophysical and depositional results (cf. FRANZ & WOLFGGRAMM 2008, p. 228, modified).

System / Abteilung		Serie / Stufe	Speichergesteine (Sandsteine/Karbonate)	Barrieregesteine (Tonsteine/Evaporite)	
Tertiär	Quartär	ca. 1,8	Quartär		
		Neogen	Pliozän		
	Paläogen	ca. 65	Miozän		
			Oligozän		
			Eozän		
			Paläozän		
Kreide	Oberkreide	ca. 65	Maastricht		
			Campan		
			Santon		
			Coniac		
			Turon		
			Cenoman		
			Alb		
	Unterkreide	ca. 142	Apt		
			Barrême		
			Hauterive		
			Valangin		
			Berrias		
			"Serpulit"		
			"Münder Mergel"		
Jura	Oberjura (Malm)	ca. 200	"Eimbeckhäuser P.-K."		
			"Gigas-Schichten"		
			Kimmeridge		
			"Korallenoolith"		
			"Heersumer Sch."		
			Callov		
	Mitteljura (Dogger)	ca. 200	Bathon		
			Bajoc		
			Aalen		
	Unteljura (Lias)	ca. 200	Toarc		
Pliensbach					
Sinemur					
Hettang					
Trias	Keuper	ca. 200	Rhät		
			"Steinmergelkeuper"		
			"Oberer Gipskeuper"		
			"Schilfsandstein"		
			"Unterer Gipskeuper"		
	Muschelkalk	ca. 200	O "Ob. Muschelkalk"		
			M "Mittl. Muschelkalk"		
			U "Unt. Muschelkalk"		
	Buntsandstein	ca. 251	O Röt		
			M Solling-Folge		
M Hardeggen-Folge					
M Detfurth-Folge					
M Volpriehausen-Folge					
M Quickborn-Folge					
U Bernburg-Folge					
U Calvörde-Folge					
Perm	Zechstein	ca. 251	Mölln-Folge		
			Friesland-Folge		
			Ohre-Folge		
			Aller-Folge		
			Leine-Folge		
			Staßfurt-Folge		
			Werra-Folge		
			Saxon II (Oberrotl.)		
	Autun (Unterrotl.)				

Formation mit hohem

 Ton- bzw. Tonsteinanteil

 Sandsteinanteil

 Salzanteil

 (klüftig)-porösen Karbonatanteil

Abb. 6:
Das NE-deutsche Becken enthält insbesondere im Geopotenzial-Stockwerk II zahlreiche Speicher- und Barrieregesteinskomplexe (aus OBST 2008, S. 287, Altersangaben in Ma), wobei erstere für die tiefe Geothermie sowie Fluidspeicherungen (Erdgas, Druckluft, Wasserstoff, Industrieabwässer) genutzt werden können.

Fig. 6:
The NE-German Basin, especially, contains in the geopotential type/stage II numerous reservoir- and seal-rock formations (cf. OBST 2008, p. 287, age data in Ma), whereas the reservoirs might be used for deep geothermal energy production as well as for fluid storage (natural gas, compressed air, hydrogen, industrial effluents).

rakterisiert auch die Lagerstätte Löcknitz – ebenso wie die Rügener Kreide – als das Produkt eines marinen oberkretazischen Ablagerungsraumes, in dem Meeresspiegel-Hochstände – trotz Schwankungen – weitflächig Kontinentalränder überfluteten, tiefere Beckenverhältnisse induzierten und zur Ablagerung von Pelagiten führten (u. a. Kreidekalke/Schreibkreide, Kieselschreibkreide).

Spezialtone und -sande Mecklenburg-Vorpommerns (u. a. Lias-Ton Grimmen, Eozän-Ton Friedland, Rupel-Ton Malliß, miozäne Quarzsande in Südwest-Mecklenburg und Neubrandenburg/Fritscheshof) bildeten sich im NE-deutschen Becken im Meso- und Känozoikum. Sie weisen im Lias (Toarc) sowie im Eozän Tiefwasserverhältnisse (pelagische Tonschlämme) sowie im Miozän dominierende nichtmarine bzw. flachmarin bis terrestrische Übergangsbedingungen aus. Im Unterschied zu den pelagischen Ablagerungsbedingungen mit organischer Karbonatproduktion in der Oberkreide (Rügener Schreibkreide) waren im Lias sowie im Eozän Ton-sedimentierende Verhältnisse regional dominierend. Die Ablagerungsverhältnisse wechselten von siliziklastischen (pelitischen) zu karbonatischen und wieder zu siliziklastischen (pelitischen bis psammitischen) marinen Bedingungen, die sich im Miozän zu fluviatilen bis deltaischen Schüttungen in einen Schelfbereich wandelten, der durch hohe Eintragsraten und regressive Tendenz charakterisiert war (*supply-dominated shelf*; s. a. JOHNSON & BALDWIN 1996, v. BÜLOW 2000b, SCHWIETZER & NIEDERMEYER 2005). Trotz Unterschieden bzw. Veränderungen im Hinblick auf sedimentäre Steuerungsfaktoren, wie z. B. Beckentiefe und -konfiguration, Wassertemperatur und -tiefe sowie Sedimentherkunft, -transport und -verfügbarkeit, lassen sich die genannten Rohstoffvorkommen in diesem Geopotenzial-Typ zusammenfassen. Hinzu kommt, dass die primäre Autochthonie dieser Sedimente eine unterschiedlich starke sekundäre (allochthone) Überprägung im Pleistozän durch glazigene (saalezeitliche bis weichselzeitliche) Schollenverlagerungen bzw. -stapelungen erfuhr. Somit sind die heutigen Lagerstätten bzw. Rohstoffpotenziale (Ton Grimmen, Ton Friedland/s. a. GRANITZKI 2012, Quarzsand Fritscheshof) genetisch wie ortsbezogenen Produkte einer in Zeit und Raum veränderlichen Sedimentationsdynamik, die sowohl für einen pelagischen Meeresraum als auch klastischen Schelf charakteristisch ist. Entscheidend für die Verbreitung und Nutzung dieser oberflächennahen Steine-Erden-Potenziale waren jedoch die geologischen (exogen-dynamischen) Prozesse im Pleistozän, die das Geopotenzial-Stockwerk III kennzeichnen.

In diesen sequentiellen Zusammenhang ist auch der marin-terrestrische (limnisch-lakustrine) Übergangsbereich (Oligozän – Pliozän) mit weiteren Geopotenzialen Südwest-Mecklenburgs einzuordnen (speziell Diatomeenkohlevorkommen Lübbe, bis 1960 Braunkohlen-Revier Malliß; s. a. v. BÜLOW 2000a und Beitrag WEDDE dieses Heft). Bei diesem Diatomeenkohlevorkommen (Lübbe Schichten/oberes Miozän, max. Mächtigkeit 120 m) handelt es sich um ein organogenes, limnisch-lakustrines Sediment,

dessen Ablagerung mehrphasig und als Folge intensiver Phytoplankton-Produktion (Diatomeen bzw. Kieselsalgen) in einem weitgehend abgeschlossenen Seebecken erfolgte. Die dort dominant auftretenden Diatomeen-Gattungen *Melosira* und *Coscinodiscus* sind auch in der heutigen Ostsee weit verbreitet, so dass dieses Schelf-(Brackwasser-)Meer mit seinen zahlreichen Schwellen und Teilbecken einen aktualistischen Modellansatz bietet im Hinblick auf hydrographische und sedimentologische Analogien für den Sedimentationsraum der Diatomeenkohle der Lübbe Schichten (vgl. v. BÜLOW 2000b, NIEDERMEYER et al. 2011, S. 78 ff.). Bei Berücksichtigung der prinzipiellen tektonischen (Randsenkenbildung) und sedimentären Steuerungsfaktoren im Miozän, die sich in der regionalen Ausprägung und Wirksamkeit sowie in dem Grad ihrer geologischen Auflösbarkeit wesentlich von denen in der Ostsee (Holozän) unterscheiden, ist dennoch eine Approximation des Ablagerungsmilieus im Rahmen der Geopotenzial-Typisierung vertretbar (s. a. READING & LEVELL 1996). Insofern werden im Stockwerk II die aufgeführten Geopotenziale sedimentologisch konsequent subsumiert.

Typ III/Stockwerk III: Glaziosostatisch dominierte kontinentale Plattform (Quartär: Pleistozän)

Mehrphasige Inlandvergletscherungen incl. Eisabbau im Quartär (Pleistozän) mit modellhaften morphogenetischen (jungpleistozänen) Oberflächenbildungen (Abb. 7) begründen die Geopotenziale:

- Kiese und Kiessande,
- Torf,
- Grundwasserreservoir (Quartär),
- oberflächennahe Geothermie,
- Böden,
- Geotope, Geopark incl. Geotourismus.

Kiese und Kiessande in Mecklenburg-Vorpommern sind Sedimente der pleistozänen Eisabbauprozesse, insbesondere der großen Schmelzwasser-Ströme, am Südrand des skandinavischen Eisschildes (Abb. 8). Dieser hatte in seinem Zentrum Eismächtigkeiten von bis zu 4 000 m und bewirkte eine massive isostatische Krustensenkung der nord-(mitteleuropäischen) Kontinentalplattform (Glaziosostasie). Die ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen glaziosostatischen Krusten- sowie sedimentären Erosions- und Ablagerungsprozessen manifestieren sich in Norddeutschland besonders im System der tiefen altpleistozänen Rinnen (*buried glacial valleys*), deren siliziklastische Füllungen Mächtigkeiten von mehreren Hundert Metern erreichen und als Grundwasserreservoir Geopotenziale darstellen (s. a. STACKEBRANDT 2009, v. BÜLOW 2011). Derartige Rinnenaquifere, in Mecklenburg-Vorpommern durch die Hagenower Rinne (u. a. MÜLLER 2004) und in Niedersachsen durch die Cuxhavener Rinne (RUMPEL et al. 2009) bekannt und untersucht, werden deshalb auch Bestandteil zukünftiger untertägiger Raumordnung sein müssen.

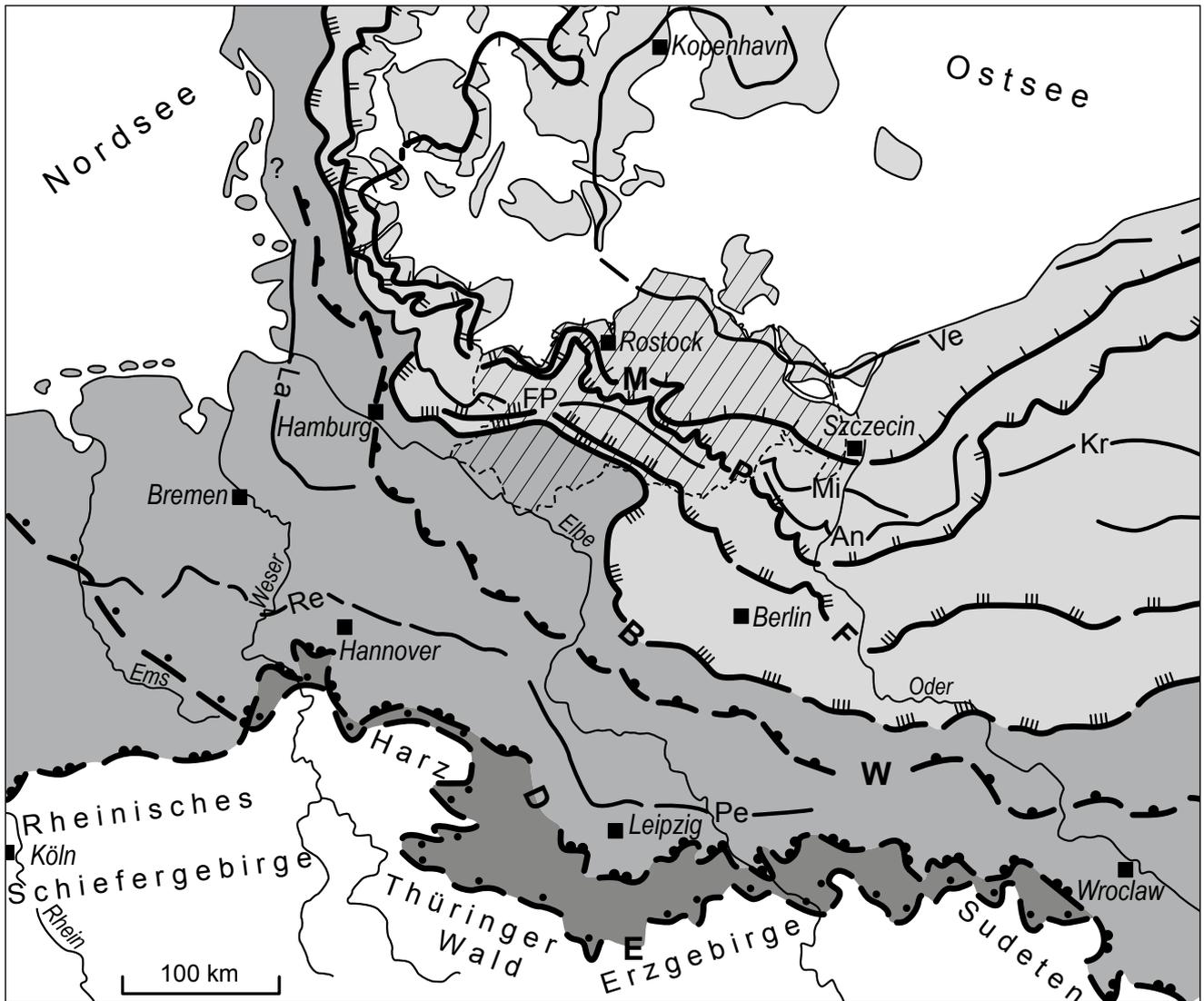


Abb. 7: Mecklenburg-Vorpommern (schraffiert) ist Bestandteil einer glaziosostatisch geprägten Kontinentalplattform, deren pleistozäne Eisvorstöße und Haupteisrandlagen das Geopotenzial-Stockwerk III dominieren (aus NIEDERMEYER et al. 2011, S. 36, leicht verändert). Die Verbreitungsgebiete der dargestellten pleistozänen Sedimentformationen (bzw. gestapelten Schichtpakete), deren Aufbau bzw. Abfolge vor ca. 700 000 Jahren mit dem Elster-Glazial (HENNINGSEN & KATZUNG 2006, S. 178, dunkelgrau) einsetzte, sich im Saale- (mittelgrau) und Weichsel-Glazial (hellgrau) fortsetzte, sind besonders für die beiden jüngeren regionalen stratigraphischen Einheiten (vgl. MENNING 2010) Träger der Geopotenziale des Stockwerks III.

Fig. 7: The State of Mecklenburg-Vorpommern (hatched) is part of a glaziosostatically controlled continental platform where the Pleistocene ice advances incl. main ice marginal belts dominated the evolution of the geopotential type/stage III (cf. NIEDERMEYER et al. 2011, p. 36, slightly modified). There are shown the distribution areas of the Pleistocene sediment formations (i. e., stack of formations) of which sequential deposition started about 700 000 years BP with the Elsterian ice age (cf. HENNINGSEN & KATZUNG 2006, p. 178, dark grey), followed by the Saalian- (medium grey) and Weichselian (light grey) ice ages. Especially, the two younger regional stratigraphic units (cf. MENNING 2010) contain geopotential type III.

Die glazifluviatilen und -limnischen Sedimentschüttungen in Lagerstätten-bildenden Größenordnungen (sowohl terrestrisch als auch marin) sowie die zumeist jungen (jungpleistozänen) Landschaftsformen sind Ergebnisse dieser geologischen, speziell klimatischen Zäsur durch das Quartär. Die globalen und tiefgreifenden Umweltveränderungen in diesem jüngsten System der Erdgeschichte, die in der Gegen-

wart anhalten, schufen die genannten Geopotenziale, ohne deren Nutzung (Steine-Erden-Rohstoffe) oder Schutz (Geotope, Moore) bzw. beidem (Boden, Grundwasser, Abb. 9) historische wie moderne sozioökonomische Entwicklungen undenkbar sind. Das betrifft z. B. auch Ostseekiese für den Küstenschutz und Infrastrukturprojekte wie NordStream-Trassen (s. a. GROMOLL & STÖRR 1989, HARFF et al. 2004b).



Abb. 8: Kies- und Kiessand-Lagerstätten glazifluvialer Entstehung dominieren den Steine-Erden-Bergbau in Mecklenburg-Vorpommern (links: Tagebau Pomellen/Landkreis (LK) Vorpommern-Greifswald; rechts: Schüttungen weichselzeitlicher verwilderter Schmelzwasser-Flüsse/braided river-Typ, Kiessandtagebau Langhagen/LK Mittleres Mecklenburg; Fotos: BÖRNER 2011).

Fig. 8: Gravel and gravel sand pits of glaciofluvial origin dominate the nearsurface mining of Mecklenburg-Vorpommern (left: opencast mine Pomellen/county Vorpommern-Greifswald; right: Weichselian meltwater deposits of braided-river type, opencast mine Langhagen/county Central Mecklenburg; photographs: BÖRNER 2011).

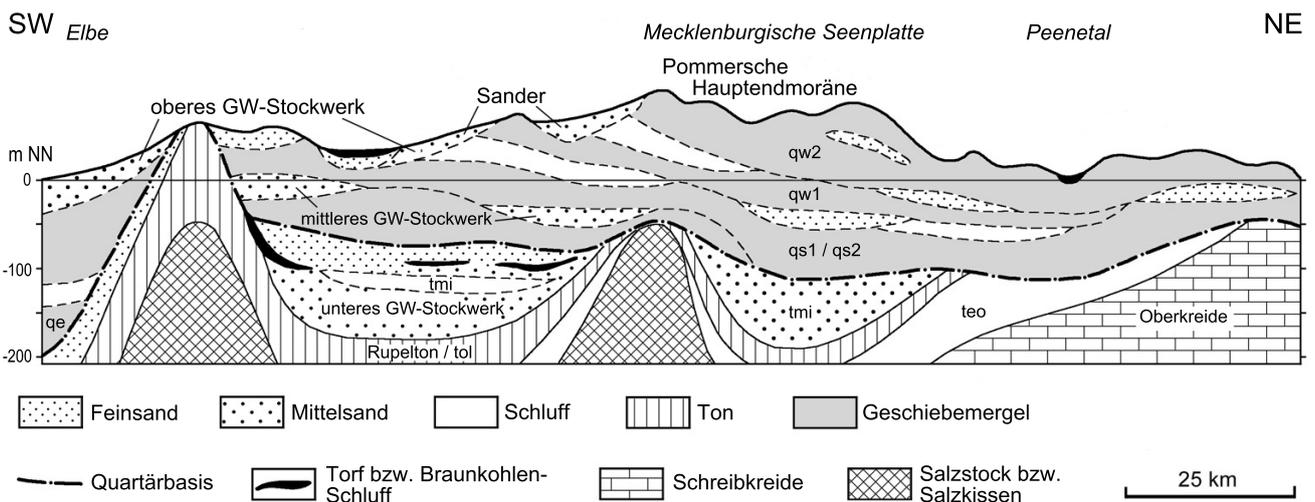


Abb. 9: Der hydrogeologische Schnitt durch Mecklenburg-Vorpommern (LÜCKSTÄDT & BUSSE 2004, umgezeichnet u. leicht verändert) zeigt die Stapelung mittel- bis spätleistozäner Grundmoränen (qe: Elster, qs: Saale, qw: Weichsel) und die Grundwasser (GW)-Stockwerke sowie aufragende Salzstrukturen.

Fig. 9: Hydrogeological section of Mecklenburg-Vorpommern (acc. to LÜCKSTÄDT & BUSSE 2004, redrawn and slightly modified) showing the stack of Middle to Late Pleistocene ground moraines (qe: Elsterian, qs: Saalian, qw: Weichselian) as well groundwater units and domed salt structures.

Insofern sind nicht nur die Steine-Erden-Rohstoffe dieses Geopotenzial-Stockwerks III (im Unterschied zu Typ II) sedimentäre Produkte gänzlich anderer Ablagerungsbedingungen, sondern auch Grundwasser, Böden und geotouristisch nutzbare rezente Landschaftsformen (vgl. Abb. 2). Für eine glazifluviale Sedimentschüttung auf der Insel Rügen (Trent-Zessin) wurde der hier verfolgte, regional und landesweit ausgerichtete methodische Ansatz einer sedimentologischen Geopotenzial-Synthese bereits am lokalen Beispiel gezeigt (NIEDERMEYER, KATZUNG & PESCHEL 1999).

Typ IV/Stockwerk IV: Transgressive Wellen- und Sturm-dominierte siliziklastische Küste (Quartär: Holozän)

Der tiefgreifende jungquartäre Klimawandel im Holozän mit terrestrischen und marinen Folgeprägungen der Landesoberfläche, speziell im Ostseeküstengebiet durch Meeresspiegelprozesse bestimmt, wandelte dort eine kontinentale Reliktlandschaft eiszeitlicher Prägung mit Moränenkernen in eine transgressive Überflutungslandschaft mit finalen siliziklastischen wellen- und sturmdominierten

Küsten um. Besonders markant sind Ausgleichsküsten, die Strandwallebenen mit überlagernden Dünenbildungen (Nehrungen) unterschiedlichen Alters repräsentieren (Abb.10). Im Binnenland bleibt Typ III prägend.

- Vorherrschende Geopotenziale dieses jüngsten Abschnitts (Stockwerks) umfassen an der Ostseeküste dementsprechend vor allem die touristisch sehr attraktiven Flach- bzw. Nehrungsküsten. Damit verbunden sind die beständig ansteigenden Wachstumsziele der Tourismuswirtschaft des Landes, die den steten Ausbau von Infrastruktur nach sich ziehen und schon jetzt partiell zu Übernutzungen führen, z. B. bereichsweise mit Anzeichen von saisonalem „Massentourismus“. Der stetig steigende touristische Nutzungs- bzw. Siedlungsdruck erhöht die Bedeutung von Geogefahren (z. B. Steilküstenabbrüche, Ostsee-Hochwässer; Abb.10).
- Zukünftig wird die nachhaltige Realisierung der sozioökonomischen und ökologischen Entwicklungsziele des Landes Mecklenburg-Vorpommern für dieses (geologisch) jüngste Geopotenzial-Stockwerk nicht stärker auf „klassisches (Endlos-)Wachstum“ in der Landwirtschaft und Tourismuswirtschaft setzen können, sondern zunehmend – wenn auch ökonomisch schwierig vermittelbar – Grenzen im Hinblick auf Geo-Vulnerabilität zu akzeptieren haben. Das betrifft u. a. die natürliche Kü-

tendynamik, Grundwasser-Verfügbarkeit und -qualität, speziell im Ostteil des Landes, sowie Zersiedelung durch touristische Urbanisierung, sichtbar z. B. an vielen unausgelasteten Hotels und leerstehenden Ferienwohnungen. In diesem Kontext wird man auch die Energiewende betrachten müssen und über den regionalen „Energie-mix“ der Zukunft strategisch zu entscheiden haben. Dabei wird u. a. die Intensivierung des Offshore-Windenergie-Anlagenausbau incl. der technisch noch am Anfang stehenden *Green-Energy*-Speicherung (u. a. Wasserstoff, *power-to-gas*) versus Erdgas als Energieträger zu bewerten sein, speziell auch die Perspektive des Industriestandortes Lubmin bei Greifswald incl. Trassennetz und möglicher Erdgas-Kraftwerke betreffend.

4 Ausblick: Implikationen und Staatliche Geologische Dienste (SGD)

Diese Geopotenzial-Klassifizierung am Beispiel des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern schließt auf Grund ihres methodischen Ansatzes folgende Themenfelder mit ein bzw. greift vor dem Hintergrund gesellschaftlicher bzw. sozioökonomischer An- und Herausforderungen auf sie über:

- Evolution des Systems Erde allgemein,
- Kennzeichnung und Unterscheidung regionaler Geosystem-Stockwerke,



Abb. 10: Die geologisch sehr jungen und attraktiven Küstenlandschaften Mecklenburg-Vorpommerns sind für die Tourismuswirtschaft ein herausragendes Geopotenzial („Natur-Kapital“) und erfordern eine umweltverträgliche Planung bzw. Nutzung im Hinblick auf Bauprojekte und Siedlungsdruck. Die beiden Beispiele von der Insel Rügen zeigen (links) die Strandwall- bzw. Nehrungsküste der Schmalen Heide mit dem Geotop „Feuersteinwälle“ (Foto: LAMPE 2007) sowie (rechts) die Steilküste des Ostseebades Lohme mit Kliffrandbebauung und der großen Hangrutschung am 19. März 2005 (Foto: GRABOWSKI 2005, [www. Luftbildruegen.de](http://www.Luftbildruegen.de)). Das Gebäude oberhalb des Rutschungskessels an der Kliffkante wurde aus Sicherheitsgründen (Geogefahren-Potenzial) abgerissen.

Fig. 10: The geologically very young and attractive coastal landscapes of Mecklenburg-Vorpommern represent an outstanding geopotential (nature capital), especially, for tourism and demand sustainable planning and usage concerning building projects and settlement activities. Two examples of the Isle of Rügen show (left) a duned beach-barrier plain (Schmale Heide) incl. the geological heritage (geotop) „Flintwalls“ (fotograph: LAMPE 2007) as well as (right) the cliff coast of Lohme showing mainly touristic building development at the cliff edge and the large cliff collaps/landslide of 19th March 2005 (fotograph: GRABOWSKI 2005, [www. Luftbildruegen.de](http://www.Luftbildruegen.de)). The building beyond the landslide on top of the cliff had to be taken down due to geohazard reasons.

- Lagerstättenpotenziale,
- Umweltveränderungen in unterschiedlichen Zeitskalen incl. Klimawandel,
- Landesplanung und Raumordnung (incl. untertägiger Raumordnung), Infrastrukturentwicklung,
- Nachhaltigkeitsaspekte im Hinblick auf Nutzung und Bewirtschaftung von endlichen Ressourcen (Geopotenzialen) incl. Energiewende,
- geogene Gefahrenpotenziale (Georisiken),
- Umweltbildung und Naturschutz incl. Geotourismus.

Die genannten Themen reflektieren aktuell stark herausgehobene Politikfelder im nationalen bis gesamteuropäischen Kontext und unterstreichen die Notwendigkeit einer geowissenschaftlich systematisierten, länderübergreifenden strategischen Befassung mit „Geopotenzialen“ durch die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands. Insofern knüpft dieser Beitrag an das Leitbild der SGD Deutschlands an, das deren große Herausforderungen im 21. Jahrhundert umreißt und in der „Strategieerklärung der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands“ niedergelegt ist (s. SGD 2004, WELLMER & EHSES 2004, NIEDERMEYER 2011). Darin heißt es: *„Staat, Wissenschaft und Gesellschaft sind in immer stärkerem Umfang auf umfassende, zuverlässige und schnell zugängliche Geo-Informationen angewiesen. Die Staatlichen Geologischen Dienste sind geowissenschaftliche Fachoberbehörden der Länder bzw. des Bundes. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, Fachinformationen über den Zustand und die Veränderungen der Kompartimente der obersten Erdkruste (Gesteine, Böden, Grundwasser) zu erheben, neutral zu bewerten und anwendungsbezogen verfügbar zu machen.“* (vgl. SGD 2004, S. 26 sowie www.infogeo.de).

Dass die kompetente und umfassende Erfüllung dieser Hauptaufgabe im Hinblick auf die nationalen, internationalen und globalen Wandlungen den SGD in den kommenden Jahrzehnten bei der Erkundung, Bewertung und (nachhaltigen) Nutzung von Geopotenzialen wachsende Beiträge bzw. Leistungen abverlangen wird, ist unbestritten (s. a. RANDERS 2012). Das wird nur adäquat gelingen, wenn Geologie bzw. Geowissenschaften aktiv und offensiv Geopotenzial-Themen besetzen, deren strategische Bedeutung in der sowie für die Gesellschaft bisher eher am Rande als im Zentrum von Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozessen liegt. Dabei wird es verstärkt auch darum gehen müssen, der breiten Öffentlichkeit umfassend und in verständlicher Form geologische Informationen zu vermitteln. Auch auf der normativen Ebene ist den wachsenden Anforderungen an Geopotenzialerkundungen und -nutzungen zu entsprechen, aktuell im Hinblick auf eine untertägige Raumordnung mit der dafür notwendigen, dreidimensionalen Abbildung des Stockwerk-Planungsraumes tiefer geologischer Untergrund (vgl. HELLRIEGEL 2013).

Außerdem ist dem zunehmend stärker werdenden Trend einer dominant befürchtungsgesteuerten, geowissenschaftlich nicht ausreichend und komplex genug geführten öffentlichen Auseinandersetzung bei der Diskussion von Geopotenzial-Erkundungs- bzw. -Nutzungsprojekten offensiv durch frühzeitige Kommunikationsangebote zu begegnen.

Bei ausdrücklicher Würdigung öffentlicher kritischer Begleitung von entsprechenden Vorhaben kann und darf nicht hingegenommen werden, dass jahrzehntelange Wissensfortschritte in den geologischen Grundlagen- und angewandten Disziplinen, vor allem auch bei den SGD, nicht zur Kenntnis genommen bzw. Geopotenzialerkundungen, z. B. des tiefen geologischen Untergrunds, incl. geowissenschaftlicher Forschung als Grundlage rationaler Erkenntnisgewinnung stark behindert – wenn nicht gar unmöglich – werden.

Abschließend sei unterstrichen, dass die hier vorgenommene Geopotenzial-Synthese dem Gesichtspunkt föderaler Zuständigkeit der Staatlichen Geologie Deutschlands folgt und dementsprechend auch nur am Beispiel des Landes Mecklenburg-Vorpommern gezeigt werden sollte. Insofern versteht sich der Beitrag als Anregung bei der länderübergreifenden Diskussion zu (regionalen) Geopotenzialen sowie deren Nutzungsperspektiven.

Zusammenfassung

Es wird eine Geopotenzial-Klassifikation für das Land Mecklenburg-Vorpommern präsentiert, die einen sedimentologischen Ansatz verfolgt und damit das klassische stratigraphische Gliederungsprinzip erweitert. Die Grundlage bildet eine konzeptionelle Differenzierung (Typisierung) von sedimentären Depositionsräumen im Zeitraum Paläozoikum – Mesozoikum – Känozoikum. Diese Geopotenzial-Stockwerke werden im Hinblick auf ihre faziell-depositionellen Merkmale und sozioökonomischen Implikationen beschrieben. Dabei steht die generalisierende geowissenschaftliche Analyse im Vordergrund.

Unterschieden werden stratigraphisch aufsteigend vier Geopotenzial-Stockwerke:

- Typ I/Stockwerk I: Intrakontinental- (Intraplattform-) Becken (Permokarbon – Postperm),
- Typ II/Stockwerk II: Alluvial (Fluss, Delta) – Intrakontinentaler pelagischer Meeresraum – klastischer Schelf – See (Trias – Jura – Kreide – Tertiär),
- Typ III/Stockwerk III: Glazioisostatisch dominierte kontinentale Plattform (Quartär: Pleistozän),
- Typ IV/Stockwerk IV: Transgressive Wellen- und Sturm-dominierte siliziklastische Küste (Quartär: Holozän).

Diese regionale Geopotenzial-Klassifizierung unterstützt die Vermittlung von aktuellen geologischen Themen und Kenntnissen, die gesellschaftliche bzw. sozioökonomische Herausforderungen darstellen, in der Öffentlichkeit. Sie strebt dadurch einen Beitrag an zur Lösung der komplexen Aufgaben der Staatlichen Geologie in Deutschland.

Summary

A classification of regional geopotentials of the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern is presented. This focuses on sedimentological aspects and, therefore, extended the traditional stratigraphic point of view when dealing with geopotentials.

Based upon a conceptual differentiation (typisation) of relevant sedimentary depositional environments for Palaeozoic – Mesozoic – Cenozoic era/systems four geopotential types (stages) are classified and described under consideration of facial-depositional characteristics as well as socioeconomic implications. Hereby, a generalizing geoscientific view is required.

In stratigraphic order (bottom-up) four geopotential-types (stages) are classified:

- Type I/Stage I: Intracontinental- (Intraplattform-) Basin (Permocarboneferous – Postpermian),
- Type II/Stage II: Alluvial (river, delta) – Intracontinental pelagic sea – clastic shelf – lake (Triassic – Jurassic – Cretaceous – Tertiary),
- Type III/Stage III: Glacioisostatically controled continental platform (Quaternary: Pleistocene),
- Type IV/Stage IV: Transgressive wave- und storm-controled siliciclastic coast (Quaternary: Holocene).

This regional geopotential-classification supports the preparation of modern geological themes and knowledge which are very important for accomplishing present social as well as socioeconomic challenges. Moreover, this may be applied to transparent public information policy. Therefore, this geopotential classification may contribute to the fulfillment of the complex tasks of German State Geological Surveys.

Dank

Motivation für diese landesspezifische Geopotenzial-Klassifikation lieferten zahlreiche Diskussionen mit Fachkolleginnen und -kollegen aus dem Kreis der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands, u. a. anlässlich der 77. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Geologen 2011 in Cottbus sowie der 133. Jahrestagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins 2012 in Greifswald. Ich danke meinen ehemaligen Amtskollegen Werner Stackebrandt (Potsdam) und Friedrich-Wilhelm Wellmer (Hannover) für Manuskriptkritik und Hinweise; außerdem Frau Heike Sengpiehl (Greifswald) für Zeichenarbeiten sowie Herrn Klaus Grabowski (Sellin/Rügen), der Fa. Central European Petroleum (Berlin) und dem Verlag E. Schweizerbart (Stuttgart) für Druckfreigaben von Abbildungen.

Literatur

- BGR (2012): Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland. – 57 S., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- BMVBS (2011): Bericht zum Massenunfall auf der A 19 südlich von Rostock am 08.04.2011 um 12.30 Uhr. – 10 S., Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin (unveröff.)

BÖRNER, A. (2012): Mecklenburgische Eiszeitlandschaft – Rinnenseen und Riesensteine. – In: MEYENBURG, G. (Hrsg.): Streifzüge durch die Erdgeschichte. – 140 S., Wiebelsheim (Quelle & Meyer)

BÖRNER, A. & U. MÜLLER (2012): Lithologie und Lithostratigraphie von oberflächennahen Tillhorizonten der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 19, 1, S. 3 – 18, Cottbus

BÖRNER, A., JANKE, W., LAMPE, R., LORENZ, S., OBST, K. & K. SCHÜTZE (2011): Geowissenschaftliche Untersuchungen an der OPAL-Trasse in Mecklenburg-Vorpommern – Geländearbeiten und erste Ergebnisse. – Brandenburg. geowiss. Beitr. 18, 1/2, S. 9 – 28, Cottbus

BÖRNER, A., BORNHÖFT, E., HÄFNER, F., HUG-DIEGEL, N., KLEEBERG, K., MANDL, J., NESTLER, A., POSCHLOD, K., RÖHLING, S., ROSENBERG, F., SCHÄFER, I., STEDINGK, K., THUM, H., WERNER, W. & E. WETZEL (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jb., Sonderh. SD 10, 359 S., Hannover

BRANDES, J. & K. OBST (2011): Geologische Charakterisierung potenzieller Speicher- und Barrieregesteinskomplexe in Mecklenburg-Vorpommern. – In: MÜLLER, C. & K. REINHOLD (Hrsg.): Geologische Charakterisierung tiefliegender Speicher- und Barrierehorizonte in Deutschland – Speicher-Kataster Deutschland. – Schriftenreihe Dt. Ges. f. Geowiss. 74, S. 61 – 81, Hannover

BUDDENBOHM, A. (2012): Der Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft – eine geologische Modellregion. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 94, S. 265 – 284, Stuttgart

BUDDENBOHM, A., GRANITZKI, K., STANGE, H., STRÜBING, H. & W. DAEDLOW (2003): Auf den Spuren der Eiszeit. Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft. – 76 S., Neubrandenburg (Geowiss. Verein Neubrandenburg e. V.)

BÜLOW, W. v. (Hrsg.) (2000a): Geologische Entwicklung Südwest-Mecklenburgs seit dem Ober-Oligozän. – Schriftenr. Geowiss. 11, 413 S., Berlin

BÜLOW, W. v. (2000b): Lithologische Gliederung der Schichtenfolge und geologisches Modell seit dem Ober-Oligozän. – In: BÜLOW, W. v. (Hrsg.): Geologische Entwicklung Südwest-Mecklenburgs seit dem Ober-Oligozän. – Schriftenr. Geowiss. 11, S. 31 – 59, Berlin

BÜLOW, W. v. (2011): Quartäre Glaziosostasie und Genese der altpleistozänen Rinnen im nördlichen Mitteleuropa – Diskussionsbemerkungen und Modellierung. – Z. geol. Wiss. 39, 1, S. 19 – 38, Berlin

- DERA (DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR) (2012): Energiestudie 2012. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. – 94 S., Bundesanstalt f. Geowiss. u. Rohstoffe, Hannover
- DOORNENBAL, H. & A. STEVENSON (Eds.) (2010): Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area (SPBA). – EAGE Publications, 342 S., Houten
- DÖRING, H. (2012): Bodenmonitoring mit faseroptischen Extensometern. – *WasserWirtschaft* **9**, S. 30 – 34, Wiesbaden
- EHLERS, E. (2008): Das Anthropozän. Die Erde im Zeitalter des Menschen. – 284 S., Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft/WBG)
- FELDRAPPE, H., OBST, K. & M. WOLFGRAMM (2008): Die mesozoischen Sandsteinaquifere des Norddeutschen Beckens und ihr Potential für die geothermische Nutzung. – *Z. geol. Wiss.* **36**, 4/5, S. 199 – 222, Berlin
- FRANKE, D., HOFFMANN, N. & W. LINDERT (1996): The Variscan Deformation Front in East Germany. Part 2: Tectonic Interpretation. – *Z. angew. Geol.* **42**, 1, S. 44 – 56, Hannover
- FRANZ, M. & M. WOLFGRAMM (2008): Sedimentologie, Petrologie und Fazies geothermischer Reservoirs des Norddeutschen Beckens am Beispiel der Exter-Formation (Oberer Keuper, Rhaetium) NE-Deutschlands. – *Z. geol. Wiss.* **36**, 4/5, S. 223 – 247, Berlin
- GRANITZKI, K. (2012): Der Friedländer Ton in Mecklenburg-Vorpommern. Von der traditionellen Nutzung zu neuen Perspektiven. – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F.* **94**, S. 159 – 175, Stuttgart
- GRANITZKI, K. & G. KATZUNG (2004): Kap. 6.1.3: Kreidekalk und Kieselkreide. – In: KATZUNG, G. (Hrsg.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*. – S. 420, Stuttgart (E. Schweizerbart)
- GROMOLL, L. & M. STÖRR (1989): Zur Geologie und Genese der Kiessand-Lagerstätten der südwestlichen Ostsee. – *Z. angew. Geol.* **35**, 11/12, S. 314 – 322, Berlin
- GRÜNTAL, G., STROMEYER, D., WYLEGALLA, K., KIND, R., WAHLSTRÖM, R., XIAOHUI YUAN & G. BOCK (2007): Die Erdbeben mit Momentmagnituden von 3,1 – 4,7 in Mecklenburg-Vorpommern und im Kalingrader Gebiet in den Jahren 2000, 2001 und 2004. – *Z. geol. Wiss.* **35**, 1/2, S. 63 – 86, Berlin
- GÜNTHER, A. & C. THIEL (2009): Combined rock slope stability and shallow landslide susceptibility assessment of the Jasmund cliff area (Rügen Island, Germany). – *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **9**, S. 687 – 698, Munich
- GÜK 500 (2003): Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern – Übersichtskarte 1 : 500 000: Geotope und geologische Sehenswürdigkeiten. – 2. Aufl., Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- GTK 200 (2004): Geotourismuskarte der Region „Pomerania“/Mapa Geoturystyczna 1 : 200 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- GTK 200 (2007): Geotouristische Karte „Geopark Mecklenburgische Eiszeitlandschaft“ 1 : 200 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- HARFF, J., EMELIANOV, E. M., SCHMIDT-THOMÉ, M. & M. SPIRIDONOV (Koord.) (2004a): Mineral Resources of the Baltic Sea – Exploration, Exploitation and Sustainable Development. – *Z. angew. Geol. Spec. Iss.* **2**, 230 S., Hannover
- HARFF, J., BOBERTZ, B., GRANITZKI, K., LEMKE, W. & K. WEHNER (2004b): Sand and Gravel Deposits in the South-Western Baltic Sea. – *Z. angew. Geol. Spec. Iss.* **2**, S. 111 – 123, Hannover
- HELLRIEGEL, M. (2013): Rechtsrahmen für eine Raumordnung zur Steuerung unterirdischer Nutzungen. Konkurrenzkampf unter der Erde. – *NVwZ/N. Z. f. Verwaltungsrecht* 2013, 3, S. 111 – 116, München u. Frankfurt a. M. (C. H. Beck)
- HEMMER, C. & R.-O. NIEDERMEYER (2012): Der Energie-Standort Lubmin. Vom DDR-Kernkraftwerk zum europäischen Energiedrehkreuz. – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F.* **94**, S. 137 – 158, Stuttgart
- HENNINGSSEN, D. & G. KATZUNG (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands. – 7. Aufl., 234 S., Heidelberg/München (Elsevier/Spektrum)
- HOFFMANN, G. & K. REICHERTER (2011): Soft-sediment deformation of Late Pleistocene sediments along the southwestern coast of the Baltic Sea (NE Germany). – *Int. J. Earth Sci. (Internet-Source DOI 10.1007/s00531-010-0633-z)*
- IFFLAND, J., OBST, K. & B. SCHWERDTFEGER (2006): Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern. – 45 S., Landesamt für Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- JOHNSON, H. D. & C. T. BALDWIN (1996): Shallow clastic seas. – In: READING, H. G. (Ed.): *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. – 3rd. edition, S. 232 – 280, Oxford u. a. (Blackwell)

- JUSCHUS, O. (2012): Stauwassersedimente im brandenburgischen Abschnitt der Erdgasfernleitung OPAL südlich der Pommerschen Eisrandlage. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 1, S. 19 – 27, Cottbus
- JUSCHUS, O., SCHLAAK, N., BAURIEGEL, A. KOWALSKI, S. & R. BUSSERT (2011): Geologische und bodenkundliche Untersuchungen entlang der Erdgasleitung OPAL in Brandenburg – erste Ergebnisse. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **18**, 1/2, S. 29 – 70, Cottbus
- KATZUNG, G. (2004): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. – 580 S., Stuttgart (E. Schweizerbart)
- KAUSCH, P., BERTAU, M., GUTZMER, J. & J. MATSCHULLAT (Hrsg.) (2011): Energie und Rohstoffe. – 193 S., Heidelberg (Spektrum)
- LEEDER, M. (2000): Sedimentology and Sedimentary Basins. – 592 S., Oxford u. a. (Blackwell)
- LEINFELDER, R. & C. SCHWÄGERL (2012): Sind die Geowissenschaften im Anthropozän angekommen? – GMIT 50, S. 6 – 15, Hannover
- LOOK, E.-R., QUADE, H. & R. MÜLLER (Red.) (2007): Faszination Geologie – Die bedeutendsten Geotope Deutschlands. – 2. Aufl., 175 S., Akad. d. Geowiss. Hannover (Hrsg.), Stuttgart (E. Schweizerbart)
- LUNG MV (2006): Rohstoffsicherung in Mecklenburg-Vorpommern. – Schriftenreihe des Landesamtes f. Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern **1**, 40 S., Güstrow
- LUNG MV (2012): Grundwasser-Ressourcenkarte von Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1 : 250 000. – Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow (www.umweltkarten.mv-regierung.de)
- LÜCKSTÄDT, M. & W. BUSSE (unt. Mitarb. v. S. HANNAPPEL) (2004): 6.4. Grundwasser. - In: KATZUNG, G. (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. – S. 425 – 444, Stuttgart (E. Schweizerbart)
- STAUN HRO (2009): Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern. Übersichtsheft. Grundlagen, Grundsätze, Standortbestimmung und Ausblick. – 102 S., Ministerium f. Landwirtschaft, Umwelt u. Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- MENNING, M. (2010): Quartär bewahrt – Tertiär aufgeben?. – GMIT 39, S.16 – 17, Hannover
- MENNING, M. & DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (2012): Erläuterungen zur Stratigraphischen Tabelle von Deutschland Kompakt 2012. – Z. dt. Ges. Geowiss. **163**, 4, S. 385 – 409, Stuttgart
- MÜLLER, U. (2004): Das Relief der Quartärbasis in Mecklenburg-Vorpommern. – Neubrandenburger Geol. Beitr. **4**, S. 67 – 76, Neubrandenburg
- NESTLER, H. (2002): Die Fossilien der Rügener Schreibkreide. – 4., überarb. u. erw. Aufl., Neue Brehm-Bücherei **486**, 129 S., Hohenwarsleben (Westarp-Wissenschaften)
- NIEDERMEYER, R.-O. (Koord.) (2005): Das Elbe-Hochwasser 2002 – Geowissenschaftliche Auswertungen. – Geol. Jb., Reihe C **70**, 185 S., Hannover
- NIEDERMEYER, R.-O. (2006): Georisiken durch Kliffabbrüche an der südwestlichen Ostseeküste. – Z. geol. Wiss. **34**, 1/2, S. 1 – 3, Berlin
- NIEDERMEYER, R.-O. (2008): Regionale Geopotenziale erforschen und nutzen – neue Herausforderungen durch Klimawandel und Energiewende an die angewandten Geowissenschaften. – Z. geol. Wiss. **36**, 4/5, S. 197 – 198, Berlin
- NIEDERMEYER, R.-O. (2011): Die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) der Bundesländer im Spagat zwischen neuen fachlichen Herausforderungen und strukturellen Zwängen. – Tagungsband. 77. Tagung AG Norddeutscher Geologen/NDG, 21. –23. September 2011 in Cottbus, S. 23 – 33, Cottbus
- NIEDERMEYER, R.-O. & K. SCHÜTZE, K. (2012): Geogefahren durch Abbrüche und Rutschungen an Steilküsten. – Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern Jg. 2012/2013, S. 35 – 37, Leipzig (VSR Verlag)
- NIEDERMEYER, R.-O., KATZUNG, G. & G. PESCHEL (1999): Klassifizierung eines glazio-fluviatilen Schüttungskörpers auf der Insel Rügen mit geoelektrischen und geologischen Methoden. – Z. angew. Geol. **45**, 3, S. 153 – 163, Hannover
- NIEDERMEYER, R.-O., LAMPE, R., JANKE, W., SCHWARZER, K., DUPHORN, K., KLIWE, H. & F. WERNER (2011): Die deutsche Ostseeküste. – Sammlg. Geol. Führer **105**, 370 S., Stuttgart (Borntraeger)
- OBST, K. (2008): Möglichkeiten der Untergrundspeicherung für Erdgas und CO₂ im Nordosten Deutschlands. – Z. geol. Wiss. **36**, 4/5, S. 281 – 302, Berlin
- OBST, K. & K. SCHÜTZE (2006): Ursachenanalyse der Abbrüche an der Steilküste von Jasmund/Rügen 2005. – Z. geol. Wiss. **34**, 1/2, S. 11 – 37, Berlin

- OBST, K. & K. SCHÜTZE (2009): Findlingsgärten in Mecklenburg-Vorpommern. – In: OBST, K., REINICKE, G.-B., RICHTER, S. & R. SEEMANN: Schatzkammern der Natur. Naturkundliche Sammlungen in Mecklenburg-Vorpommern. – S. 94 – 97, Landesamt f. Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
- QUANDT, T., GOTHOW, J., TURNOW, E. & B. HEPPNER (2010): Steilhangsicherung durch Horizontaldränung in Lohme/Rügen. – Mitt. Inst. u. Versuchsanst. f. Geotechnik Techn. Univ. Darmstadt **86**, S. 127 – 137, Darmstadt
- RANDERS, J. (2012): 2052 – Eine globale Prognose für die nächsten 40 Jahre. – 430 S., München (Oekom-Verlag)
- READING, H. G. (ed.) (1996): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. – 3rd. Edition, 688 S., Oxford u. a. (Blackwell)
- READING, H.G. & B. K. LEVELL (1996): Controls on the sedimentary rock record. - In: READING, H. G. (ed.): Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. – 3rd. Edition, S. 5 – 36, Oxford u. a. (Blackwell)
- REICH, M. & P. FRENZEL (2002): Die Fauna und Flora der Rügener Schreibkreide. – Arch. f. Geschiebekde. **3**, 2/4, S. 73 – 284, Hamburg u. Greifswald
- RICHARDS, J. P. (ed.) (2009): Mining, Society and a Sustainable World. – 506 pp., Heidelberg (Springer)
- RUMPEL, H.-M., BINOT, F., GABRIEL, G., SIEMON, B., STEUER, A. & H. WIEDERHOLD (2009): The benefit of geophysical data for hydrogeological 3D modelling – an example using the Cuxhaven buried valley. – Z. dt. Ges. Geowiss **160**, 3, S. 259 – 269, Hannover
- SCHRÖTER, TH. (2012): Erdölexploration in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg – Fortsetzung einer wenig bekannten, aufregenden Geschichte. – Vortrag 133. Jahrestagung Oberrhein. Geol. Ver., 12. April 2012, Greifswald (s. a. www.ogv-online.de/Tagungen/2012)
- SCHULZ, W. (2006): Streifzüge durch die Geologie des Landes Mecklenburg-Vorpommern. – 3. Aufl., 192 S., Schwerin (cw Verlagsgruppe)
- SCHÜTZE, K. & R.-O. NIEDERMEYER (Hrsg.) (2005): Geotop-schutz – Chancen zur nachhaltigen Entwicklung von Regionen in Europa. – Schriftenreihe Dtsch. Ges. Geowiss. **36**, 156 S., Hannover
- SCHWIETZER, G. & R.-O. NIEDERMEYER (2005): Fluviales Ablagerungsmilieu der untermiozänen Quarzsande von Fritscheshof (Neubrandenburg, Mecklenburg-Vorpommern). – Neubrandenburger Geol. Beitr. **5**, S. 47 – 60, Neubrandenburg
- SGD (2004): Strategieerklärung der Staatlichen Geologischen Dienste in Deutschland. – Geol. Jb., Reihe G **11**, S. 23 – 31, Hannover
- STACKEBRANDT, W. (2009): Subglacial channels in Northern Germany – a brief review. – Z. dt. Ges. Geowiss **160**, 3, S. 203 – 210, Hannover
- WELLMER, F.-W. (2008): Reserves and resources of the geosphere, terms so often misunderstood. Is the life index of reserves of natural resources a guide to the future ?. – Z. dt. Ges. Geowiss. **159**, 4, S. 575 – 590, Hannover
- WELLMER, F.-W. & H. EHSER (2004): The German Geological Surveys, their Tasks, Networks, and Future Perspectives. – Geol. Jb., Reihe G **11**, S. 5 – 22, Hannover
- WOLFGRAMM, M., THORWART, K., RAUPPACH, K. & J. BRANDES (2011): Zusammensetzung, Herkunft und Genese geothermaler Tiefengrundwässer im Norddeutschen Becken (NDB) und deren Relevanz für die geothermische Nutzung. – Z. geol. Wiss. **39**, 3/4, S. 213 – 239, Berlin

Internetverweise für Zusatzinformationen

www.bdi.eu
www.geopotenzial-nordsee.de
www.infogeo.de
www.kuestenbilder.de
www.lung.mv-regierung.de
www.mnf.uni-greifswald.de/institute/geo
www.ogv-online.de/tagungen/archiv/133
www.arqe-ndg.de/tagbd/ndg_77_cottbus_2011.pdf
www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Ralf-Otto Niedermeyer
 Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
 Geologischer Dienst Mecklenburg-Vorpommern
 Goldberger Str. 12
 18273 Güstrow
ralf-otto.niedermeyer@lung.mv-regierung.de

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 63 – 82	8 Abb., 1 Tab., 58 Zit.
------------------------------	---------	----------------	------------	-------------------------

Komplexe hydrogeochemisch-genetische Kartierung zur Einschätzung der Salzwassergefährdung pleistozäner und tertiärer Grundwasserleiter im Raum Storkow-Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt

Complex hydrogeochemic-genetic mapping for evaluation of the endangerment of pleistocene and tertiary aquifers by saline waters in the region Storkow-Frankfurt (Oder)-Eisenhüttenstadt

GERHARD HOTZAN & THOMAS VOSS

1 Einleitung

Im Bereich des Berliner Urstromtales sind eine Reihe von Standorten mit Vorkommen salinärer Wässer (die sogenannte Binnenversalzung) bis in oberflächennahe Grundwasserleiter (GWL) bekannt. Die Marstall-Wiesen bei Storkow sowie die Luchwiesen bei Philadelphia sind durch ihre Halophyten-Flora berühmt und wurden im Rahmen des EU-Life-Projektes „Binnensalzstellen Brandenburgs“ untersucht (HERMSDORF 2010). Sie sollen durch gezielte wasserbauliche und Pflegemaßnahmen erhalten werden. Auch in kommunalen Wasserfassungen (z. B. Briesen, des Weiteren geplant Müllrose südlich des Oder-Spree-Kanals) sind Beeinflussungen der Wasserqualität durch salinare Wässer nachgewiesen worden. Auch diese werden regelmäßig durch die Wasserversorger und die zuständigen Behörden beobachtet.

Die wirtschaftliche und infrastrukturelle Entwicklung der Region unter den Bedingungen des sich vollziehenden Klimawandels (GERSTENGABE et al. 2003) erfordert in zunehmendem Maße die geologische Erkundung einschließlich der Bewertung von Georisiken. Dabei ist u. a. abzuklären, ob ein verstärkter Aufstieg salinärer Tiefenwässer in süßwasserführende GWL erfolgt. Vor diesem Hintergrund kommt der Kenntnis der natürlichen Verbreitung salinärer Wässer in den pleistozänen GWL eine wachsende Bedeutung zu. Im Weiteren sollen die Ergebnisse einer Methodik vorgestellt werden, die es ermöglicht, den Grundwasserchemismus flächendeckend unter genetischen Gesichtspunkten, d. h. den Charakter und Entwicklungsgrad der Grundwässer, darzustellen sowie die Aufstiegsbahnen und die Verbreitung salinärer Wässer in den süßwasserführenden GWL zu verdeutlichen.

2 Datenbasis und geologisch-hydrogeologischer Kenntnisstand

Die Region Ostbrandenburg wurde seit den 1960er Jahren intensiven geologischen Untersuchungsarbeiten unterworfen. Diese Arbeiten verfolgten das Ziel, Lagerstätten von

Erdöl/Erdgas sowie Braunkohle, aber auch Grundwasser nachzuweisen. Bei der Suche nach Erdöl-/Erdgaslagerstätten kam ein Methodenkomplex von gravimetrischen und seismischen Messungen sowie Bohrungen bis in die paläozoische Schichtenfolge (Zechstein) einschließlich deren geophysikalischer Vermessung zum Einsatz.

Die Suche und Erkundung von Braunkohlenlagerstätten umfasste sowohl lagerstättenkundliche als auch hydro- und ingenieurgeologische Aspekte. Jede dieser Aufgabenstellungen erforderte einen spezifischen Methodenkomplex. Die Lagerstätten erkundung erfolgte in erster Linie durch Bohrungen bis zur oligozänen Schichtenfolge, die auch geophysikalisch vermessen wurden. Diese Bohrungen dienten einerseits der Schaffung von Aufschlüssen im Rohstoffkörper, aus denen die Teufenlage, Mächtigkeit und lithologische Ausbildung ersichtlich wurden, andererseits aber auch der Entnahme von Probenmaterial, auf dessen Grundlage die qualitative Rohstoffbewertung vorgenommen werden konnte. Die hydrogeologische Erkundung ist ebenfalls mit dem Niederbringen von geophysikalisch vermessenen Bohrungen bis in das Niveau der mesozoischen Schichtenfolge verbunden (TESCH et al. 1983, TESCH et al. 1987, SLAWINSKI 1990, LEU et al. 1991). In den einzelnen GWL wurden Filter installiert und die Bohrungen zu Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut. Die GWM dienen zum einen der teufenorientierten Gewinnung von Grundwasserproben, die im Weiteren chemisch untersucht wurden und zum anderen der Grundwasserstandsmessung und der Darstellung der Grundwasserdynamik. Darüber hinaus wurden an diesen Aufschlüssen Pumpversuche durchgeführt, die der Ermittlung der hydraulischen Kennwerte (Durchlässigkeit, Transmissivität, Speicherkoeffizient) dienen. Im Ergebnis der Auswertung der gewonnenen Daten wurden die hydrodynamischen und hydrochemischen Rahmenbedingungen für den Aufschluss und die Wasserhaltung eines Tagebaus beschrieben.

Die ingenieurgeologischen Aufgabenstellungen beinhalten in erster Linie die Einschätzung der Standsicherheit von Tagebauaufschlüssen. Das dazu notwendige Probenmaterial wurde in der Regel aus den Bohrungen der Lagerstätten erkundung gewonnen.

Die regionale hydrogeologische Erkundung sowie der Nachweis von Grundwasserlagerstätten wurden in der bereits oben beschriebenen Weise praktiziert (KALATZ 1969, LUDWIG & RICHTER 1974, HANNEMANN, SCHULZ & NILLERT 1976, HAGEN, GROHNKE & EMSHOFF 1980, EHRHARDT, HODAN & WILKE 1980, WEBER 1980, LANGKUTSCH & RUSSKOFF 1982, LANGKUTSCH 1985, MEDON et al. 1986, KALATZ & DIETTERLE 1988). Auch hierbei wurden geophysikalisch vermessene Bohrungen niedergebracht, die zu GWM ausgebaut wurden. Diese dienen in erster Linie der Gewinnung von Primärdaten in Bezug auf die Grundwasserdynamik und den -chemismus sowie die hydraulischen Kennwerte der GWL. Im Rahmen der Auswertung der Daten erfolgen zwei- und dreidimensionale geohydraulische Modellrechnungen, mit denen die Strömungsverhältnisse in den Grundwasserleitern simuliert wurden. Auf dieser Grundlage wurden die Einzugsgebiete von Wasserfassungen abgegrenzt und Trinkwasserschutzgebiete festgelegt. Derartige Untersuchungen liegen derzeit für die kommunalen Wasserfassungen Fürstenwalde/Berkenbrück, Briesen, Eisenhüttenstadt und Müllrose vor (LEHMANN & SCHÖPFER 2004, FEHLAUER 2002, ZIESCHE, KOHFAL & HECHT 1999, KUHN 1999).

Die Überwachung von Grundwasserständen und des Grundwasserchemismus ist eine ständige Aufgabe der Umwelt- und Gesundheitsbehörden auf Landes- und Kreisebene sowie der kommunalen Wasserversorger. So betreibt das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg Messstellennetze zur kontinuierlichen Beobachtung der Grundwasserstände und des Grundwasserchemismus. Mit Sondermessnetzen werden geogene saline Beeinträchtigungen beobachtet (DUSCHER et al. 2009). Durch die kommunalen Wasserversorger wird regelmäßig die Rohwasserqualität in den Wasserfassungen kontrolliert (DINSE & SELICKO 2010).

Im Ergebnis der oben genannten Untersuchungsarbeiten liegt für das Betrachtungsgebiet ein guter Kenntnisstand bezüglich der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse vor.

Im Zeitraum von 1969 bis 1991 wurden hunderte, z. T. geophysikalisch vermessene Bohrungen abgeteuft, als GWM ausgebaut und weit über tausend Wasserproben entnommen und analysiert. Die hydrogeochemisch-genetische Bewertung basiert auf diesem Datenmaterial und repräsentiert das oben genannte Zeitintervall. Die Ermittlung der NaCl-Äquivalente der Altbohrungen für das Betrachtungsgebiet erfolgte durch die Fa. Bohrlochmessung-Storkow GmbH. Die Ergebnisse wurden freundlicherweise von der Vattenfall Europe Mining AG zur Verfügung gestellt (VOSS & KLINK 2010).

3 Geologisch-hydrogeologische Situation

Die Darstellung der regionalen geologisch-hydrogeologischen Situation des Betrachtungsgebietes, insbesondere die Gliederung der GWL, basiert hauptsächlich auf den Modellvorstellungen von TESCH et al. (1987) und anderen und kann in folgender Weise skizziert werden:

Die Verbreitung der Schichtglieder der mesozoischen Schichtenfolge wird durch salinartektonische Salzkissenstrukturen sowie zu den Mitteldeutschen Hauptabbrüchen zählende tektonische Störungen am Südrand der Norddeutsch-Polnischen Senke (die sogenannte Fürstenwalde-Gubener Störungszone) kontrolliert. Als älteste Ablagerungen des mesozoischen Deckgebirges sind unterhalb der unteroligozänen Rupel-Formation Gipsmergel des Keupers verbreitet. Diese sind hauptsächlich auf die Toplage der Salzkissenstruktur Beeskow-Birkholz, aber auch innerhalb des Störungssystems der Fürstenwalde-Gubener-Störungszone konzentriert. An den Flankenbereichen folgen Sand- und Tonsteine des Lias. Großflächig sind im Betrachtungsgebiet Kalkmergel der Oberkreide anzutreffen.

Die Schichtglieder der tertiären Schichtenfolge lagern diskordant auf den mesozoischen Sedimenten. Die Schichtenfolge setzt mit schluffigen Feinsanden der Rupel-Basissande der Rupel-Formation ein. Diese bilden einen GWL, der durch die Verbreitung hochmineralisierter salinärer Wässer charakterisiert ist. Darüber folgen als regionaler Grundwasserstauer (GWS) die Schluffe und Tone der Rupel-Formation. Im Hangenden schließen sich daran die schluffigen, z. T. glaukonitführenden Feinsande der Cottbus-Formation des Oberoligozäns an. Diese repräsentieren im Betrachtungsgebiet den tiefsten süßwasserführenden GWL. Darüber folgen die Mittel- bis Grobsande der Möllin-Schichten des Miozäns, die einen weiteren bedeutenden süßwasserführenden GWL darstellen. Häufig sind die GWL der Cottbus-Formation und der Möllin-Schichten hydraulisch verbunden und bilden einen einheitlichen GWL. Zum Hangenden folgen als GWS-Komplex die Flöze des 3. und 4. Miozänen Flözhorizonts, Wechselfolgen von schluffigen Feinsanden und Braunkohlenschluffen der Möllin-Schichten sowie Braunkohlenschluffe der Malliß-Schichten der miozänen Brieske-Formation.

Einen weiteren wichtigen süßwasserführenden GWL bilden Fein- und Mittelsande der Malliß-Schichten. Als hangender GWS wirken Braunkohlenschluffe miozänen Alters, die Braunkohlenflöze des 2. Miozänen Flözhorizonts sowie in Abhängigkeit vom Erosionsniveau pleistozäne bindige Sedimente.

In der pleistozänen Schichtenfolge, die sich im Betrachtungsgebiet stark generalisiert in die Ablagerungen der Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit sowie der Holstein- und Eem-Warmzeit gliedert, wurden sowohl rollige (Fein-, Mittel- und Grobsande, d. h. GWL) als auch bindige Sedimente (Geschiebemergel, Schluffe, d. h. GWS), akkumuliert. Während der Elster-Kaltzeit wurden die Sedimente der tertiären Schichtenfolge lokal sehr tiefgründig erodiert. Die Exarationsrinnen und -wannen können bis in das Niveau der mesozoischen Schichten reichen. Durch die Akkumulation rolliger Sedimente, insbesondere an den Flanken der Ausräumungszonen, bestehen hydraulische Verbindungen zwischen den einzelnen GWL, über die in Abhängigkeit vom Druckgradienten ein vertikaler Grundwasseraustausch stattfindet. Darüber hinaus können die elsterkaltzeitlichen rolligen Sedimente in Abhängigkeit vom Erosionsniveau mit den tertiären GWL einheitliche GWL bilden, die dann den jeweiligen tertiären GWL zugeordnet werden.

Der saalekaltzeitliche GWL-Komplex weist eine großflächige Verbreitung auf und bildet den bedeckten, hauptsächlich wasserwirtschaftlich genutzten Hauptgrundwasserleiter (HGWL) des Betrachtungsgebietes. Die einzelnen GWL werden im Hangenden und Liegenden von als GWS wirkenden Geschiebemergeln und Schluffen der Weichsel- und Elster-Kaltzeit bzw. der Eem- und Holstein-Warmzeit eingerahmt. Die als GWS fungierenden saaleglazialen Grundmoränen des Drenthe- und Warthe-Stadiums bewirken eine interne Differenzierung des GWL-Komplexes.

Der weichselkaltzeitliche GWL ist als jüngster pleistozäner GWL an der Oberfläche anzutreffen. Das Grundwasser ist ungespannt. Auf den Hochflächen wirken weichsel- und saaleglaziale Grundmoränen als liegende GWS. Im Bereich der Urstromtäler sind diese häufig erodiert. Saale- und weichselkaltzeitliche GWL bilden hier einen einheitlichen GWL-Komplex.

4 Methodik der komplexen hydrogeochemisch-genetischen Kartierung

Die Methodik der hydrogeochemisch-genetischen Kartierung wurde in HOTZAN (2012) beschrieben. Die hydrogeochemisch-genetischen Kartierungseinheiten sind Geneseklassen für süß- und salinare Wässer (vgl. HOTZAN 2010, 2011), die auf der Grundlage der Wasseranalysen unter Zuhilfenahme des Programmpaketes GEBAH 1.1 (RECHLIN et al. 2010) ermittelt werden. Die kartenmäßige Darstellung der Ergebnisse erfolgt grundwasserleiterspezifisch, wobei zunächst die einzelnen Aufschlusspunkte in die Karte übertragen werden und anschließend unter Berücksichtigung der hydrodynamischen Verhältnisse sowie der geologisch-strukturellen und tektonischen Rahmenbedingungen die Extrapolation in die Fläche vorgenommen wird.

5 Methodenkomplex zur Ermittlung der NaCl-Äquivalente in Bohraufschlüssen

Bei der Bestimmung der Grundwassermineralisation mit bohrlochgeophysikalischen Messungen wird der Umstand ausgenutzt, dass der elektrische Widerstand eines vollgesättigten reinen Sandes oder Kieses ohne Schluff- oder Tonbeimengungen im Wesentlichen nur von dessen Porosität, d. h. dem Wasseranteil am Gesamtvolumen und dem Gehalt an gelösten Salzen im Porenwasser abhängt.

Bohrlochgeophysikalische Messverfahren zur Bestimmung des spezifischen elektrischen Gebirgs widerstandes können hinsichtlich der Art der Erzeugung und Messung der elektrischen Felder im Gebirge in zwei Gruppen unterteilt werden. Bei der ersten Gruppe, welche auch die historisch ältere Messtechnologie darstellt, werden elektrische Ströme galvanisch mittels Elektroden in die Bohrlochumgebung eingespeist. Durch unterschiedliche Anordnungen und Abstände der Potenzial- und Stromelektroden an den Bohrlochmesssonden kann die Eindringtiefe des Stromflusses sowie die vertikale Messauflösung variiert werden. Typische Vertreter

dieser Messverfahrensgruppe sind das „Elektro-Log“ mit zwei standardisierten Elektrodenabständen (z. B. 16“/64“ oder 25 cm/100 cm) (EL-KN/-GN), das „Fokussierte Elektro-Log“ (FEL) oder das „Laterolog“ (LL) (FRICKE & SCHÖN 1999, HEARST, NELSON & PAILLET 2000). Alle galvanisch angekoppelten Bohrlochmessverfahren benötigen aufgrund ihres Funktionsprinzips im Allgemeinen ein offenes, unverrohrtes Bohrloch, das zudem mit Spülung gefüllt sein muss. Hinsichtlich des Bohrungsausbaus flexibler ist die zweite Gruppe der Messverfahren, bei denen der Stromfluss im Gebirge berührungslos durch elektromagnetische Induktion angeregt und registriert wird („Induktions-Log“ – IL) (FRICKE & SCHÖN 1999, HEARST, NELSON & PAILLET 2000). Elektrisch nicht-leitfähige Ausbaumaterialien, wie z. B. Kunststoffe (PVC-U, HDPE), Keramiken oder Holz (OBO) werden von den elektromagnetischen Wechselfeldern problemlos durchdrungen, so dass mittels IL nicht nur offene Bohrlöcher sondern auch Grundwassermessstellen oder Brunnen, die mit diesen Rohrmaterialien ausgebaut wurden, nachträglich auf die Mineralisation aller durchteuften Aquifere hin untersucht werden können. Ähnlich wie bei der ersten Gruppe wird auch bei den induktiven Verfahren versucht, durch verschiedene Spulenanordnungen, Variation der Sendefrequenzen o. ä. die vertikale Auflösung und die Eindringtiefe zu verbessern.

Wie den meisten Bohrlochmessverfahren ist auch den elektrischen Messungen zu eigen, dass sie als Ergebnis eine kontinuierliche bzw. quasi-kontinuierliche (dicht abgetastete) Funktion des gemessenen physikalischen Parameters – also des spezifischen elektrischen Widerstandes – mit der Tiefe liefern. Hierin ist auch der Hauptvorteil gegenüber Beprobungen aus Grundwassermessstellen zu sehen, welche zwar eine Vollanalyse ermöglichen, jedoch nur für den verfilterten Aquiferbereich repräsentativ sind.

Aufgrund des Einflusses des Bohrlochs und der bohrlochnahen Zone (siehe Abb. 1) wird bei Bohrlochmessungen zur Bestimmung des spezifischen elektrischen Gesteinswiderstandes nie direkt der wahre Gebirgs widerstand ($R_{t=,true}$) bestimmt, sondern immer ein „scheinbarer“ Mischwiderstand ($R_{a=,apparent}$) gemessen, der zusätzlich vom Widerstand der Bohrspülung ($R_{m=,mud}$), des Filterkuchens ($R_{mc=,mudcake}$), der infiltrierten Zone ($R_{inv=,invaded}$), des Übergangsbereiches (R_{trans}) sowie der Ausdehnung dieser Zonen (z. B. Bohrlochradius r_b , Radius der infiltrierten Zone r_{xo}) mit beeinflusst wird. Beim Logging in einer Grundwassermessstelle mit IL hat z. B. die Verfüllung des Ringraumes mit Ton oder Ton-Zement-Suspension einen vergleichbaren modifizierenden Einfluss. Eine der Herausforderungen bei der Bestimmung der Grundwassermineralisation besteht daher darin, aus dem „scheinbaren“ Mischwiderstand R_a auf den tatsächlichen, „wahren“ Widerstand des Gebirges zu schließen.

In der Bohrlochgeophysik gab es in der Vergangenheit vielfältige Bestrebungen, um das skizzierte Problem (Bestimmung von R_t aus R_a) für die einzelnen Messverfahren zu lösen. Die diesen Lösungen zugrunde liegende analytische oder numerische Mathematik wurde für eine praxistauglich-

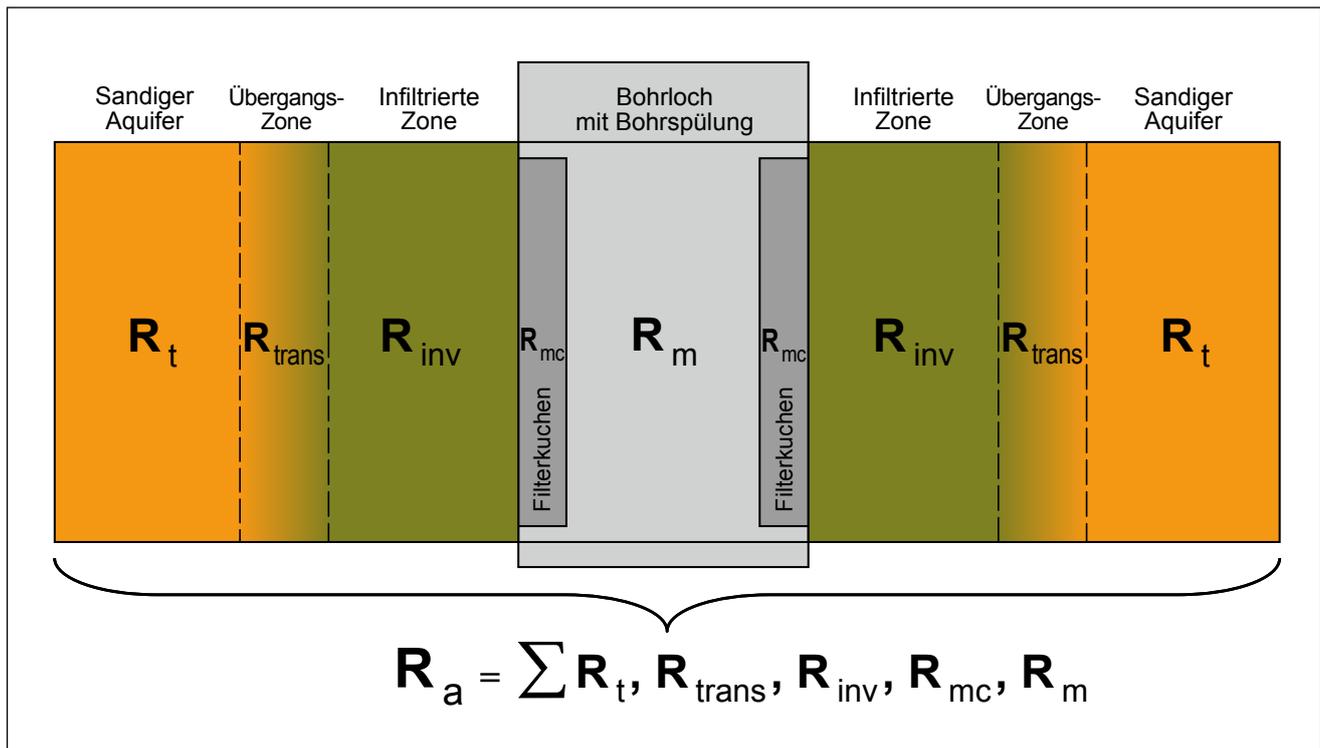


Abb. 1: Schalenmodell der lateralen Verteilung des elektrischen Widerstandes in Bohrlochnähe

Fig. 1: Shell model of lateral distribution of near borhole electrical resistance

che Anwendung häufig in Nomogrammen bzw. Korrekturtafeln dargestellt, welche die Transformation von R_a in R_t punktuell oder „blockweise“ zusammengefasst aus der Messkurve ermöglichen. Neuere Entwicklungen aus dem Erdöl-/Erdgasbereich erlauben auch die softwaregestützte durchgehend-kontinuierliche Transformation der gesamten Messkurve.

Bei der Komplexauswertung der Alt-Bohrlochmessdaten, welche für diese Arbeit zur Kartierung genutzt wurden, kam für die Bestimmung von R_t aus R_a in den meisten Fällen die bei der Bohrlochmessung-Storkow GmbH bereits seit langem benutzte Methode der „seitlichen Bohrlochsondierung“ zum Einsatz, da diese mit den während der damaligen Messkampagnen eingesetzten elektrischen Bohrlochmessverfahren (häufig EL-KN/EL-GN) optimal korrespondiert. Die Anwendung dieser Methode basiert auf der grafischen Auswertung der numerischen Lösung derjenigen mathematischen Funktion, welche die Abhängigkeit des gemessenen spezifischen elektrischen Widerstandes vom Elektrodenabstand sowie von den Verhältnissen r_b/r_{xo} und R_m/R_{inv} beschreibt. Die Lösungen sind als normierte Kurvenscharen in einzelnen Korrekturtafeln verfügbar. Der Filterkuchen (R_{mc}) und die Übergangszone (R_{trans}) werden bei dieser Korrekturmethode vernachlässigt, d. h. die Situation um das Bohrloch wird zu einem „3-Schalen-Modell“ vereinfacht.

Zusätzlich muss für die Anwendung dieser Methode der Bohrdurchmesser im durchteuften Aquifer aus einer Kalibermessung und der spezifische elektrische Widerstand der Bohrspülung bekannt sein. Dieser wird entweder

mit einer unabhängigen Salinitätsmessung mittels Bohrlochmesssonde (SAL) bestimmt oder – wie vor 1989 häufiger geschehen – anhand einer Probe aus der Spülgrube ermittelt. Beim letztgenannten Vorgehen wird implizit angenommen, dass sich der Spülungswiderstand im Bohrloch aufgrund der vorangegangenen Zirkulation mit der Tiefe nicht wesentlich ändert.

Der Korrekturalgorithmus der „seitlichen Bohrlochsondierung“ kommt blockweise, d. h. in ausreichend mächtigen Aquiferbereichen (> 3 m) mit relativ konstanten Widerstandsmesswerten zum Einsatz, die zudem nach Gamma-Ray-Log weitgehend frei von bindigen Beimengungen sein sollten.

Weitere Bearbeitungsschritte, um aus R_t die Porenwassermineralisation abzuleiten, sind im folgenden Flussdiagramm (siehe Abb. 2) skizziert.

Wie bereits erwähnt, ist neben dem Ionengehalt des Grundwassers natürlich der Volumenanteil des Wassers im stromdurchflossenen Gebirgsabschnitt für den gemessenen elektrischen Widerstand entscheidend. Für die Bestimmung der Porosität der durchteuften Aquifere ist wenigstens eine Gamma-Gamma-Dichte-Messung (GG.D-Log) bzw. als Alternative auch ein Neutron-Neutron-Log (NN) notwendig. Wenn keine GG.D- oder NN-Messung verfügbar ist, dann kann für quartäre und tertiäre Grundwasserleiter häufig mit befriedigender Genauigkeit auf Erfahrungsbzw. Mittelwerte der Porosität innerhalb der jeweiligen geologischen Rahmenbedingungen zurückgegriffen werden. Die Porosität wird mittels eines Zementationsexpo-

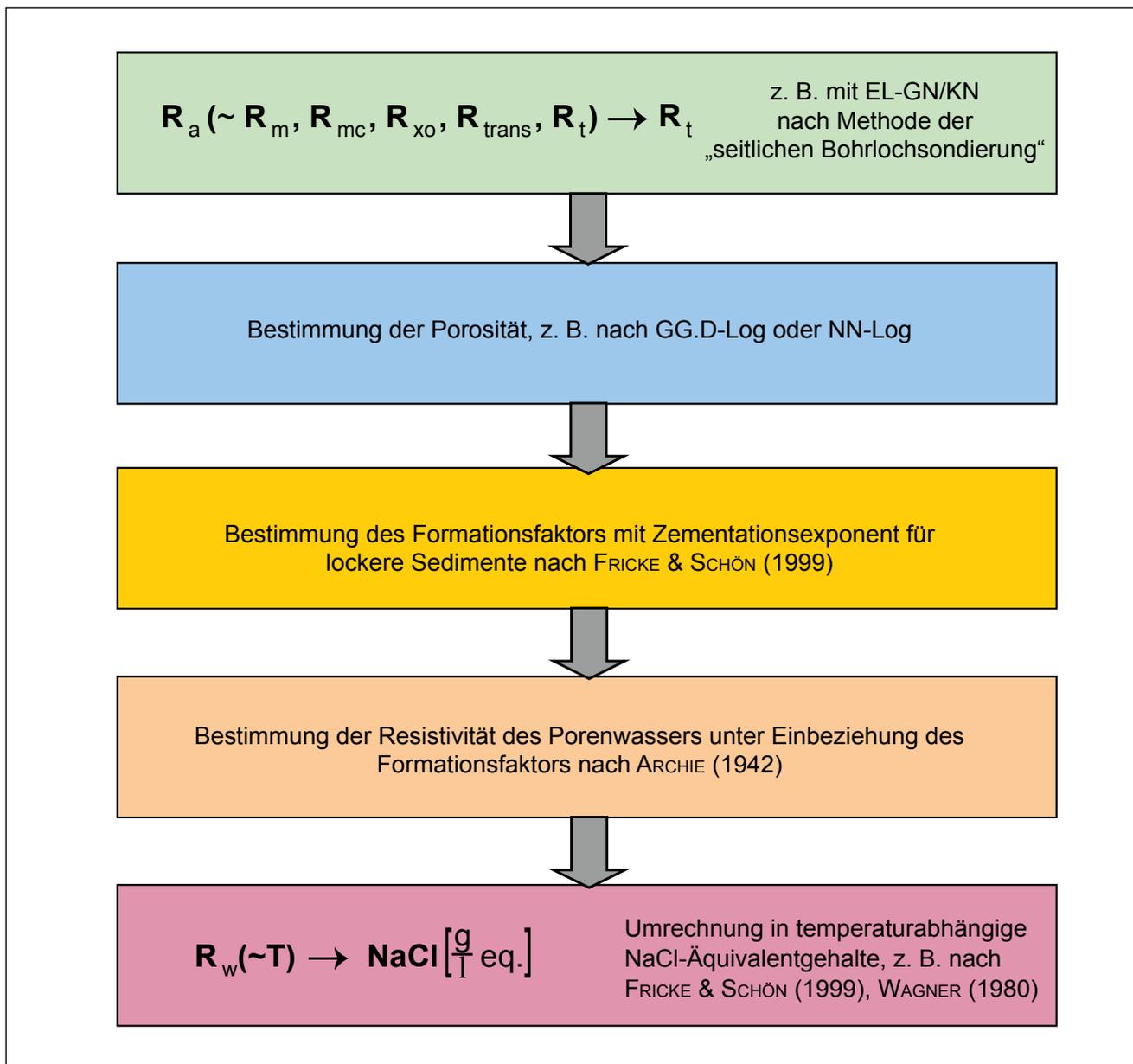


Abb. 2: Flussdiagramm für die Bestimmung des NaCl-Äquivalentgehaltes eines Porenwassers aus dem im Bohrloch gemessenen scheinbaren elektrischen Widerstand

Fig. 2: Flow chart to determine NaCl-equivalent-content of void water from apparent electrical resistance measured in the borehole

nenten nach FRICKE & SCHÖN (1999) in den sogenannten Formationsfaktor transformiert. Der bestimmte wahre Gesteinswiderstand geteilt durch den Formationsfaktor ergibt dann den gesuchten spezifischen elektrischen Widerstand der Porenwassers. Diese Gleichung wurde bereits durch ARCHIE (1942) anhand petrophysikalischer Sättigungsversuche an Sandsteinen aufgestellt und ist seitdem vielfach experimentell als hinreichend genaue Näherung bestätigt worden.

Für die Überführung von R_w [Ohm] in einen NaCl-Äquivalentgehalt [mg/l] kann zum Beispiel mit hoher Genauigkeit die Beziehung nach ROSSUM (1975) genutzt werden (aufgeführt in HÖLTING 1992).

In der Bohrlochgeophysik sind NaCl-Äquivalentgehalte ein gängiges Maß zur Charakterisierung der Mineralisation von Porenwässern, da in tieferen salinen Aquiferen diese Ionen häufig den Hauptteil des Lösungsinhalts darstellen. Wenn andere Ionen in erheblichen Mengen vorhanden sind, dann kann durch ihre abweichende Ionenbeweglichkeit in der Lösung der ermittelte NaCl-Äquivalentgehalt etwas niedriger oder höher als der tatsächliche Gesamtsalzgehalt („Abdampfdruckstand“) ausfallen.

Erhöhte Schluffgehalte im Sand verfälschen die Mineralisationsbestimmung dahingehend, dass die tatsächliche Aquifermineralisation unter den ermittelten Werten liegt, da Schluff- und Tonmineralien unabhängig von der Grundwas-

sermineralisation den elektrischen Widerstand des Gesteins herabsetzen. Dieser Fehler ist bei sehr gering mineralisierten Wässern am höchsten, bei hoher Grundwassermineralisation dagegen entsprechend kleiner, da in diesem Fall der Hauptanteil an der elektrischen Leitung durch die im Porenwasser gelösten Ionen übernommen wird.

Im letzten Schritt der Ermittlung von NaCl-Äquivalentgehalten muss noch der Einfluss der Temperatur auf die Ionenbeweglichkeit und damit auf den elektrischen Widerstand des Wassers berücksichtigt werden, was mit tabellierten Temperaturkorrekturfaktoren erfolgen kann (z. B. nach WAGNER 1980). Die Temperatur im Aquifer sollte aus Temperatur-Logs (TEMP) bekannt sein. Allerdings erfolgen in der Praxis bei einer Aufschlussbohrung im Lockergestein die bohrlochgeophysikalischen Messungen direkt nach Abschluss der Bohrarbeiten, um die Standsicherheit des Bohrlochs nicht zu gefährden. Daher ist die dann gemessene Temperatur im Bohrloch meistens noch durch den Einfluss der Spülungszirkulation gestört. In diesen Fällen ist es günstiger, auf einen mittleren geothermischen Gradienten zurückzugreifen (z. B. 10 °C nahe der Geländeoberfläche +3 °C/100 m).

Grundwassermessstellen werden aus Kostengründen nur in ausgewählten GWL errichtet. Bei der geophysikalischen Vermessung der Bohrungen werden dagegen Daten aus allen durchteuften GWL gewonnen. Durch den unterschiedlichen Mineralisationsgrad bedingt, bestehen signifikante Unterschiede zwischen salinaren erdalkalisierten („Intrusionswässer“) und alkalierten Wässern („Aussüßungswässer“) sowie den salinar beeinflussten und gering mineralisierten Süßwässern. Die ermittelten NaCl-Äquivalente der angebotenen Grundwässer sind mit spezifischen Geneseklassen korrelierbar. Geophysikalisch vermessene Bohrungen, aus denen Grundwasserproben entnommen und analysiert wurden, dienen dabei als Etalon. Durch die Nutzung dieser Daten kann die Aufschlussdichte im Untersuchungsraum deutlich gesteigert werden.

Im Ergebnis der Auswertung der Daten der bohrlochgeophysikalisch vermessenen Bohrungen und der aus ihnen entnommenen Wasserproben wurde für das Betrachtungsgebiet die folgende Klasseneinteilung herausgearbeitet (Tab. 1):

0 – 400 mg/l NaCl-Äquivalent	geringmineralisierte Süßwässer sowie schwach salinar beeinflusste Wässer unterschiedlicher Geneseklassen (Geneseklassen D11, E11, F11, G11, D31, E31, F31, G31)
400 – 1 000 mg/l NaCl-Äquivalent	salinar beeinflusste Wässer unterschiedlicher Geneseklassen (Geneseklassen D31, E31, F31, G31) sowie geringmineralisierte salinare Aussüßungswässer (Geneseklassen I312, I33)
1 000 – 4 500 mg/l NaCl-Äquivalent	salinare Aussüßungswässer (Geneseklassen I312, I33)
4 500 – 15 000 mg/l NaCl-Äquivalent	salinare erdalkalisierte Wässer, salinare gealterte erdalkalisierte Wässer, salinare Formationswässer I (Geneseklassen I313, I32, H321)
> 15 000 mg/l NaCl-Äquivalent	salinare erdalkalisierte Wässer, salinare gealterte erdalkalisierte Wässer, salinare Ablaugungswässer und salinare erdalkalisierte Ablaugungswässer (Geneseklassen I313, I32, I311, H311, H313)

Tab. 1: Zuordnung von NaCl-Äquivalent-Klassen zu hydrogeochemischen Geneseklassen

Tab. 1: Assignment of NaCl-equivalent-classes to the genetic classes

6. Ergebnisse der hydrogeochemisch-genetischen Komplexkartierung

6.1 GWL der Rupel-Basissande und hydraulisch verbundener mesozoischer Aquifere

Der großflächig verbreitete GWL der Rupel-Basissande lagert unter dem regionalen GWS des Rupeltons und bildet den höchsten GWL des „Salzwasserstockwerks“ (vgl. HOTZAN 2010). Die Grundwasserdynamik in diesem GWL weist deutliche Differenzierungen auf. Die höchsten Druckpotenziale (ca. +47,0 bis +58,0 m NHN) sind im Bereich der Lebuser und Fünfeichener Hochflächen sowie dem Rauen-Pfaffendorfer Stauchungskomplex anzutreffen. Die Entlastungsbereiche Odertal, Spreetal sowie das Berliner Urstromtal werden als Depressionen (ca. +36,0 bis +38,0 m NHN) im Isohypsenbild deutlich. Als markantes tektonisches Strukturelement quert die Fürstenwalde-Gubener-Störungszone als nördlichstes Element der Mitteldeutschen Hauptabbrüche das Betrachtungsgebiet in NW–SE-Richtung. Die Störungszone wurde mehrphasig im Zeitraum Mesozoikum-Känozoikum beansprucht (AUTORENKOLLEKTIV 2010) und besteht aus einem Bündel von Einzelstörungen an denen vertikale und dextrale Bewegungen stattfanden. Die kumulativen Versatzbeträge umfassen wenige hundert Meter. Im Bereich der Störungszone sind Schichten des Keuper und Lias mit dem diesem GWL hydraulisch verbunden. Am Streitberg, südöstlich von Fürstenwalde, wurde eine Scholle der Leine-Folge des Zechsteins (Anhydrit, Steinsalz) bis in das Niveau der Möllin-Schichten gehoben. Markante Salzkissenstrukturen befinden sich bei Beeskow-Birkholz sowie Spreenhagen. In den Kernbereichen lagert der GWL der Rupel-Basissande auf den Sedimenten von Lias und Keuper. In den elsterglazial angelegten Rinnen und Ausräumungszonen wurden lokal die tertiären Schichten einschließlich der Tone der Rupel-Formation (regionaler GWS) erodiert. Somit sind im Niveau der Rupel-Basissande auch elsterkaltzeitliche rollige Sedimente anzutreffen.

Der Grundwasserchemismus in diesem GWL wird durch halitische und sulfatische salinare Wässer dominiert (siehe Abb. 3). Im nördlichen Teil des Betrachtungsgebietes sind die Wässer überwiegend als erdalkalisierte Formationswässer I (Geneseklasse H321) einzustufen. Lithologisch kontrolliert

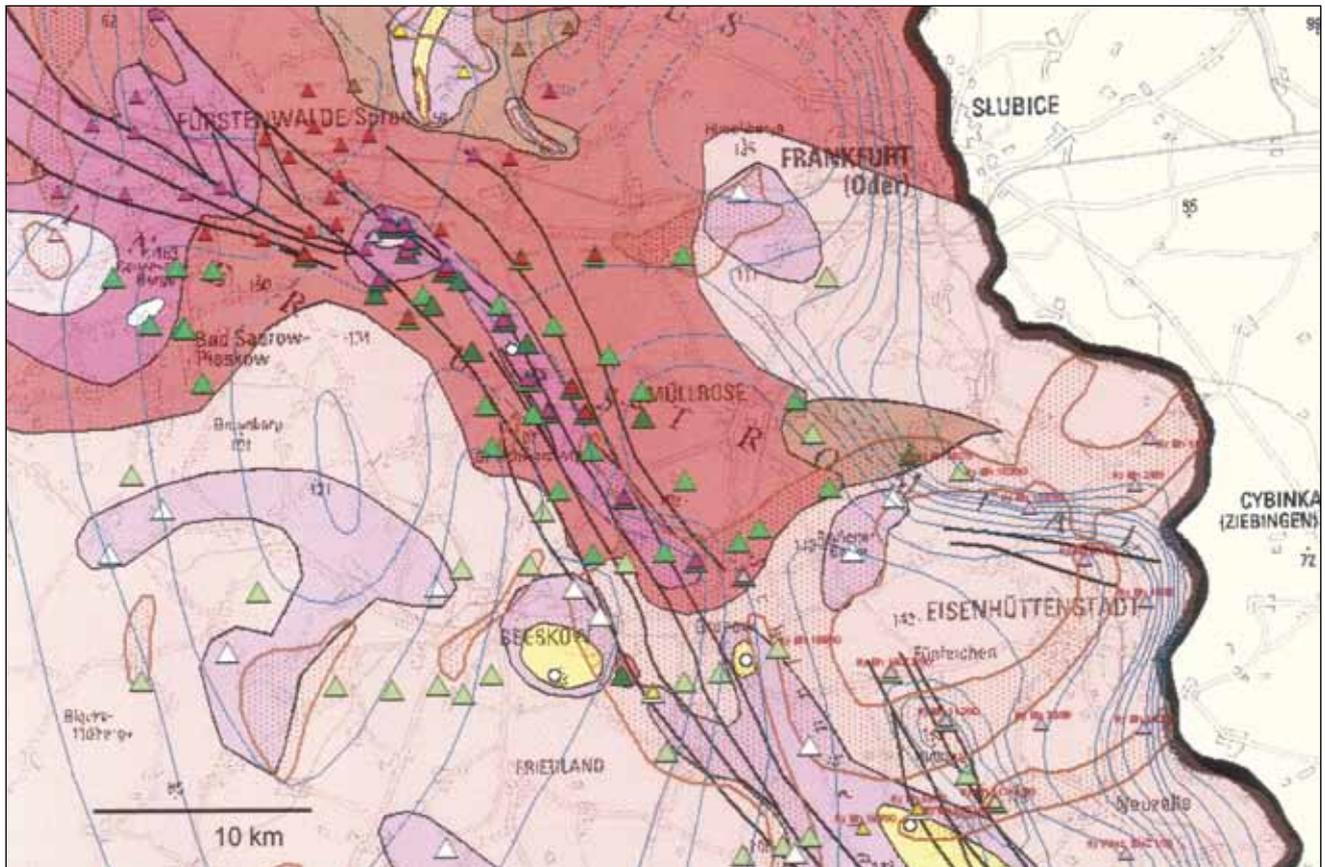


Abb. 3: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Rupel-Basissande sowie hydraulisch verbundener mesozoischer Aquifere (Signaturen siehe Legende)

Fig. 3: Hydrogeochemic-genetic overview of the base-rupelian aquifer and hydraulic connected mesozoic aquifers (signatures see legend)

durch die Ausbissbereiche der Keuper- und Lias-Schichten sind im Bereich der Fürstenwalde-Gubener-Störungzone und im Umfeld der Salzkissenstruktur Spreenhagen saline erdalkalisierte Ablaugungswässer (Genese Klasse H313) verbreitet. Die Wässer dieser Genese Klasse sind im Vergleich zur Klasse H321 durch erhöhte SO_4^{2-} -Konzentrationen charakterisiert ($\text{CaSO}_4 > 1\%$), die ihre Ursache in der Ablaugung gipsführender Sedimente des Keupers haben. Im Bereich der Struktur Streitberg sind saline Ablaugungswässer der Genese Klasse H311 anzutreffen. Die SO_4^{2-} -Konzentrationen bis über 500 mg/l und Cl-Konzentrationen bis 18 000 mg/l sind als Ergebnis der Ablaugung der Evaporite der Leine-Folge zu sehen. Durch Isotopenuntersuchungen ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) (TRETIN, HAASE & HABEDANK 1990) konnte die zechsteinzeitliche Quelle der Mineralisation dieser Wässer im Vergleich zu den unteroligozänen sowie mesozoischen Formationswässern belegt werden. Der Nachweis der Durchlässigkeit der Fürstenwalde-Gubener Störungzone für hochmineralisierte altesozoische Wässer ist durch diese Untersuchungen prinzipiell möglich, konnte aber aufgrund fehlender Proben nicht erbracht werden.

Der südliche und östliche Teil des Betrachtungsgebietes wird von alkalisierten Ablaugungswässern der Genese Klasse H312 dominiert. Hier befinden sich die geohydraulischen

Toplagen der Hochflächenbereiche. Über elsterglaziale Exarationszonen können bei abwärts gerichtetem Druckpotenzialgradienten Neubildungswässer bis in das Niveau des Salzwasserstockwerkes gelangen und zu einer Aufsüßung („Aussüßungszone“, vgl. HOTZAN 2010) führen. Die hier verbreiteten salinaren Wässer weisen eine deutlich geringere Mineralisation im Vergleich zu den erdalkalisierten Formationswässern I auf, die in der Regel 2 – 3 g/l nicht übersteigt. Im unmittelbaren Umfeld der einspeisenden Rinnenstrukturen können sogar Süßwässer der Genese Klassen F11 und G11 (alte Neubildungs- und statische Grundwässer) angetroffen werden, so z. B. südlich der Ortslagen Heinersdorf, Beeskow und Fünfeichen. Der Übergang von den Neubildungs- zu den salinaren Formationswässern vollzieht sich allmählich, wobei sich in lateraler Richtung bei stetig steigenden Cl-Konzentrationen eine typische Zonalität von Genese Klassen ausbildet. Im Gebiet südlich Heinersdorf ist der Bereich der alten Neubildungswässer (Genese Klasse F11) von einer Zone salinar beeinflusster statischer Wässer (Genese Klasse G31) umgeben. Daran schließen sich saline Regenerationswässer (Genese Klasse H33) an, die anschließend von den salinaren Formationswässern I (Genese Klasse H321) abgelöst werden. Im Bereich der Fünfeichener Hochfläche sowie des Rauen-Pfaffendorfer Stauchungskomplexes wird eine analoge Zo-

nalität beobachtet. Auch hier können im Umfeld der einspeisenden Rinnen alte Neubildungswässer der Genese Klasse F11 beobachtet werden. Diese sind von einem Saum salinar beeinflusster alter Neubildungswässer (Genese Klassen F31, G31) umgeben, der aufgrund des geringeren Konzentrationsgefälles großflächiger ausgebildet ist. Daran schließen sich die salinaren alkalisierten Ablaugungswässer der Genese Klasse H312 an.

Aufgrund der begrenzten Zahl beprobter Aufschlüsse im GWL der Rupel-Basissande sind Zusatzinformationen zur Kartierung der Geneseareale sehr willkommen. Die geophysikalische Vermessung der Bohraufschlüsse und die anschließende Nachinterpretation zur Ermittlung der NaCl-Äquivalente liefern diese Daten. Durch den unterschiedlichen Mineralisationsgrad bedingt, bestehen signifikante Unterschiede zwischen den salinaren erdalkalisierten Ablaugungs-/ Formationswässern und den salinaren alkalisierten Ablaugungswässern („Aufsüßungswässern“) sowie den salinar beeinflussten und gering mineralisierten Süßwässern, die die Möglichkeit einer aufschlusskonkreten empirischen Zuordnung der ermittelten NaCl-Äquivalente zu Genese Klassen bietet. Dadurch werden zusätzliche Stützstellen für die Kartierung der Geneseareale geschaffen und die Aufschlussdichte im Betrachtungsgebiet erheblich erhöht.

6.2 GWL der Cottbus-Formation und elsterkaltzeitliche Analoge

Der GWL der Cottbus-Formation bildet den tiefsten süßwasserführenden GWL des Betrachtungsgebietes. Aufgrund seiner lithologischen Ausbildung (glimmerführende, schluffige Feinsande) ist er wasserwirtschaftlich nicht nutzbar.

Die Grundwasserdynamik zeigt Analogien zum Salzwasserstockwerk. Auch hier weisen die Hochflächenbereiche die höchsten Druckpotenziale auf. Die Grundwasserfließrichtung ist zu den Niederungsbereichen orientiert.

Im GWL der Cottbus-Formation sind ursächlich Süßwässer der Neubildungsreihe verbreitet (siehe Abb. 4). Diese alten Neubildungs- bzw. statischen Wässer sind vorwiegend den Genese Klassen F11 und G11 zuzuordnen und zeigen den langen Entwicklungsweg, das hohe Alter sowie die austauscharmen geohydraulischen Verhältnisse an. Glazigene Stauchungen der pleistozänen Schichtenfolgen, die bis in das Niveau des GWL hinab reichen, sind insbesondere auf die Hochflächenbereiche konzentriert. Sie ermöglichen in Abhängigkeit von den standortkonkreten Druckpotenzialgradienten den schnelleren Zutritt jüngerer Neubildungswässer in das Niveau des GWL. In Bezug auf die Genese Klassen zeigen sich diese Prozesse durch die Verbreitung alter Neubildungswässer der Genese Klasse F11.

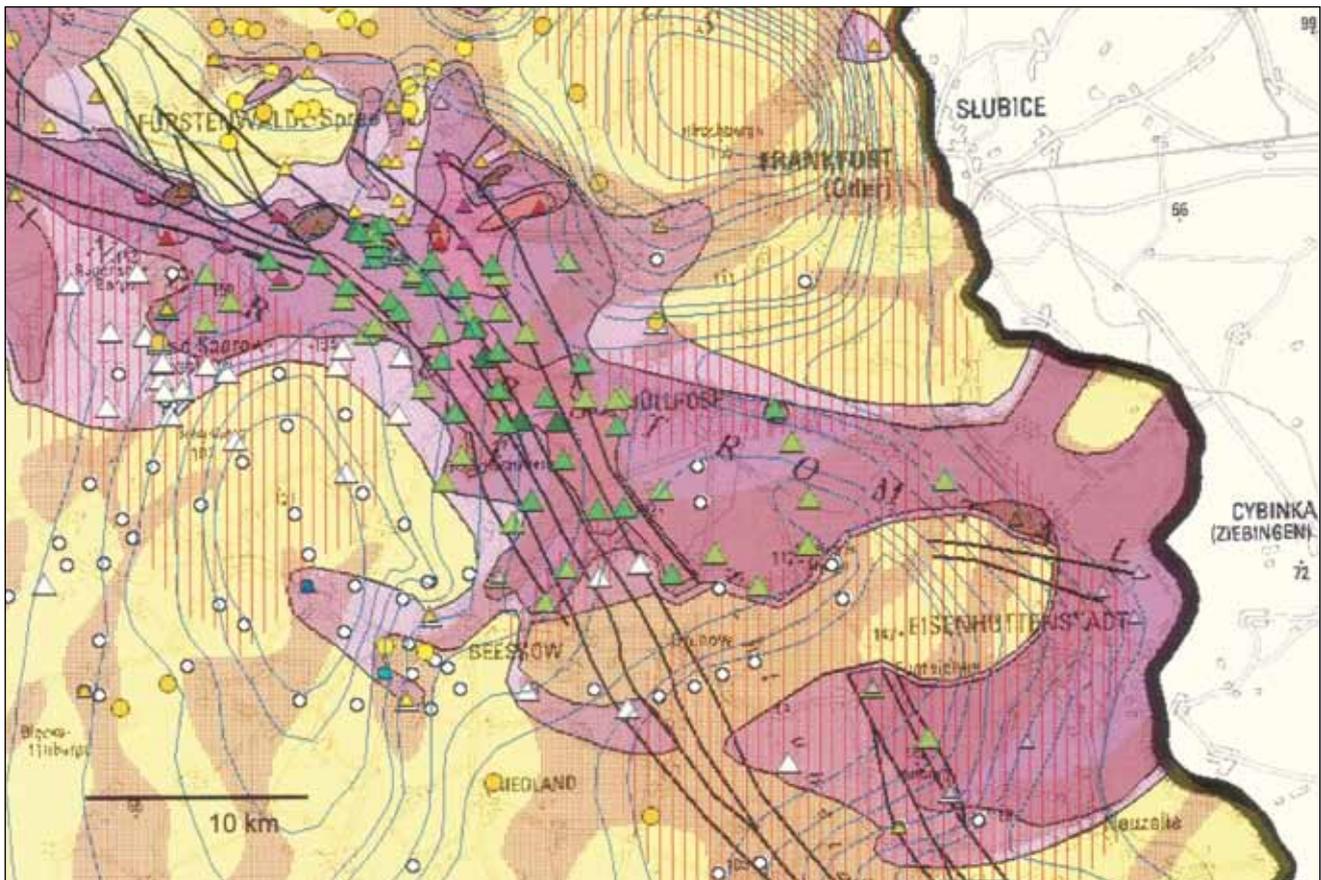


Abb. 4: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Cottbus-Formation sowie elsterkaltzeitlicher Analoge (Signaturen siehe Legende)

Fig. 4: Hydrogeochemical-genetic overview of the aquifer of Cottbus-formation and analogons of the Elsterian (signatures see legend)

Die Sedimente der Cottbus-Formation werden von einem System elsterglazialer Rinnen durchzogen, deren Flankenbereiche mit rolligen Sedimenten ausgefüllt sind. Besonders hervorzuheben sind hier die Eberswalde-Storkow-Rinne, die sich mit meridionaler Orientierung am westlichen Rand des Betrachtungsgebietes erstreckt, die Briesener Rinne, die Neubrück-Merzer Rinne sowie die Exarationszone westlich der Ortslage Eisenhüttenstadt. Lokal ist in diesen Rinnen der regionale GWS der Rupel-Formation erodiert, so dass bei entsprechendem Druckpotenzial der im Salzwasserstockwerk verbreiteten hochmineralisierten Wässer ein Übertritt in die GWL des Süßwasserstockwerks möglich wird.

Auch tektonische Strukturelemente können als Aufstiegsbahnen salinärer Wässer dienen. Die Fürstenwalde-Gubener Störungszone als markantestes tektonisches Element durchschlägt die Rogahn- und Sülstorf-Schichten der Cottbus-Formation. Die an dieser Störungszone erfolgten vertikalen und lateralen Bewegungen schufen Scherbahnen und damit Wasserwegsamkeiten, die bei aufwärts gerichtetem Druckgradienten den Übertritt salinärer Wässer aus dem Salzwasserstockwerk in das Süßwasserstockwerk ermöglichen.

Bei der Intrusion hochmineralisierter salinärer Wässer in süßwasserführende GWL bilden sich vorwiegend im Ergebnis von Kationenaustauschprozessen spezifische Geneseklassen heraus. Salinare erdalkalisierte und salinare gealterte erdalkalisierte Wässer der Geneseklassen I313 und I32 sind als salinare Intrusionswässer zu interpretieren, die im Umfeld der Aufstiegsbereiche konzentriert sind. Bei einem hohen Druckpotenzial und großen Mengen aufdringender Salzwässer können sich „Salzwasserströme“ (HOTZAN 2010) ausbilden und unter Berücksichtigung von Grundwasserdynamik bzw. der Morphologie des Liegendstauers und dem Schwerkraftgesetz im GWL bewegen (z. B. aus der Briesener Rinne östlich der Ortslage Fürstenwalde sowie entlang der Fürstenwalde-Gubener Störungszone). Die Menge der in einen süßwasserführenden GWL intrudierenden hochmineralisierten salinaren Wässer wird durch geologisch-strukturelle sowie hydrodynamische Rahmenbedingungen limitiert. Da im GWL überwiegend geringmineralisierte Süßwässer verbreitet sind, erfolgt die Aufsüßung der intrudierten Wässer. Im Ergebnis von Kationenaustauschprozessen bilden sich alkalisierte salinare Wässer (Geneseklasse I312), deren Gesamtmineralisation weniger als 30 % der Ausgangsmineralisation erreicht. Diese Wässer werden mit dem Grundwasserstrom im GWL verteilt und zu den Entlastungszonen transportiert. Die salinaren Wässer werden von einem Saum salinar beeinflusster alter Neubildungs- bzw. statischer Wässer (Geneseklassen F31, G31) umgeben, die allmählich in die unbeeinflussten Süßwässer (Geneseklassen F11, G11) übergehen.

Auf der Fünfeichener Hochfläche, westlich der Ortslage Eisenhüttenstadt, ist entlang der Fürstenwalde-Gubener Störungszone die Intrusion salinärer Wässer noch als „Salzwasserfahne“ (vgl. HOTZAN 2010) feststellbar.

Eine hydrochemische Besonderheit kann im Bereich der Beeskower Platte beobachtet werden. Im Kernbereich der Salzkissenstruktur Beeskow-Birkholz sind gipsführende Sedimente des Keupers verbreitet. Eine quartäre Rinnenstruktur

hat den Rupelton erodiert und Wasserwegsamkeiten geschaffen. Bei einem abwärts gerichteten Druckpotenzialgradienten erfolgt die Einspeisung von Neubildungswässern bis in das Niveau der Rupel-Basissande. Im Ergebnis von Lösungsprozessen werden die Wässer mit SO_4^{2-} -, Cl^- - sowie Erdalkali-Ionen angereichert. Die Wässer sind formal den jungen salinar beeinflussten Neubildungswässern zuzuordnen (Geneseklasse D31). Da das SO_4^{2-} aber seinen Ursprung in den Keuper-Schichten hat, handelt es sich bei diesen Wässern um verdünnte salinare Ablaugungswässer. Durch Diffusionsvorgänge können diese Wässer bis in die Niveaus der tertiären GWL gelangen und werden dort mit dem Grundwasserstrom in Richtung der Entlastungsbereiche transportiert.

6.3 GWL der Möllin-Schichten der Spremberg-Formation und elsterkaltzeitliche Analoge

Der GWL der Möllin-Schichten der Spremberg-Formation stellt den wasserwirtschaftlich bedeutendsten süßwasserführenden GWL der tertiären Schichtenfolge dar. Kommunale Wasserfassungen, wie z. B. Fürstenwalde-Mittelgestell, Bad Saarow-Pieskow, Lindenberg und Lebus gewinnen Grundwasser aus diesem GWL.

Die Grundwasserdynamik ist analog der des GWL der Cottbus-Formation. Auch in diesem GWL sind ursächlich geringmineralisierte Neubildungswässer verbreitet. Diese sind überwiegend den Geneseklassen F11, bei stagnierenden Austauschverhältnissen lokal auch G11, zuzuordnen. Innerhalb der glazigenen Stauchungsgebiete können aufgrund der geringeren Verweilzeiten gealterte Neubildungswässer der Geneseklasse E11 auftreten (siehe Abb. 5).

Die bereits oben beschriebenen elsterglazialen Rinnensysteme sowie die Fürstenwalde-Gubener Störungszone als tektonisches Strukturelement wirken auch im GWL der Möllin-Schichten als Aufstiegswege der hochmineralisierten salinaren Wässer. Die unmittelbaren Intrusionsbereiche sind relativ kleinflächig und durch die Verbreitung salinärer erdalkalisierter sowie gealterter salinärer erdalkalisierter Wässer der Geneseklassen I313 und I32 charakterisiert. Aufgrund der geringen intrudierten Wassermengen bilden sich keine „Salzwasserströme“, sondern „Salzwasserfahnen“ (vgl. HOTZAN 2010) aus. Die Aussüßung der salinaren Wässer zeigt sich in der Ausbildung von Arealen der alkalisierten salinaren Wässer der Geneseklasse I312. Die Aussüßungswässer werden ausgehend von den Aufstiegsbahnen mit dem Grundwasserstrom im GWL verbreitet. Sie sind im Vergleich zum unterlagernden GWL der Cottbus-Formation kleinflächiger und auf das Umfeld der Eberswalde-Storkower, der Briesener und Neubrück-Merzer Rinnen sowie die Fürstenwalde-Gubener Störungszone konzentriert. Die salinaren Wässer werden auch in diesem GWL von einem Saum salinar beeinflusster alter Neubildungs- bzw. statischer Wässer (Geneseklassen F31, G31) umgeben, die allmählich in die unbeeinflussten Süßwässer (Geneseklassen F11, G11) übergehen. Die Areale dieser Geneseklassen sind im Vergleich zum unterlagernden GWL der Cottbus-Formation großflächiger ausgebildet.

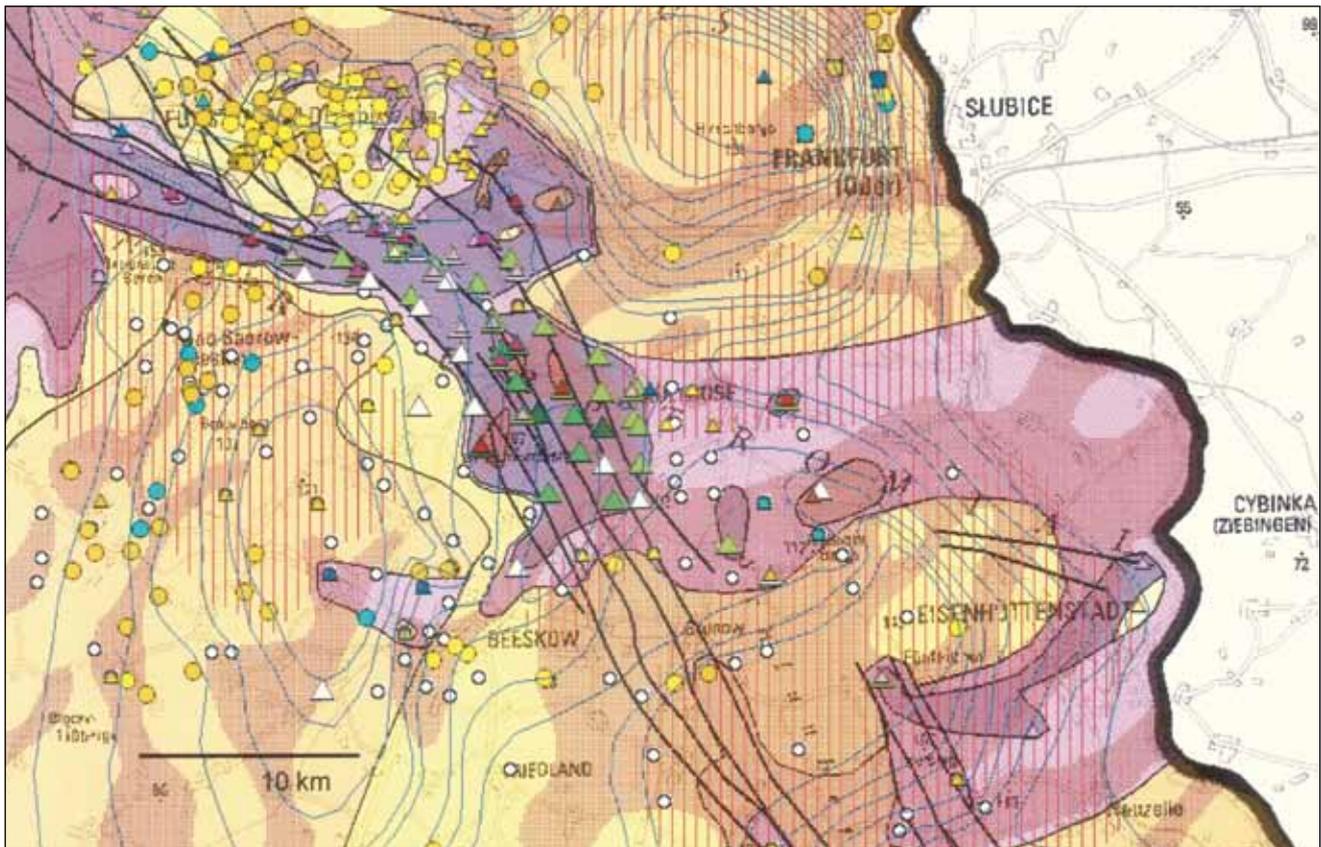


Abb. 5: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Möllin-Schichten der Spremberg-Formation sowie elsterkaltzeitlicher Analoge (Signaturen siehe Legende)

Fig. 5: Hydrogeochemical-genetic overview of the aquifer of Möllin-Schichten of Spremberg-formation and analogons of the Elsterian (signatures see legend)

Hydrochemisch auffällig ist das Umfeld des Leisten-Diapirs Streitberg südöstlich der Ortslage Fürstenwalde. Hier sind Anhydrite der Leine-Serie im Niveau des GWL der Möllin-Schichten verbreitet. Die im Umfeld des Diapirs beobachteten salinaren Ablaugungswässer der Genese-Klasse I311 erreichen SO_4^{2-} -Konzentrationen bis 4 800 mg/l.

Auf der Fünfeichener Hochfläche, westlich der Ortslage Eisenhüttenstadt, ist entlang der Fürstenwalde-Gubener Störungzone die Intrusion salinärer Wässer noch als „Salzwasserfahne“ (vgl. HOTZAN 2010) feststellbar. Im Bereich der Beeskower Platte werden auch in diesem GWL die bereits oben beschriebenen verdünnten Ablaugungswässer beobachtet.

In den Brunnen der kommunalen Wasserfassungen werden alte Neubildungswässer der Genese-Klasse F11 gefördert. Die Grundwässer sind in den Wasserkreislauf integriert. Damit ist belegt, dass es sich bei diesen Grundwässern um dynamische, sich erneuernde Vorräte handelt.

6.4 GWL der Malliß-Schichten der Brieske-Formation und der Elster-Kaltzeit

Der hier betrachtete GWL-Komplex der Malliß-Schichten der Brieske-Formation bildet keinen einheitlichen großflächig verbreiteten GWL, sondern ist aufgesplittet in ein-

zelne GWL mit begrenzter lateraler Verbreitung und stark variierender Mächtigkeit. Diese bestehen aus mehr oder weniger schluffigen Feinsanden. Die wasserwirtschaftliche Bedeutung dieser GWL ist aufgrund der ungünstigen lithologischen Ausbildung gering. Im Bereich von pleistozänen Ausräumungszonen können GWL der Elster-Kaltzeit hydraulisch mit den GWL der Malliß-Schichten verbunden sein. Die k_f -Werte dieser glazifluvialen Sedimente sind im Vergleich zu den Sedimenten der Malliß-Schichten günstiger, so dass Brunnen kommunaler Wasserfassungen (WF) in diesem GWL errichtet wurden (z. B. WF Beeskow, WF Rautenkranz).

Die Grundwasserdynamik ist analog der der unterlagernden tertiären GWL, wobei auch hier die höchsten Potenziale im Bereich der Hochflächen und die niedrigsten im Bereich der Flusstäler beobachtet werden.

Auch in diesem GWL-Komplex sind ursächlich geringmineralisierte Neubildungswässer anzutreffen. Dabei handelt es sich überwiegend um alte Neubildungswässer der Genese-Klasse F11, bei stagnierenden Austauschverhältnissen lokal auch um statische Wässer der Genese-Klasse G11. Innerhalb der glazigenen Stauchungsgebiete sind aufgrund der geringeren Verweilzeiten Areale mit jungen und gealterten Neubildungswässern der Genese-Klassen D11, D21 sowie E11 verbreitet (siehe Abb. 6).

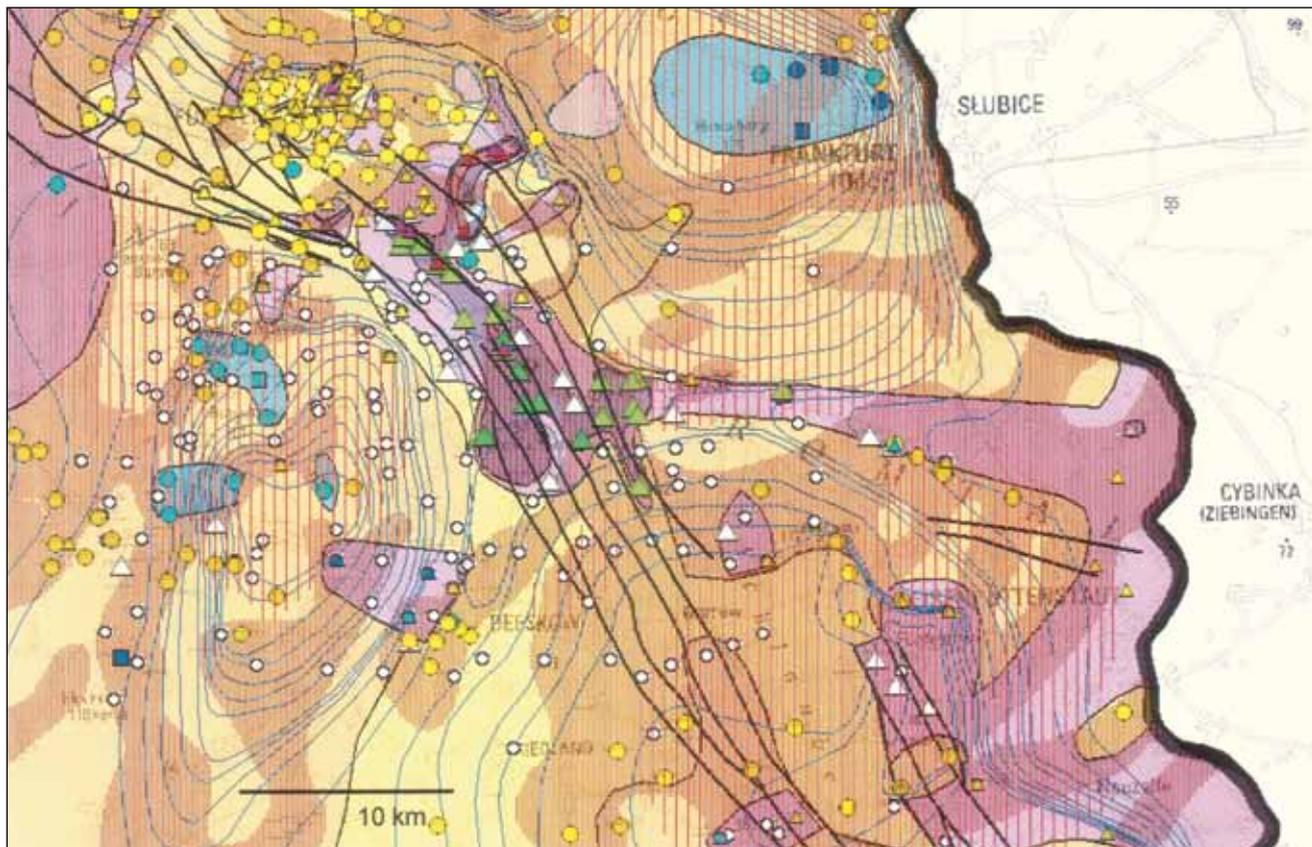


Abb. 6: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Malliß-Schichten der Brieske-Formation sowie der Elster-Kaltzeit (Signaturen siehe Legende)

Fig. 6: Hydrogeochemical-genetic overview of the aquifer of Malliß-Schichten of Brieske-formation and Elsterian Glacial (signatures see legend)

Die elsterglazialen Rinnensysteme sowie die Fürstenwalde-Gubener Störungszone als tektonisches Strukturelement wirken auch in den GWL der Malliß-Schichten als Aufstiegsbahnen hochmineralisierter salinärer Wässer. Neben kleinflächigen Intrusionsbereichen entlang der Fürstenwalde-Gubener Störungszone kommt es auch ausgehend von der Briesener Rinne zur Ausbildung eines „Salzwasserstromes“ (vgl. HOTZAN 2010). Die Areale der salinaren Intrusionswässer sind wiederum durch die Verbreitung salinärer erdalkalisierter sowie gealterter salinärer erdalkalisierter Wässer der Geneseklassen I313 und I32 charakterisiert. Im GWL erfolgt die Aussüßung der intrudierten salinaren Wässer, die in der Ausbildung von Arealen mit alkalisierten salinaren Wässern der Geneseklasse I312 zum Ausdruck kommt. Die Aussüßungswässer werden mit dem Grundwasserstrom im GWL verbreitet, wobei die NaCl-Konzentration sich auf dem Fließweg kontinuierlich verringert. Die Verbreitungsareale der salinaren Aussüßungswässer sind im Vergleich zum unterlagernden GWL der Möllin-Schichten kleinflächiger und auf das Umfeld der Briesener und Neubrück-Merzer Rinnen sowie der Fürstenwalde-Gubener Störungszone konzentriert. Die salinaren Wässer werden auch in diesem GWL-Komplex von einem Saum salinar beeinflusster alter Neubildungs- bzw. statischer Wässer (Geneseklassen F31, G31) umgeben, die unter weiterer Verringerung

der NaCl-Konzentration in die unbeeinflussten Süßwässer (Geneseklassen F11, G11) übergehen. Auf der Fünfeichener Hochfläche ist entlang der Fürstenwalde-Gubener Störungszone sowie im Bereich der Eberswalde-Storkow-Rinne die Intrusion salinärer Wässer noch als „Salzwasserfahne“ (vgl. HOTZAN 2010) feststellbar. Diese zeichnet sich durch Areale salinar beeinflusster Neubildungswässer und statischer Wässer der Geneseklassen E31, F31 und G31 ab.

Auch in diesem GWL-Komplex wird im Bereich der Beeskower Platte ein Areal mit den oben beschriebenen sulfatreichen verdünnten Ablaugungswässern (Geneseklassen D31, E31) beobachtet, das sich ausgehend von der elsterglazialen Rinnenstruktur in südöstliche Richtung zur Spreeniederung erstreckt. Es befindet sich innerhalb des hydraulischen Feldes der Wasserfassung Beeskow. In Abhängigkeit von der Anströmrichtung werden in den Brunnen die verdünnten Ablaugungswässer der Geneseklasse D31, aber auch gealterte und alte Neubildungswässer (Geneseklassen E11, F11) gewonnen.

6.5 GWL der Saale-Kaltzeit

Der GWL der Saale-Kaltzeit bildet den weitestgehend bedeckten HGWL des Betrachtungsgebietes. Er ist großflächig ausgebildet und erreicht erhebliche Mächtigkeiten bis

über 50 m. Zahlreiche Brunnen kommunaler Wasserfassungen fördern aus diesem GWL. Die Grundwasserdynamik zeichnet den geologischen Bauplan nach. Die höchsten Druckpotenziale sind in den glazial angelegten Hochflächenbereichen, die niedrigsten Potenziale in den Niederungsbereichen anzutreffen.

Aus hydrogeochemisch-genetischer Sicht wird der Grundwasserchemismus einerseits durch die Grundwasserneubildungsprozesse, andererseits aber auch durch die Liegendspeisung geprägt. Diese Prozesse werden in der Ausbildung von geologisch-strukturell und hydrodynamisch kontrollierten Verbreitungsarealen der spezifischen Geneseklassen deutlich.

Die Neubildungsprozesse sind insbesondere in den Hochflächenbereichen wirksam (siehe Abb. 7). In den glazigen gestörten Bereichen sind die Verweilzeiten des Grundwassers im GWL am kürzesten. Demzufolge sind hier große Areale mit jungen z. T. anthropogen beeinflussten Neubildungswässern (Geneseklassen D11, D21) verbreitet. Bei längeren Verweilzeiten und zunehmendem Entwicklungsgrad der Wässer bilden sich in Grundwasserfließrichtung Areale mit gealterten und alten Neubildungswässern aus (Geneseklassen E11, E21, F11). Diese werden in den Entlastungsgebieten von den Vorflutern aufgenommen. Im Bereich des Berliner Urstromtales sind im Ergebnis der Grundwasserneubildung im Niveau des saalekaltzeitlichen GWL geal-

terte Neubildungswässer der Geneseklassen E11 und E21 verbreitet.

Von den pleistozänen Rinnen sind nur noch die Flankenbereiche der Briesener und der Neubrück-Merzer Rinnen als Aufstiegsbahnen statischer und hochmineralisierter salinärer Wässer wirksam. Der Zentralbereich der Briesener Rinne ist mit einem mächtigen saaleglazialen Geschiebemergelpaket plombiert. Als Liegendspeisung dringen hier hauptsächlich statische Grundwässer der Geneseklasse G11 aus den tertiären GWL auf und werden in südwestliche Richtung zum Vorfluter transportiert. Neben den statischen Wässern gelangen auch salinare Wässer der Geneseklasse I32 in den saalekaltzeitlichen GWL. Bei deren Aussüßung entstehen salinare Wässer der Geneseklassen I312 und I33 sowie salinar beeinflusste Wässer der Geneseklasse F31. In Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Rinnenrandes und der Menge der intrudierten salinaren Wässer kommt es zur Ausbildung von „Salzwasserströmen“ bzw. „-fahnen“ (vgl. HOTZAN 2010).

Die Fürstenwalde-Gubener Störungszone als bedeutendes regionales tektonisches Strukturelement war während der Saale-Kaltzeit möglicherweise noch als Bewegungsbahn (glazialisostatische Störungsreaktivierung) aktiv (AUTORENKOLLEKTIV 2010, STACKEBRANDT 2010) und somit als Aufstiegsbahn salinärer Wässer wirksam. Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Struktur und den damit in Zu-

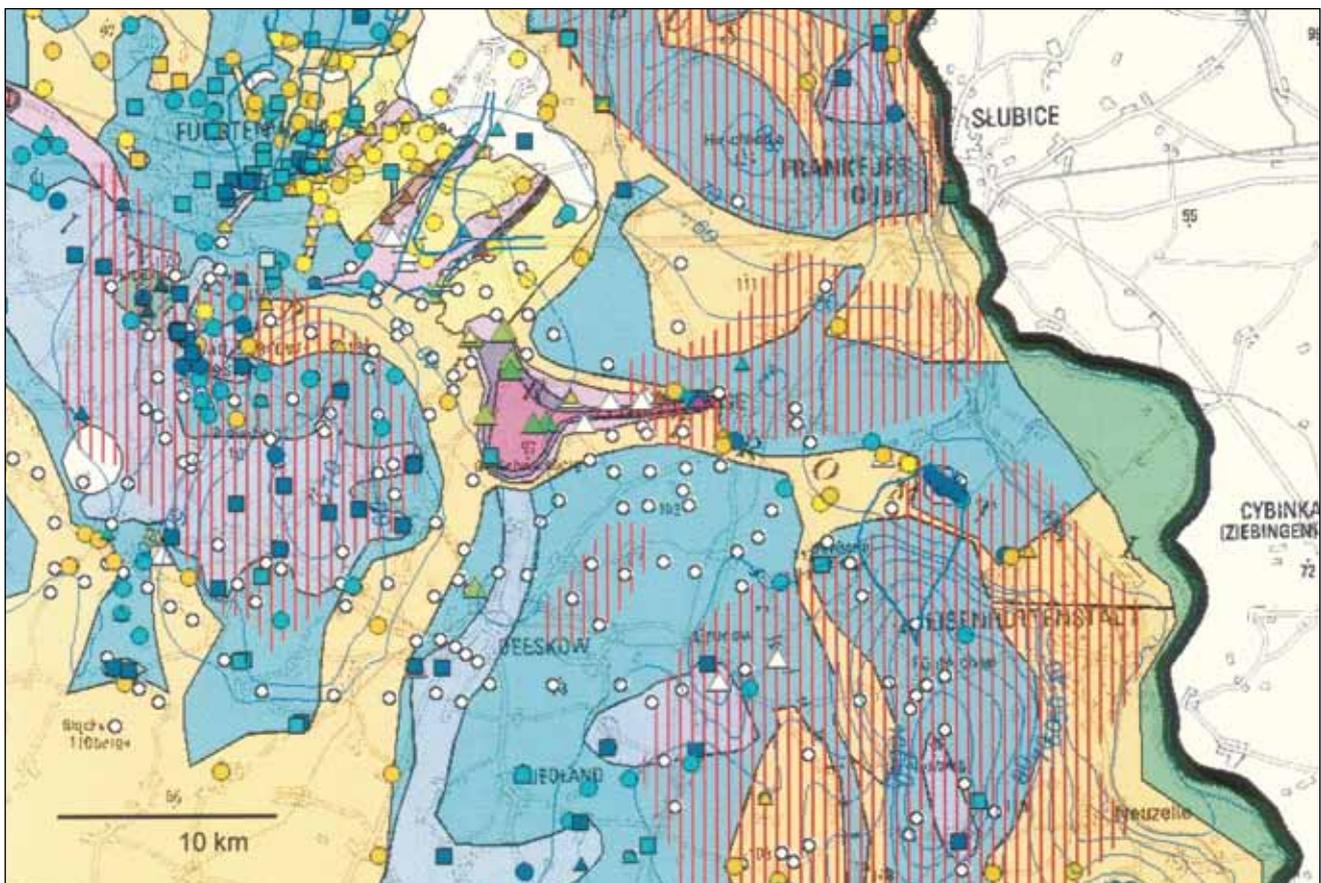


Abb. 7: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Saale-Kaltzeit (Signaturen siehe Legende)

Fig. 7: Hydrogeochemical-genetic overview of the aquifer of Saalian glacial (signatures see legend)

sammenhang stehenden geringen intrudierten Salzwassermengen, bilden sich insbesondere südöstlich der Ortslage Fürstenwalde, ausgehend von den Intrusionsbereichen Fahnen salinar beeinflusster Süßwässer (Geneseklassen E31, F31), die sich in Richtung der Vorfluter bewegen.

Besondere Beachtung verdient ein Gebiet nahe der Ortslage Neubrück. Hier wird die Fürstenwalde-Gubener Störungszone von der bis in das Niveau der Rupel-Basissande reichenden Neubrück-Merzer Rinne gequert. Darüber hinaus befindet sich dieser Bereich in der Spreeniederung, d. h. innerhalb einer hydrodynamischen Depression. Das Druckpotenzial im GWL der Rupel-Basissande liegt ca. 5 m über dem des saalekaltzeitlichen GWL. Damit liegen alle Voraussetzungen für eine Intrusion hochmineralisierter salinärer Wässer vor. Diese erfolgt mit hoher Intensität. Hydrochemisch-genetisch zeigen sich die intrudierten salinaren Wässer in der Ausbildung eines Areals von erdalkalisierten salinaren Wässern der Geneseklasse I313. Am Kontakt zu den im GWL verbreiteten Neubildungswässern bildet sich ein Saum mit alkalisierten salinaren Wässern (Geneseklasse I312) sowie mit steigender Aussüßung auch salinar beeinflussten Neubildungswässern (Geneseklassen E31, F31). Der größte Teil der Salzwässer wird vom Vorfluter, der Spree, aufgenommen, so dass das Geneseareal in westlicher Richtung eine begrenzte Verbreitung aufweist. Ein Teil der intrudierten Salzwässer bewegt sich aufgrund der höheren Dichte unter Wirkung der Morphologie des Liegendstauers (Senken im Grundwasserstauerkomplex) und dem Schwerkraftgesetz an der Sohle des GWL auch entgegen der Grundwasserfließrichtung. Die regionale Grundwasserscheide zwischen Elbe und Oder wird dabei überwunden und es bildet sich ein „Salzwasserstrom“ (vgl. HOTZAN 2010) aus, der sich in östliche Richtung bewegt. Im Kernbereich sind salinare erdalkalisierte bzw. gealterte salinare erdalkalisierte Wässer der Geneseklassen I313 und I32 verbreitet. Mit der Aussüßung zu den Flanken und zum Hangenden hin bilden sich salinare Regenerationswässer der Geneseklassen I312 und I33 sowie salinar beeinflusste Neubildungswässer (Geneseklassen F31, D31). Der „Salzwasserstrom“ kann auf einer horizontalen Entfernung von ca. 6 km verfolgt werden und wird westlich der Ortslage Müllrose vom Vorfluter, dem Oder-Spree-Kanal, aufgenommen.

In den Auebereichen des Odertals sind anthropogen beeinflusste Uferfiltratwässer der Geneseklasse B21 verbreitet. Es handelt sich hierbei um Infiltrationswässer der Oder, die der eingedeichte Fluss in den GWL einspeist und die von den als Vorfluter dienenden Grabensystemen aufgenommen werden. Die größten kommunalen Wasserfassungen im saalekaltzeitlichen GWL befinden sich an den Rändern der Hochflächen. Der saalekaltzeitliche GWL ist hier häufig mit dem überlagernden weichselkaltzeitlichen GWL (WF Fürstenwalde, WF Berkenbrück), z. T. auch noch mit dem elsterkaltzeitlichen GWL (WF Rautenkranz) hydraulisch verbunden. Hydrogeochemisch-genetisch werden in den Brunnen junge bzw. gealterte Neubildungswässer der Geneseklassen D21, D11, E11 sowie E21 gewonnen. Diese repräsentieren einerseits den Abfluss der bedeckten GWL der Hochflächenbereiche, andererseits aber auch die junge Grundwasserneubildung in den Talbereichen.

6.6 GWL der Weichsel-Kaltzeit

Der GWL der Weichsel-Kaltzeit stellt den stratigraphisch jüngsten süßwasserführenden GWL des Betrachtungsgebietes dar. Seine Mächtigkeit liegt bei ca. 10,0 – 30,0 m und er besteht überwiegend aus glazifluvialen Fein-, Mittel- und Grobsanden. Der GWL ist insbesondere in den Niederungsbereichen großflächig verbreitet und bildet hier bei erosionsbedingtem Fehlen der liegenden GWS zusammen mit dem saalekaltzeitlichen GWL einen bis ca. 50 m mächtigen einheitlichen GWL-Komplex. Im Bereich des Odertales werden die weichselglazialen Sedimente von fluvialen holozänen Sanden überlagert. Bei der Darstellung werden letztere mit dem weichselglazialen GWL zu einem einheitlichen GWL zusammengefasst. Auf den pleistozänen Hochflächen ist der weichselkaltzeitliche GWL nur lückenhaft und mit relativ geringer Mächtigkeit verbreitet. Er weist generell eine ungespannte Grundwasserführung auf. Die Grundwasserdynamik ist analog der des saalekaltzeitlichen GWL. Die Brunnen kommunaler Wasserfassungen, wie z. B. Briesen, Müllrose, Rautenkranz und Pohlitz sind in diesem GWL verfiltert.

Aus hydrogeochemisch-genetischer Sicht dominieren in diesem GWL junge, z. T. anthropogen beeinflusste Neubildungswässer der Geneseklassen D11 und D21 (siehe Abb. 8). In den als Entlastungszonen wirkenden Niederungsbereichen mit einer großen Mächtigkeit des GWL kann eine Zonalität des Grundwasserchemismus beobachtet werden. In der Karte wird die hydrogeochemisch-genetische Charakteristik des Liegendbereiches des GWL schraffiert dargestellt. Während im oberflächennahen Bereich junge Neubildungswässer angetroffen werden, finden sich zum Liegenden des GWL hin gealterte Neubildungswässer der Geneseklasse E11. Daneben werden auch Wässer beobachtet, die ihren Ursprung in einer Liegendspeisung haben. Die an den Rändern der Briesener und Neubrück-Merzer Rinnen aufsteigenden Wässer gelangen aufgrund des im weichselkaltzeitlichen GWL herrschenden geringeren hydrodynamischen Druckpotenzials bis in Oberflächennähe. Es dominieren dabei statische Wässer, die sich im Ergebnis von Mischungen mit jüngeren, d. h. sulfatreicheren Wässern, in Wässern der Geneseklasse F11 manifestieren. Von besonderem Interesse sind die salinaren Wässer, die aus der Briesener Rinne aufsteigen und sich an der Sohle des saale- bis weichselkaltzeitlichen GWL-Komplexes als „Salzwasserströme“ in südwestliche Richtung zum Vorfluter (siehe oben saalekaltzeitlicher GWL) bewegen. Durch die hydraulische Entlastungswirkung der als Vorfluter fungierenden Spree werden sie angehoben und durch diese aufgenommen. Im unmittelbaren Uferbereich zeigt sich im weichselkaltzeitlichen GWL ein Saum von salinar beeinflussten Wässern der Geneseklasse F31. Im Brunnen 1 der Spreebogenfassung Briesen werden aufgrund des geringen Ionenaustauschpotenzials der Sedimentmatrix salinare Gleichgewichtswässer der Geneseklasse I34 gefördert.

Ein ähnliches Bild zeigt sich im Bereich der Neubrück-Merzer Rinne. Es wirkt hier das gleiche Prinzip der Entlas-

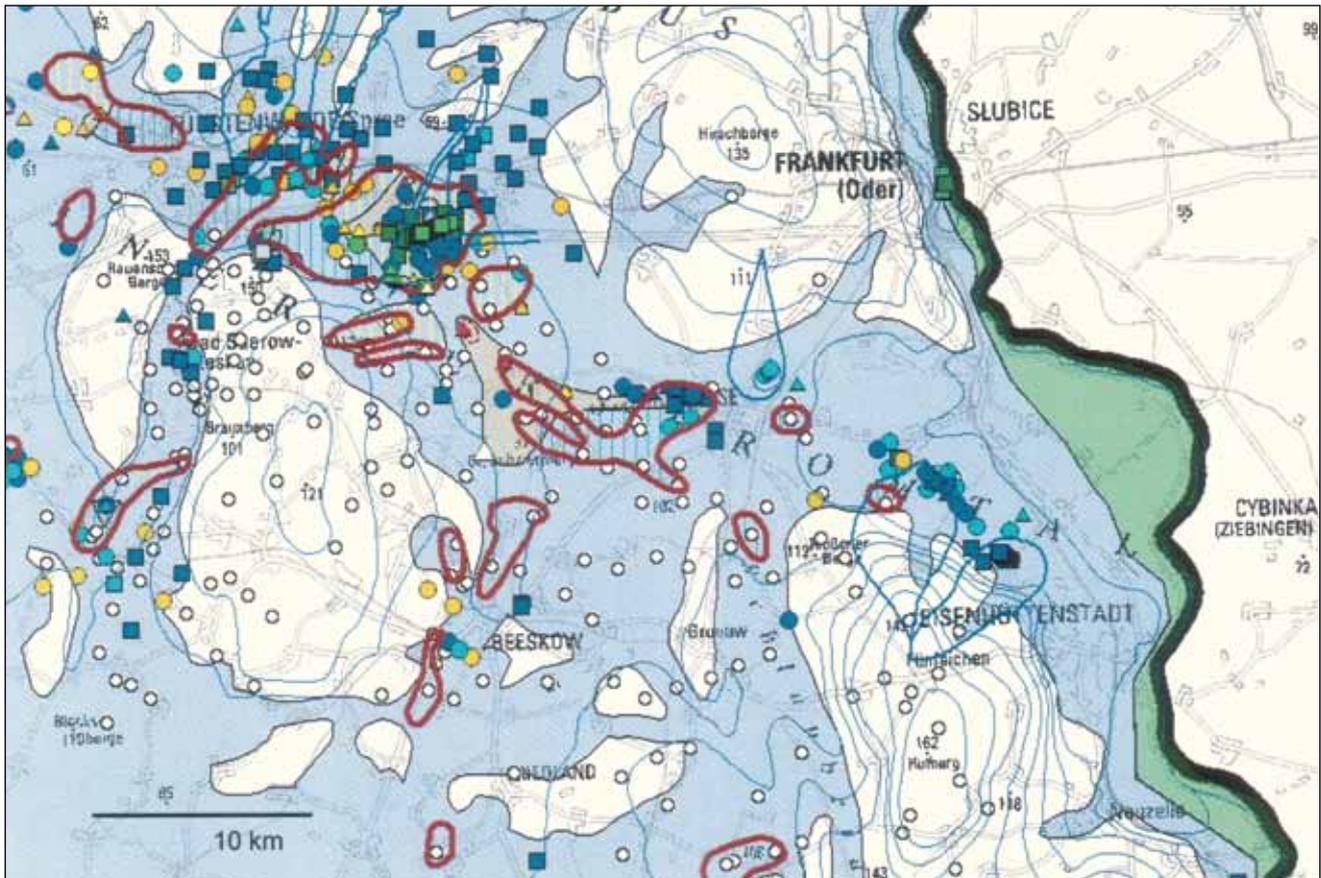


Abb. 8: Hydrogeochemisch-genetische Übersichtskarte für den GWL der Weichsel-Kaltzeit (Signaturen siehe Legende)
 Fig. 8: Hydrogeochemical-genetic overview of the aquifer of Weichselian glacial (signatures see legend)

tung der Salzwässer. Im weichselkaltzeitlichen GWL sind in unmittelbarer Nähe zum Vorfluter (Spree) kleinflächige Areale mit salinaren Intrusionswässern der Geneseklassen I313 und I32 verbreitet. Im Liegenden des GWL wird der aus der Rinne aufsteigende „Salzwasserstrom“ (vgl. HOTZAN 2010) durch ein Areal mit salinar beeinflussten Neubildungswässern der Geneseklassen F31, E31 sowie D31 deutlich. Diese repräsentieren den hangenden Aussüßungsbereich des „Salzwasserstromes“.

Hydrogeochemisch-genetisch bemerkenswert ist ein Gebiet im Bereich des Rauhen-Pfaffendorfer Stauchungskomplexes bei der Ortschaft Langewahl. Hier sind an der Oberfläche Schollen pyritführender miozäner Sedimente verbreitet. Bei der Verwitterung des Pyrits in der Aerationszone und der Auswaschung der Verwitterungsprodukte mit den Sickerwässern erfolgt eine Anreicherung der Grundwässer mit Fe^{2+} - und SO_4^{2-} -Ionen bei drastischer Absenkung des pH-Wertes. Diese im Abstrom von Kippenbereichen des Braunkohlenbergbaus in der Lausitz weit verbreiteten Wässer sind hier rein geogen und werden der Geneseklasse D32, d. h. den jungen Neubildungswässern mit geogener Beeinflussung durch Pyritverwitterung zugeordnet.

Auch im weichselkaltzeitlichen GWL zeigen sich in den Auebereichen des Odertales anthropogen beeinflusste Uferfiltratwässer der Geneseklasse B21. Ihre genetische

Deutung wurde bereits beim saalekaltzeitlichen GWL beschrieben.

Die Brunnen der kommunalen Wasserfassungen befinden sich ebenfalls an den Rändern der pleistozänen Hochflächen und sind im Berliner Urstromtal konzentriert. In den Wasserfassungen Müllrose, Rautenkranz und Pohlitz werden anthropogen beeinflusste und unbeeinflusste junge und gealterte Neubildungswässer der Geneseklassen D21, D11 und E11 gewonnen. Sie repräsentieren die aktuelle Grundwasserneubildung in den Niederungsbereichen sowie den Abfluss aus den hydraulisch angeschlossenen bedeckten saalekaltzeitlichen GWL der Hochflächenbereiche.

Eine Besonderheit stellt die Wasserfassung Briesen dar. Hier wurden stromoberhalb der Brunnengalerie Sickerbecken errichtet, in denen Oberflächenwasser aus der Spree versickert wird. Nach einer Bodenpassage werden diese Wässer dann wieder gewonnen. Diese anthropogen beeinflussten Uferfiltratwässer der Geneseklasse B21 heben sich deutlich von den umgebenden jungen, unbeeinflussten Neubildungswässern der Geneseklasse D11 ab. Die Uferfiltratwässer werden nicht vollständig wiedergewonnen. Insbesondere südlich, westlich und östlich der Fassungstrasse werden Areale mit gealterten anthropogen beeinflussten Uferfiltratwässern der Geneseklasse C21 beobachtet.

Zusammenfassung

Im Beitrag werden die praktischen Ergebnisse einer Methodik vorgestellt, die es ermöglicht, den Grundwasserchemismus grundwasserleiterspezifisch flächendeckend unter genetischen Gesichtspunkten darzustellen. Dabei werden der Charakter und der Entwicklungsgrad der Grundwässer in den einzelnen GWL deutlich. Auf dieser Grundlage gelingt es, die Speisungsbedingungen in den GWL zu rekonstruieren, den Geschütztheitsgrad des Grundwassers einzuschätzen sowie Aufstiegsbahnen und die Verbreitung salinärer Wässer in den süßwasserführenden GWL zu verdeutlichen. Geophysikalisch vermessene Bohrungen sind ein wichtiges Hilfsmittel bei der Komplexinterpretation. Die aus den Bohrlochmessungen ermittelten NaCl-Äquivalente können mit hinreichender Genauigkeit spezifischen Genese Klassen zugeordnet werden. Sie liefern zusätzliche Stützstellen für die Kartierung der Geneseareale. Die genetische Kartierung des Grundwasserchemismus stellt eine Momentaufnahme in einem dynamischen System dar. Änderungen der Grundwasserdynamik z. B. im Ergebnis des Klimawandels oder durch anthropogene Eingriffe können zu Veränderungen der Speisungsbedingungen in den GWL führen. Ein kontinuierliches Monitoring des Grundwasserchemismus in wasserwirtschaftlich sensiblen Bereichen wird deshalb dringend empfohlen.

Im Beitrag wird deutlich, dass im östlichen Teil des Berliner Urstromtales eine massive geogene Beeinflussung der süßwasserführenden GWL durch intrudierte salinäre Wässer besteht. Aufgrund der hier herrschenden geologisch-strukturellen und hydrodynamischen Rahmenbedingungen betrifft der Salzwasseraufstieg alle GWL von der Cottbus-Formation bis zur Weichsel-Kaltzeit. Hauptaufstiegsbahnen sind dabei glazigene Rinnen (insbesondere die Briesener und die Neubrück-Merzer Rinne) sowie die Fürstenwalde-Gubener Störungszone.

Die Ausbreitungskinetik der salinären Wässer in den GWL kann mit der hydrogeochemisch-genetischen Komplexkartierung visualisiert und gefährdete Bereiche (z. B. Einzugsgebiete kommunaler Wasserfassungen) erkannt werden.

Resume

Practical results are presented of a method which area-wide displays groundwater chemism attached to specific aquifers by genetic aspects. This spells out character and grade of development of waters in the different aquifers. On this base successfully can be reconstructed terms of supply, estimated grade of vulnerability and detect upcoming and distribution of saltwater into sweet-water aquifers.

Boreholes with geophysical logging give important aid for complex interpretations. NaCl-equivalents detected from boreholes can be allocated to specific genetic classes sufficient exactly. They serve as additional supporting points for mapping of genetic areas. Genetical mapping of groundwater chemism represents a snapshot of dynamic system.

Changes in groundwater dynamic for instance by climatic change or anthropogenic impacts can change conditions of supply in the aquifers. Steadily monitoring of groundwater chemism sensitive areas therefor is essential.

This paper shows, that there is a massive geogene impact of intruding saline waters into sweet water aquifers of the eastern part of the Berlin ice-marginal valley. Because of the geological structure and hydrodynamic conditions here the salinar upcoming hits all aquifers from Cottbus formation up to Weichselian. As main paths function glacial gorges (especially Briesen and Neubrück-Merzen gorge) and the Fürstenwalde-Guben fault zone. Geochemical-genetic complex mapping make visible the kinematic of distribution of saline waters in the aquifers and detect endangered areas (like catchment areas of municipal water plants).

Literatur

- ARCHIE G. E. (1942): The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. – *Petroleum Transactions of AIME* **146**, 1, S. 54 – 62, New York
- AUTORENKOLLEKTIV (2010): Die geologische Entwicklung der Lausitz. – 198 S., Cottbus (Vattenfall Europe Mining AG)
- DUSCHER, K., REJMAN-RASINKA, E., REINHARDT, S. & A. HERMSDORF (2009): Auswertung und Fortschreibung der Konzeption des Messnetzes „Geogene Grundwasserversalzung“ in Brandenburg. – Bericht HYDOR Consult GmbH, 83 S., 12 Anl., Berlin (unveröff.)
- DINSE, S. & A. SELICKO (2010): Belastungsrelevante Parameter in Rohwasserproben von Wasserwerken im Land Brandenburg. – GCI GmbH, 59 S., 2 Anh., Königs Wusterhausen
- EHRHARDT, K.-H., HODAN, S. & U. WILKE (1980): Hydrogeologischer Ergebnisbericht Detailerkundung Eisenhüttenstadt. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, 101 S., 8 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- FEHLAUER, P. (2002): Fachgutachten zur Bemessung der Schutzzonen für das Wasserschutzgebiet Briesen. – AKS GmbH Frankfurt (Oder), 49 S., 12 Anl., Frankfurt (Oder) (unveröff.)
- FRICKE S. & J. SCHÖN (1999): Praktische Bohrlochgeophysik. – 254 S., Stuttgart (Enke)
- GERSTENGABE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F. & P. C. WERNER (2003): PIK-Report Nr. 85 – Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forstwirtschaft- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. – PIK-Studie, 96 S., Potsdam

- HAGEN, H.-H., GROHNKE, C. & B. EMSHOFF (1980): Ergebnisbericht über die im Jahr 1979 – 80 durchgeführten hydrogeologischen Untersuchungsarbeiten zu den am WW-Standort I Frankfurt(Oder) gewinnbaren GW-Vorräten. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 125 S., 12 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- HANNEMANN, M., SCHÜTT, E. & P. NILLERT (1976): Hydrogeologischer Ergebnisbericht Briesen 1972/ 73. – VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 100 S., 15 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- HEARST J. R., NELSON P. H. & F. L. PAILLET (2000): Well logging for physical properties: A handbook for geophysicists, geologists, and engineers. – 2nd ed., 492 S., Hoboken (John Wiley & Sons)
- HERMSDORF, A. (2010): Überblick über die Grundwasserver-salzen im Land Brandenburg und ihre Spezifikation für die Binnensalzstellen. – Naturschutz und Landschafts-pflege in Brandenburg **19**, 1/2, S. 9 – 15, Potsdam
- HOTZAN, G. (2010): Genetische Grundwassertypen der Bin-nenversalzung, ihre Klassifizierung und Erscheinungsfor-men. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **17**, 1/2, S. 39 – 53, Cottbus
- HOTZAN, G. (2011): Die Formierung und Entwicklung des Chemismus natürlicher Grundwässer, ihre Widerspie-gelung in hydrogeochemischen Genesemodellen sowie ihre Klassifizierung auf hydrogeochemisch-genetischer Grundlage. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **18**, 1/2, S. 77 – 91, Cottbus
- HOTZAN, G. (2012): Ein Beitrag zur Methodik der hydro-geochemisch-genetischen Kartierung von Grundwässern in den Lockergesteinsgrundwasserleitern des Norddeut-schen Tieflands. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **19**, 1, S. 65 – 80, Cottbus
- HÖLTING, B. (1992): Einführung in die Allgemeine und An-gewandte Hydrogeologie. – 4. überarbeitete Auflage, 415 S., Stuttgart (Enke)
- KALATZ, R. (1969): Ergebnisbericht über hydrogeologische Untersuchungsarbeiten Objekt Lieberose 1969. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 25 S., 11 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- KALATZ, R. & J. DIETTERLE (1988): Hydrogeologischer Er-gebnisbericht mit GW-Vorratsnachweis Müllrose 1988. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 40 S., 10 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- KUHN, B. (1999): Fachgutachten zur Bemessung der Schutz-zonen für das Wasserschutzgebiet Müllrose. – AKS GmbH Frankfurt(Oder), 50 S., 11 Anl., Frankfurt (Oder) (unveröff.)
- LANGKUTSCH, U. & R. RUSSKOFF (1982): Hydrogeologischer Ergebnisbericht mit Grundwasservorratsnachweis VE Le-bus 1979-81. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 57 S., 16 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- LANGKUTSCH, U. (1985): Hydrogeologischer Ergebnisbe-richt mit Grundwasservorratsnachweis Storkow 1984. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 46 S., 8 Anl., Nordhausen (unveröff.)
- LEHMANN, G. & C. SCHÖPFER (2004): Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Fürstenwalde. – BCE GmbH Koblenz, 40 S., 10 Anl., Koblenz (unver-öff.)
- LEU, J., DANN, T., FISCHER, U., SEEGER, J. & R. MÜLLER (1991): Dokumentationsbericht – Tiefe geschützte Grund-wasserleiter Berlin-Ost. – Bericht GFE GmbH, Filiale Schwerin, 959 S., Schwerin (unveröff.)
- LUDWIG, G. & A. RICHTER (1974): Hydrogeologischer Er-gebnisbericht Bad Saarow 1973. – Bericht VEB Hydro-geologie Nordhausen, BT Berlin, 85 S., 11 Anl., Berlin (unveröff.)
- MANHENKE, V., HANNEMANN, M. & B. RECHLIN (1995): Gli-ederung und Bezeichnung der Grundwasserleiter-komplexe im Lockergestein des Landes Brandenburg. – Branden-burg. Geowiss. Beitr. **2**, 1, S. 12, Kleinmachnow
- MEDON, G., MÜLLER, A., GRAETZ, D. & U. LANGKUTSCH (1986): Hydrogeologischer Ergebnisbericht mit GW- Vor-ratsnachweis Beeskow 1984. – Bericht VEB Hydrogeo-logie Nordhausen, BT Berlin, 40 S., 10 Anlagen, Berlin (unveröff.)
- RECHLIN, B., A. HOFFKNECHT, SCHOLZ, H. & A. HELMS (2010): Genetische Bewertung von Analysen der Hydrosphäre. – Software LBGR/GCI, Cottbus, Königs Wusterhausen
- ROSSUM, J. R. (1975): Checking the accuracy of water analy-sis through the use of conductivity. – J. Americ. Water Works Assoc. **67**, S. 204 – 205, Washington D. C.
- SLAWINSKI, G. (1990): SVZ Abbruchakte Braunkohlesuch-bohrungen Objekt Berlin Ost II 1990. – GFE GmbH, Fi-liale Berlin, 56 S., Berlin (unveröff.)
- STACKEBRANDT, W. (Hrsg.) (2010): Atlas zur Geologie von Brandenburg (1: 1 000 000). – Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus
- TESCH, J., SCHÜTT, E., KNISPEL, H., KRÜGER, W., WIEDWALD, M. & E. SCHWALBE (1983): Hydrogeologischer Ergeb-nisbericht mit GW-Vorratsnachweis Fürstenwalde 1983. – Bericht VEB Hydrogeologie, BT Berlin, 269 S., 13 Anl., Berlin (unveröff.)

TESCH, J., BURMANN, G., SCHWAMM, G. & P. NILLERT (1987): Hydrogeologischer Ergebnisbericht mit Vorratsberechnung VE Fürstenwalde. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Berlin, 309 S., 12 Anl., 36 Anhänge, Berlin (unveröff.)

TRETTIN, R., HAASE, G. & M. HABEDANK (1990): $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Untersuchungen an Grundwässern des Berliner Urstromtales. – Isotopenpraxis **26**, 12, S. 595 – 598, Berlin (Akademie)

VOSS, T. & W. KLINK (2010): Interpretationsbericht zur Komplexauswertung von Alt-Bohrlochmessdaten im Bereich des Erlaubnisfeldes Beeskow-Birkholz. – Bericht Bohrlochmessung Storkow GmbH i. A. der Vattenfall Europe Mining AG, 42 S., Storkow (unveröff.)

WAGNER, R. (1980): Temperaturkorrekturfaktoren für die elektrische Leitfähigkeit von natürlichen Wässern. – Z. Wasser Abwasser Forsch. **13**, 2, S. 62 – 65, Weinheim

WEBER, W. (1980): Hydrogeologischer Ergebnisbericht Vorerkundung Friedland-NL. 1978-80. – Bericht VEB Hydrogeologie Nordhausen, BT Torgau, 122 S., 9 Anl., Torgau (unveröff.)

ZIESCHE, M., KOHFAL, K. & A. HECHT (1999): Hydrogeologisches Gutachten zur Neufestsetzung des Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Eisenhüttenstadt (Pohlitz und Rautenkranz). – GCI mbH, 53 S., 7 Anl., Königs Wusterhausen (unveröff.)

Anschrift der Autoren:

Gerhard Hotzan
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstraße 26
03046 Cottbus
gerhard.hotzan@lbgr.brandenburg.de

Thomas Voß
Bohrlochmessung-Storkow GmbH
Schützenstraße 33
15859 Storkow
voss@blm-storkow.de

Legende zur hydrogeochemisch-genetischen Karte**hydrogeochemisch-genetische Charakteristik von Einzelaufschlüssen**

Symbol Geneseklasse Bezeichnung

junge Uferfiltratwässer**junge, unbeeinflusste Uferfiltratwässer**

	B11	junge Uferfiltratwässer ohne bzw. mit diffuser anthropogener Beeinflussung
---	-----	--

junge Uferfiltratwässer mit anthropogener Beeinflussung

	B21	junge Uferfiltratwässer mit anthropogener Beeinflussung durch landwirtschaftliche und urbane Nutzung
---	-----	--

gealterte Uferfiltratwässer**gealterte, unbeeinflusste Uferfiltratwässer**

	C11	gealterte Uferfiltratwässer ohne bzw. mit diffuser anthropogener Beeinflussung
---	-----	--

gealterte Uferfiltratwässer mit anthropogener Beeinflussung

	C21	gealterte Uferfiltratwässer mit anthropogener Beeinflussung durch landwirtschaftliche und urbane Nutzung
---	-----	--

junge Neubildungswässer**junge, unbeeinflusste Neubildungswässer**

	D11	junge Neubildungswässer ohne bzw. mit diffuser anthropogener Beeinflussung
---	-----	--

junge Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung

	D21	junge Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung durch landwirtschaftliche und urbane Nutzung
---	-----	--

	D24	junge Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung durch Deponien
---	-----	--

junge Neubildungswässer mit geogener Beeinflussung

	D31	junge Neubildungswässer mit geogen-salinärer Beeinflussung
---	-----	--

	D32	junge Neubildungswässer mit geogener Beeinflussung durch Pyritverwitterung
---	-----	--

	D34	junge Neubildungswässer mit geogener Beeinflussung durch „sauren Regen“ (Versauerung)
---	-----	---

gealterte Neubildungswässer**gealterte, unbeeinflusste Neubildungswässer**

	E11	gealterte Neubildungswässer ohne bzw. mit diffuser anthropogener Beeinflussung
---	-----	--

gealterte Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung

	E21	gealterte Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung durch landwirtschaftliche und urbane Nutzung
---	-----	--

	E24	gealterte Neubildungswässer mit anthropogener Beeinflussung durch Deponien
---	-----	--

gealterte Neubildungswässer mit geogener Beeinflussung

	E31	gealterte Neubildungswässer mit geogen-salinärer Beeinflussung
---	-----	--

alte Neubildungswässer**alte, unbeeinflusste Neubildungswässer**

	F11	alte Neubildungswässer ohne bzw. mit diffuser anthropogener Beeinflussung
---	-----	---

alte Neubildungswässer mit geogener Beeinflussung

	F31	alte Neubildungswässer mit geogen-salinärer Beeinflussung
---	-----	---

statische Grundwässer

statische, unbeeinflusste Grundwässer

 G11 statische Grundwässer, unbeeinflusst

statische Grundwässer mit geogener Beeinflussung

 G31 statische Grundwässer mit geogen-salinärer Beeinflussung

salinare Grundwässer des Süßwasserstockwerks

-  I311 salinare Ablaugungswässer
-  I312 salinare alkalisierte Wässer (Aufsüßungswässer)
-  I313 salinare erdalkalisierte Wässer (salinare Intrusion)
-  I32 salinare gealterte erdalkalisierte Wässer (gealterte salinare Intrusion)
-  I33 salinare gealterte alkalisierte Wässer (gealterte Aufsüßungswässer)
-  I34 salinare Gleichgewichtswässer

salinare Grundwässer des Salzwasserstockwerks

-  H311 salinare Ablaugungswässer
-  H312 salinare alkalisierte Ablaugungswässer
-  H313 salinare erdalkalisierte Ablaugungswässer
-  H314 salinare reduzierte Wässer
-  H321 erdalkalisierte Formationswässer I
-  H322 erdalkalisierte Formationswässer II
-  H323 erdalkalisierte Formationswässer III
-  H33 salinare Regenerationswässer

hydrogeochemisch-genetische Charakteristik von Flächen

Hangendbereich eines Grundwasserleiters

Symbol Genese Klasse Bezeichnung

junge Uferfiltratwässer

 B11, B21, B22 junge Uferfiltratwässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung

junge Neubildungswässer

 D11, D21, D22, D24 junge Neubildungswässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung

gealterte Neubildungswässer

 E11, E21, E24 gealterte Neubildungswässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung

alte Neubildungswässer

 F11, F21 alte Neubildungswässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung

statische Grundwässer

 G11 statische Grundwässer, unbeeinflusst

Grundwässer mit geogen-salinärer Beeinflussung

 B31, C31, D31, E31, F31, G31 Grundwässer mit geogen-salinärer Beeinflussung

salinare Grundwässer

salinare Grundwässer des Süßwasserstockwerks

-  I311 salinare Ablaugungswässer
-  I312 salinare alkalisierte Wässer (Aufsüßungswässer)
-  I313 salinare erdalkalisierte Wässer (salinare Intrusion)

	I32	salinare gealterte erdalkalisierte Wässer (gealterte saline Intrusion)
	I33	salinare gealterte alkalisierte Wässer (gealterte Aufsußungswässer)
	I34	salinare Gleichgewichtswässer

salinare Grundwässer des Salzwasserstockwerks

	H311	salinare Ablaugungswässer
	H312	salinare alkalisierte Ablaugungswässer
	H313	salinare erdalkalisierte Ablaugungswässer
	H314	salinare reduzierte Wässer
	H321	erdalkalisierte Formationswässer I
	H322	erdalkalisierte Formationswässer II
	H323	erdalkalisierte Formationswässer III
	H33	salinare Regenerationswässer

Liegendbereich eines Grundwasserleiters

gealterte Neubildungswässer

	E11, E21, E24	gealterte Neubildungswässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung
---	---------------	--

alte Neubildungswässer

	F11, F21	alte Neubildungswässer ohne und mit anthropogener Beeinflussung
---	----------	---

statische Grundwässer

	G11	statische Grundwässer, unbeeinflusst
---	-----	--------------------------------------

Grundwässer mit geogen-salinärer Beeinflussung

	B31, C31, D31, E31, F31, G31	Grundwässer mit geogen-salinärer Beeinflussung
---	------------------------------	--

salinare Grundwässer des Süßwasserstockwerks

	I311	salinare Ablaugungswässer
	I312	salinare alkalisierte Wässer (Aufsußungswässer)
	I313	salinare erdalkalisierte Wässer (salinare Intrusion)
	I32	salinare gealterte erdalkalisierte Wässer (gealterte saline Intrusion)
	I33	salinare gealterte alkalisierte Wässer (gealterte Aufsußungswässer)
	I34	salinare Gleichgewichtswässer

Grundwasserdynamik

	Isohypsen der Grundwasseroberfläche
	Unterirdische Einzugsgebiete von Wasserfassungen

geologische Strukturelemente

	Fehlstellen von Grundwasserhemmerkomplexen im Liegenden des GWL
	pleistozäne Rinnenstrukturen
	Rupelfehlstellen
	glazigene Stauchungsgebiete
	tektonische Störungen

geophysikalische Interpretation von Bohraufschlüssen

	bis 400 mg/l NaCl- Äquivalent
	400 - 1000 mg/l NaCl- Äquivalent
	1000 - 4500 mg/l NaCl- Äquivalent
	4500 - 15000 mg/l NaCl- Äquivalent
	15000 - 90000 mg/l NaCl- Äquivalent

Kurzmitteilung

Information zum Grundwassergleichenplan 2011 Brandenburg

Für das Land Brandenburg ist erstmals ein landesweiter Hydroisohypsenplan (Abb. 1) im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg erstellt worden. Dafür wurde der wasserwirtschaftlich relevante Hauptgrundwasserleiter betrachtet. Grundlage der Berechnung der Grundwassergleichen sind Messwerte des LUGV sowie Daten Dritter aus den Stichtagsmessungen vom Frühjahr und Herbst 2011. Im Ergebnis des zweijährigen, durch die Firma GCI GmbH betreuten Projektes ist ein Kartenwerk im Maßstab 1 : 50 000 sowie im Überblicksmaßstab 1 : 300 000 entstanden. Die Shape-Datei des Grundwassergleichenplans April 2011 und die behördlichen Messwerte stehen zum Download unter <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.310481.de> auf der LUIS-Plattform des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV) zur Verfügung.

Für das ca. 30 000 km² große Flächenland Brandenburg mit seinem weit verzweigten Gewässernetz einschließlich der zahlreichen Seen stellt die Erarbeitung einer flächenhaften Hydrodynamik für das Grundwasser eine fachliche Herausforderung dar. Die bisherigen Dokumentationen zum Grundwasserfließgeschehen gehen auf die Grundwasservorratsprognosen der ehemaligen Verwaltungseinheiten der DDR zurück, die Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre in den Bezirken Cottbus, Frankfurt/Oder und Potsdam erstellt worden sind. Diese analogen Karten mit den Grundwassergleichen im Maßstab 1 : 50 000 beruhen zum Einen auf Stichtagsmessungen des Sommers 1989 und gehen zum Anderen hauptsächlich auf generalisierte Messdaten hydrogeologischer Erkundungen verschiedener Jahre vor 1989 zurück. Die im damaligen Landesamt für Geologie und Rohstoffe Brandenburg um das Jahr 2000 digital zusammengeführten Grundwassergleichenpläne ohne gemeinsamen Stichtagsbezug stellen seither die einzige landesweite konzeptionelle Modellvorstellung zur Lage und Kontur der Grundwasserdruckfläche in Brandenburg dar.

Die Idee, die das LUGV Brandenburg für das Projekt verfolgte, bestand darin, neben den Messungen der aktiven Grundwassermessstellen (GWM) und Oberflächenpegel des eigenen Basismessnetzes zusätzlich Monitoringdaten Dritter für die Stichtagszeiträume Frühjahr und Herbst 2011 zu nutzen. In diesem Zusammenhang beauftragte das LUGV die Firma GCI GmbH, diejenigen GWM zu recherchieren, die aus wasserrechtlichen Erlaubnissen o. ä. durch Institutionen, Wasserversorgungsunternehmen oder Naturparks regelmäßig zu messen sind und die Daten zu erfassen, um somit eine landesweite Verdichtung der Grundwasserinformationen zu erreichen. Mit den zum Zeitpunkt des Projek-

tes verwendbaren Daten von ca. 2 500 LUGV-Messstellen wäre eine flächenhafte Auswertung der Hydrodynamik allein nicht durchführbar gewesen.

Weiterhin bestand die Aufgabe, ein fachlich sinnvolles Interpolationsverfahren zu entwickeln, das Daten für ein Flächenland wie Brandenburg verarbeiten kann und dessen Ergebnisse im sinnvollen Einklang mit der vorherrschenden Modellvorstellung zur Druckfläche und Dynamik des Grundwassers in Brandenburg einhergehen.

Verschiedene Interpolationsverfahren in der Geostatistik bieten die Möglichkeit, Grundwasserdruckhöhen zu regionalisieren. Einige davon werden unter dem Oberbegriff „Kriging“ zusammengefasst. Als die für das Projekt fachlich geeignete Methodik kristallisierte sich das Interpolationsverfahren „Kriging mit externer Drift“ (DEUTSCH & JOURNAL 1998) heraus. Dieses Verfahren nutzt zusätzlich zu den Messwerten eine mit diesen im Zusammenhang stehende Sekundärvariable, mit deren Hilfe lokale Trends aus einer flächenhaften Verteilung abgeleitet werden können.

Für den Hydroisohypsenplan wurden repräsentative Daten des Hauptgrundwasserleiters, also den in Brandenburg wasserwirtschaftlich relevanten Grundwasserleiterkomplex (GWLK) 1 (MANHENKE, HANNEMANN & RECHLIN 1995) in den Niederungen und GWLK 2 auf den Hochflächen im quartären Lockergesteinsbereich verwendet. Im Ergebnis der aufwendigen Recherche konnten über 20 000 aktive GWM ermittelt und nach der Zuordnung zum definierten Hauptgrundwasserleiter neben den ca. 2 500 LUGV-Messstellen an Oberflächengewässern und aus dem Grundwasser weitere 6 600 Messwerte selektiert und in die Berechnung mit einbezogen werden.

Für den durch Braunkohletagebau beeinflussten Bereich im Südosten Brandenburgs ist ein eigenständiger Grundwassergleichenplan der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) und dem Unternehmen Vattenfall nach Prüfung und Anpassung in den landesweiten Plan integriert worden. Für den Herbst 2011 gibt es allerdings keinen entsprechenden Datensatz.

Als Resultat dieses Projektes liegen für das Jahr 2011 zwei Übersichtskarten im Maßstab 1 : 300 000 sowie 167 Kartenblätter im Maßstab 1 : 50 000 vor, wobei auf das Frühjahr 88 und den Herbst 79 Kartenblätter entfallen.

Für die Beantwortung spezieller lokaler Fragestellungen, wie beispielsweise einer kleinräumigen Ableitung von Fließrichtung oder -gefälle an einem Ort, sind diese Pläne allein nicht geeignet. In solchen Fällen müssen maßstabsgerechte, lokal orientierte Untersuchungen und Auswertungen durchgeführt werden.

DEUTSCH, C. V. & A. G. JOURNAL (1998): *GSLIB Geostatistical Software Library and User's Guide*. – 2nd edition, 369 S., Oxford, New York (University Press)

MANHENKE, V., HANNEMANN, M. & B. RECHLIN (1995): *Gliederung und Bezeichnung der Grundwasserleiterkomplexe im Lockergestein des Landes Brandenburg*. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* 17, 1, S. 12, Kleinmachnow

Angela Hermsdorf, Felix Möhler und Silvia Dinse

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 85 – 92	5 Abb., 2 Tab., 20 Zit.
------------------------------	---------	----------------	------------	-------------------------

Untersuchungen zur Fauna des Berliner Grundwassers – erste Ergebnisse

Studies on the fauna of the groundwater of Berlin – first results

HANS JÜRGEN HAHN, DIRK MATZKE, ANNETTE KOLBERG & ALEXANDER LIMBERG

Einleitung

Das Grundwasser lebt. Allerdings ist die biologische Vielfalt im Grundwasser bisher nur ungenügend erfasst. Dabei ist eines sicher: die Artenvielfalt im Grundwasser wird sehr stark unterschätzt (HAHN & FUCHS 2009). Aus Deutschland sind bisher 250 Arten bekannt, aus Europa knapp 2 000 Arten und weltweit wurden bisher etwa 7 000 echte Grundwasserarten beschrieben. Die tatsächliche Zahl dürfte jedoch sehr viel höher, zwischen 50 000 und 100 000 Arten, liegen (dazu siehe HAHN & FRIEDRICH 1999, HUNKELER et al. 2006, DEHARVENG et al. 2009, GIBERT & CULVER 2009). Gemeinsam mit zahllosen Mikroorganismen spielt die Fauna des Grundwassers eine zentrale Rolle beim Abbau organischen Materials (DANIELOPOL 1989): Diese wohl größte Ökosystemdienstleistung der Grundwasserorganismen, die Reinigung des Wassers, ist von zentraler Bedeutung für den Menschen. Eine weitere wichtige Ökosystemdienstleistung, die uns die Lebensgemeinschaften des Grundwassers zur Verfügung stellen, ist die Bioindikation: Das Vorkommen von Organismen und Lebensgemeinschaften gibt uns Auskünfte über den Zustand und die Charakteristika ihres Lebensraumes. Wenigborsterwürmer (Oligochaeta; Abb. 1) weisen beispielsweise auf Feinsedimente oder viel organisches Material hin (GRIEBLER et al. 2013).

In Oberflächengewässern ist die biologische Bewertung seit Jahrzehnten bewährter Standard, nicht jedoch im Grundwasser. Erstaunlicherweise steht das Wissen über Verbreitung und Ökologie der Fauna im Grundwasser in krassem Gegensatz zu den praktischen Anwendungsmöglichkeiten grundwasserökologischer Kenntnisse. Erst seit einigen Jahren befasst man sich etwas intensiver mit der Bioindikation im Grundwasser (HAHN 2006, GRIEBLER et al. 2010, KORBEL 2012, STEIN et al. 2012, GRIEBLER et al. 2013). Einen nicht unerheblichen „Motivationsschub“ dazu gab die EU-Grundwasserrichtlinie (EU-GWRL 2006), die auf den Forschungsbedarf und die Anwendungsperspektiven in diesem Bereich hinweist. Eine wichtige Voraussetzung für die Bioindikation im Grundwasser ist die Kenntnis der regionalen Fauna. Für Norddeutschland gibt es bisher nur sehr wenige Daten, für



Abb. 1: *Cernosvitoviella atrata* ist ein weitverbreiteter Regenwurmverwandter, der oft auch im Grundwasser vorkommt.

Fig. 1: *Cernosvitoviella atrata* is a common oligochaete, often occurring also in the groundwater.

Berlin überhaupt keine. Zu nennen sind hier GLATZEL (1989) für Niedersachsen und STEIN et al. (2012) für Sachsen-Anhalt, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Hinzu kommt noch ein Dutzend älterer Arbeiten, vor allem für Niedersachsen. Vor diesem Hintergrund hat die Senatsverwaltung Berlin im Jahre 2012 mit der Erfassung der Fauna des Berliner Grundwassers begonnen. Mit dieser Übersichtskartierung sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Wie sehen die Grundwassergemeinschaften in Berlin aus?
- Welche Verbreitungsmuster zeigen sie?
- Worauf sind die Verbreitungsmuster zurückzuführen?

Erwartet wurde eine relativ artenarme Fauna mit einem geringen Anteil echter Grundwasserarten und einer eher dünnen Besiedlung, wie sie typisch für das norddeutsche Tiefland ist (STEIN et al. 2012). Ein Schwerpunkt wurde im Warschau-Berliner Urstromtal angenommen. Erste Ergebnisse dieser Studie werden hier vorgestellt.

Untersuchungsgebiet und Vorgehensweise

Die Landschaften Berlins und die Besonderheiten seines Grundwassers sind vor allem das Ergebnis der Weichsel-Kaltzeit, der letzten quartären Vereisung, die vor etwa 12 000 Jahren zu Ende ging: Es entstanden das tiefgelegene, vorwiegend aus sandigen Ablagerungen aufgebaute Warschau-Berliner Urstromtal, die Barnim-Hochfläche im Norden, die Teltow-Hochfläche im Süden und die Nauener Platte im Südwesten. Die Hochflächen sind einerseits zu weiten Teilen mit mächtigen Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehmen der Grundmoränen und andererseits mit Hochflächensanden bedeckt (LIMBERG & SONNTAG 2012).

Das Grundwasser zeichnet sich – ganz typisch für die norddeutsche Tiefebene – durch niedrige Sauerstoffgehalte und hohe DOC-Konzentrationen aus. Eine Grundwasserfauna kommt in der norddeutschen Tiefebene meist nur spärlich vor (MATZKE et al. 2009, STEIN et al. 2012). Demzufolge war bei der Auswahl der Messstellen für diese Übersichtskartierung darauf zu achten, dass die Lebensbedingungen an den potentiellen Standorten möglichst gut sind.

Bei der Auswahl der Messstellen wurden deshalb folgende Kriterien angelegt:

- Berücksichtigung aller wichtigen naturräumlichen bzw. hydrogeologischen Einheiten,
- gleichmäßige Verteilung über das Gebiet des Landes Berlin,
- Erfassung aller Grundwasserleiter,
- Sauerstoffgehalt > 1 mg/l,
- Durchmesser der Messstellen ≥ 5 cm (2 Zoll),
- Vermeidung von Altlastenverdachtsflächen.

Die nach diesen Kriterien ausgewählten, repräsentativen 181 Grundwassermessstellen wurden von Oktober 2012 bis April 2013 einmalig beprobt. Die Tiere wurden dabei mit einem sogenannten Netzsammler entnommen (Abb. 2). Der eingesetzte Netzsammler besitzt eine Maschenweite von 74 μm . Er ist so konzipiert, dass Grundwassermessstellen ab einem Innendurchmesser von 2 Zoll beprobt werden können (MATZKE 2006).

Vor der Entnahme der Faunenproben wurde der Wasserstand in den Grundwassermessstellen mit einem Kabellichtlot gemessen und mit einem Schöpfer der Firma Bürkle eine Wasserprobe vom Grunde der Messstelle entnommen. Daraus wurden die Feldparameter Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert mittels eines Hach-Lange HQ 40 Multimetergerätes gemessen. Nach dem Absinken des Netzsammlers auf den Grund der Messstelle wird die Angel ruckartig 10-mal um jeweils ca. 1 m angehoben und wieder abgesenkt. Noch im Netz befindliche Fauna bzw. Detritus wird nach dem Herausheben mit einer Spritzflasche in das angeschraubte Probenröhrchen (50 ml) gespült. Zur weiteren Behandlung fixiert man die Proben mit 96 % igem Alkohol. Die Proben wurden zunächst mittels eines Binokulars auf dem Niveau faunistischer Großgruppen (Ordnung, Familie) aussortiert. Bei der weiteren taxonomischen Bearbeitung wurden dann die Krebstiere (Crustacea) und Wenigborster (Oligochaeta) auf Artniveau bestimmt.



Abb. 2: Der Netzsammler ist ein schnelles und zuverlässiges Werkzeug, um Grundwassertiere in Messstellen zu fangen. (Foto: C. SPENGLER, 2012)

Fig. 2: The so-called net sampler, a phreatic net, is a reliable tool for fast and representative sampling of stygofauna. (photo: C. SPENGLER, 2012)

Die taxonomische Zusammensetzung der Berliner Grundwasserfauna

Insgesamt wurden nur in 21 der 181 untersuchten Messstellen insgesamt 465 vielzellige Tiere aus zwölf Arten und vier höheren Taxa gefunden. Bei einer Messstelle bestand die Besiedlung lediglich aus einem hineingefallenen Insekt. Diese Zahlen sind mit denen von STEIN et al. (2012) und GRIEBLER et al. (2013) vergleichbar, die in 116 Proben aus 40 Messstellen der norddeutschen Tiefebene neun Arten und ebenfalls vier höhere Taxa fanden.

Von der Zusammensetzung her sind die Gemeinschaften ebenfalls typisch für Norddeutschland (Abb. 3). Kaum bestimmbare Fadenwürmer (Nematoda) und Kleinststrudelwürmer (Mikroturbellaria) stellen die Masse der Tiere. Krebstiere (Crustacea) wurden zwar lediglich an vier Standorten gefunden, sind aber mit einem Anteil von fast 16 % nach den Nematoda die individuenreichste Gruppe. Ebenso waren einigermaßen regelmäßig Oligochaeta vertreten.

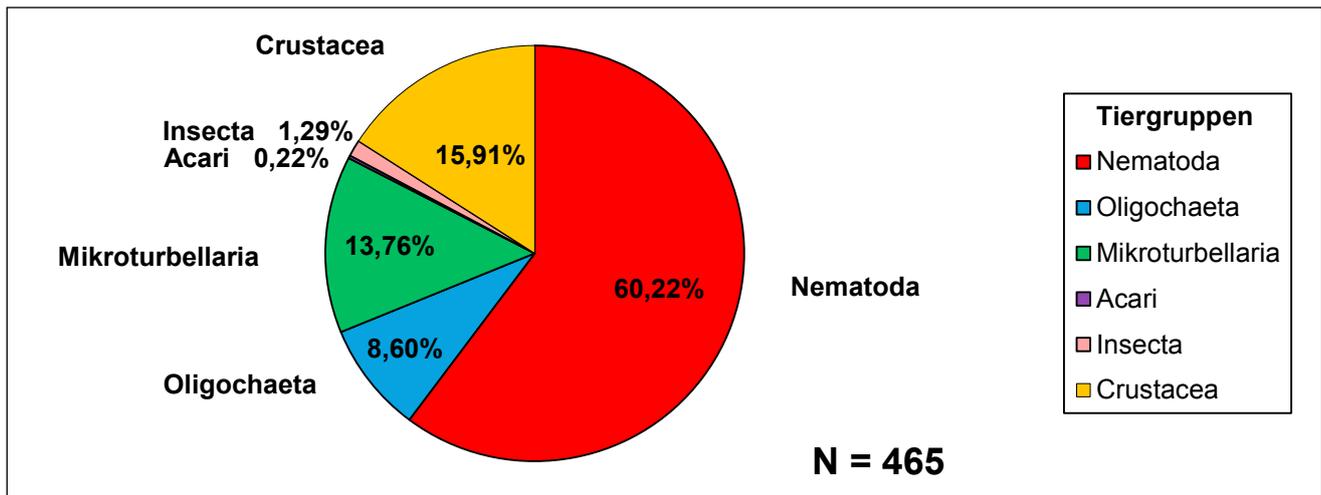


Abb. 3: Prozentuales Verteilungsmuster der im Grundwasser erfassten Faunengruppen (Gesamtzahl aller Tiere 465).

Fig. 3: The fauna of the Berlin groundwater presented as a pie chart. The numerics refer to the proportion of the taxon with respect to the total number of animals, which are 465 individuals.

Normalerweise dominieren im Grundwasser Crustacea, vor allem Hüpferlinge (Cyclopoida), aber auch andere Tiergruppen, wie Mikroturbellaria, Oligochaeta und Nematoda, sind weitverbreitet. Nematoda und Mikroturbellaria findet man meist an Standorten mit ungünstigen Lebensbedingungen, wie niedrigen Sauerstoffgehalten und hohen Anteilen von Feinsubstraten, aber auch Schadstoffbelastungen. In Norddeutschland sind deshalb, wegen der widrigen Lebensbedingungen, die robusteren Mikroturbellaria, Nematoda und Oligochaeta meist sehr viel häufiger als Crustacea (GRIEBLER et al. 2013). Dies trifft auch auf die Berliner Grundwasserfauna zu.

Bei den Crustacea wurden drei Arten festgestellt (Tab. 1), von denen zwei, *Acanthocyclops vernalis* und *Diacyclops crassicaudis*, typische Formen der Erdoberfläche sind und auf einen Eintrag aus Oberflächengewässern hinweisen. *Parastenocaris phyllura* wurde an zwei Standorten, im Urstromtal und auf der Nauener Platte, gefunden. Die Art ist ein echtes Grundwassertier und aus der norddeutschen Tiefebene bekannt. Fast alle Oligochaeta sind sogenannte stygophile Formen, also eigentlich Oberflächenarten, die sich aber gerne auch in oberflächennahem Grundwasser aufhalten und oft auf feine Substrate im Untergrund hinweisen.

		Crustacea			Oligochaeta								
		<i>Acanthocyclops vernalis</i>	<i>Diacyclops crassicaudis</i>	<i>Parastenocaris phyllura</i>	<i>Achaeta</i> sp.	<i>Aelosoma niveum</i>	<i>Aelosoma quaternarium</i>	<i>Cernosvitoviella atrata</i>	<i>Dorydrius michaelsoni</i>	<i>Dorydrius</i> sp.	<i>Marionina riparia</i>	<i>Marionina</i> sp.	<i>Potamothrix/Tubifex</i>
Naturraum	Warschau-Berliner Urstromtal	25	1	7	17	0	2	1	4	1	0	0	0
	Barnim-Hochfläche	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
	Teltow-Hochfläche	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Nauener Platte	0	0	41	0	0	0	0	0	0	3	1	7
Geologie	Talssande	25	1	7	17	0	2	1	4	1	0	0	0
	unbedeckte Hochflächensande	0	0	41	1	0	0	1	0	0	3	1	7
	Hochflächensande unter Grundmoränen	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Gesamt:		25	1	48	18	2	2	2	4	1	3	2	7

Tab. 1: Summenaggregierte Häufigkeit der in Berlin gefundenen Arten der Wenigborster (Oligochaeta) und der Krebstiere (Crustacea). Die Aggregation erfolgte über den Naturraum und die geologische Einheit.

Tab. 1: Abundance of the species of oligochaetes and crustaceans found in Berlin. The data were aggregated by sums over the natural geographic region and the geological unit.

Die Vereisungen führten in der norddeutschen Tiefebene zum Verschwinden der meisten Grundwassertiere. Die nacheiszeitliche Wiederbesiedlung erfolgte vor allem über die Urstromtäler, wobei weite Gebiete wegen der Überlagerung durch feinkörnige bindige Sedimente und die dadurch bedingte Sauerstoffarmut sehr selten wieder besiedelt wurden (THIENEMANN 1950, DANIELOPOL et al. 2008). Wegen der feinen Sedimente gelang es meist nur sehr kleinen Grundwassertieren, wie z. B. den Raupenhüpferlingen (Parasteno-caridae), nach Norden in die nun eisfreien Gebiete vorzustoßen. Vertreter der Gattung *Parasteno-caris* sind deshalb in vielen Gegenden Norddeutschlands die einzigen echten Grundwassertiere. Wie auch in Berlin sind die meisten Tiere im norddeutschen Grundwasser entweder grundwasserfremd oder aber sogenannte stygophile Arten (HAHN & FUCHS 2009), also Oberflächenformen, die regelmäßig ins Grundwasser einwandern und sich dort auch oft fortpflanzen können.

Die Verbreitungsmuster der Berliner Grundwasserfauna

Normalerweise sind in der norddeutschen Tiefebene nur etwa 15 % aller Standorte besiedelt (STEIN et al. 2012). Der in Berlin festgestellte Anteil von gerade einmal 11,6 % besiedelter Messstellen liegt sogar noch darunter (Tab. 2). Allerdings ändert sich das Bild, wenn man die Verteilung der Fauna auf die verschiedenen Naturräume und geologischen Einheiten betrachtet. So sind im Naturraum Nauener Platte 33 % aller untersuchten Standorte besiedelt, auf den Sanden

der Hochflächen 15,4 %. Etwas niedriger ist der Anteil im Urstromtal, wo allerdings die Vielfalt mit acht Arten und vier höheren Taxa am größten ist. Die Unterschiede in den Anteilen der besiedelten Messstellen sind signifikant (χ^2 -Test, $p < 0,05$).

Dagegen sind die Naturräume Barnim- und Teltow-Hochfläche sowie besonders unter den Grundmoränen faunistisch stark verarmt. Die Anteile besiedelter Standorte betragen 7,7 %, 2,6 % bzw. 4,9 % (Tab. 2). Auf der Barnim- und der Teltow-Hochfläche fehlen Crustacea, Nematoda und Mikroturbellaria vollständig, in bedeckten Sanden unter den Grundmoränen Crustacea und Nematoda. Lediglich Oligochaeta kommen überall vor, jedoch ist auch hier die Vielfalt in den Talsedimenten bzw. im Urstromtal am höchsten und in den Naturräumen Barnim- und Teltow-Hochfläche sowie unter den Grundmoränen am niedrigsten.

Wegen des Sauerstoffmangels und der Feinsedimente sind die Lebensbedingungen im norddeutschen Grundwasser grenzwertig. Das in Berlin beobachtete, weitgehende Fehlen vielzelliger Tiere unter den ton- und schluffreichen Grundmoränen deckt sich mit Beobachtungen aus Irland. Dort sind die Grundwässer unter den Drumlins genannten Grundmoränen ebenfalls fast frei von Fauna (ARNSCHIEDT, HAHN & FUCHS 2009). HAHN & FUCHS (2009) beschreiben aus Süddeutschland solcherart faunistisch verarmte Grundwasserstandorte unter Löss oder Moränen.

Interessant ist der Blick auf die Karte (Abb. 4): Die meisten der besiedelten Messstellen liegen entweder im Warschau-Berliner Urstromtal oder im Südwesten, auf der

		Anzahl Messstellen	Anzahl Tiere	Anteil besiedelter Messstellen (%)	Anzahl Crustacea	Anteil Messstellen mit Crustacea (%)	Nematoda	Anteil Messstellen mit Nematoda (%)	Oligochaeta	Anteil Messstellen mit Oligochaeta (%)	Anzahl Mikroturbellaria	Anteil Messstellen mit Mikroturbellaria (%)
Naturraum	Warschau-Berliner Urstromtal	101	259	12,9 %	33	3,0 %	132	5,0 %	25	5,0 %	63	2,0 %
	Barnim-Hochfläche	39	3	7,7 %	0	0,0 %	0	0,0 %	3	7,7 %	0	0,0 %
	Teltow-Hochfläche	41	2	2,6 %	0	0,0 %	0	0,0 %	2	2,6 %	0	0,0 %
	Nauener Platte	15	201	33,3 %	41	6,7 %	148	13,0 %	10	20,0 %	1	6,7 %
Geologie	Talsande	101	259	12,9 %	33	3,0 %	132	5,0 %	25	5,0 %	63	2,0 %
	unbedeckte Hochflächensande	39	203	15,4 %	41	2,6 %	148	5,1 %	12	10,3 %	1	2,6 %
	Hochflächensande unter Grundmoränen	41	3	4,9 %	0	0,0 %	0	3,9 %	3	4,9 %	0	0,0 %
Gesamt:		181	465	11,6 %	74	2,2 %	280	3,9 %	40	6,1 %	64	1,7 %

Tab. 2: *Summenaggregierte Abundanz der häufigsten in Berlin gefundenen höheren Taxa und deren Stetigkeit. Die Aggregation erfolgte über den Naturraum und die geologische Einheit, auf die sich auch die Angaben zur Stetigkeit (Anteil besiedelter Messstellen) beziehen.*

Tab. 2: *Abundance, aggregated by sums, and relative frequency („Anteil besiedelter Messstellen“) of the most common taxa found in Berlin. Both, the sums and the relative frequency refer to the natural geographic regions and the geological units.*

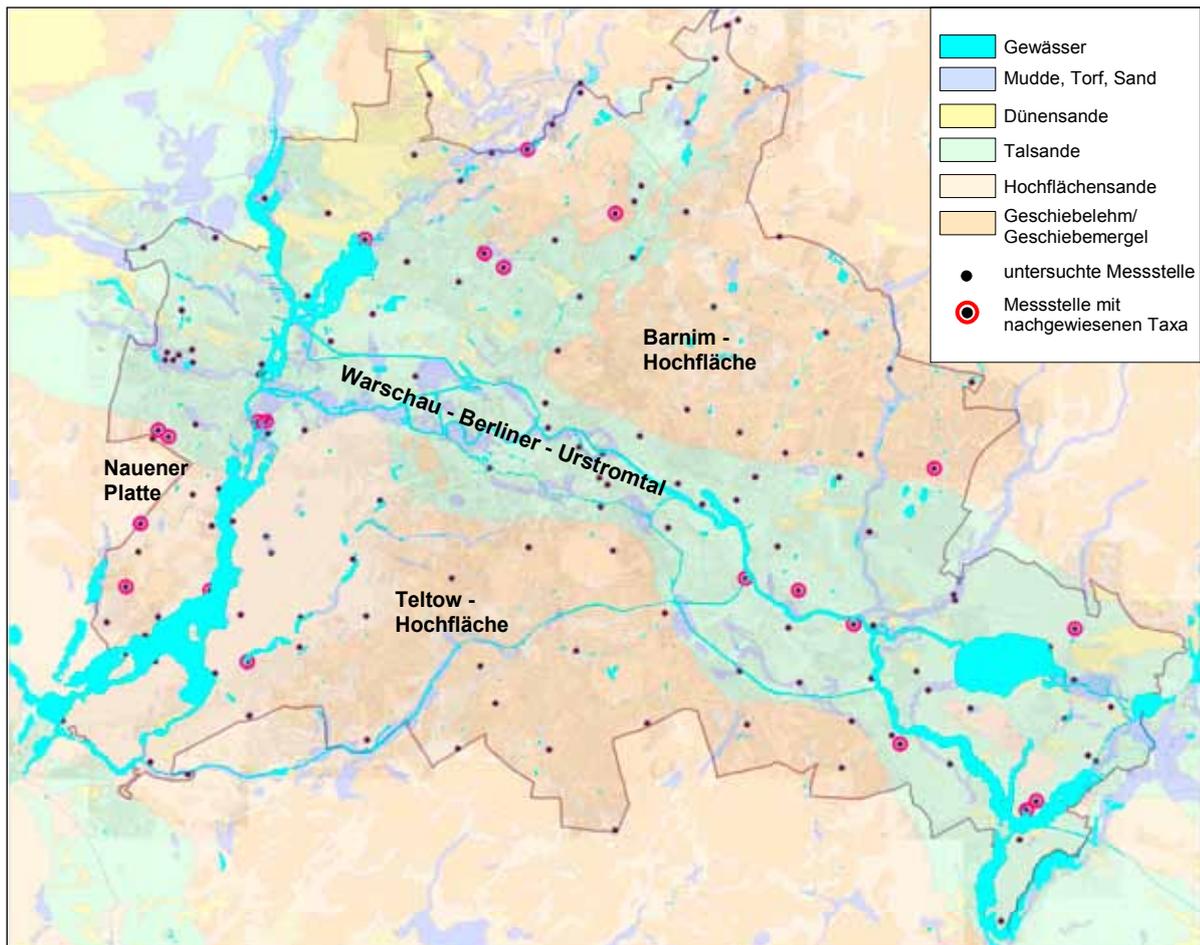


Abb. 4: Naturräumliche und Geologische Karte Berlins mit den untersuchten Messstellen unter Hervorhebung der besiedelten Messstellen.

Fig. 4: Map of the geology and the natural geographic regions of Berlin. Bores populated by metazoans are marked by coloured rings.

Nauener Platte, also in unbedeckten Sandgebieten. Dabei scheint das Grundwasser in Gebieten mit verdichteter Bebauung weitgehend frei von vielzelligen Tieren zu sein. Über die Ursachen im Einzelnen sind derzeit noch keine belastbaren Aussagen möglich, doch liegt für die urbanen Bereiche die pauschale Begründung „anthropogene Einflüsse“ nahe.

Welche Parameter beeinflussen die Verbreitungsmuster der Berliner Grundwasserfauna?

Beim derzeitigen Stand der Auswertung ist es schwer, belastbare Aussagen zu bestimmten Wirkungsgefügen und Zusammenhängen zu machen. Die oben beschriebenen räumlichen Verbreitungsmuster weisen auf naturräumliche und anthropogene Faktoren hin: Auf Landschaftsebene sind Urbanisierung und Feinsedimente offensichtlich nachteilig für die Besiedlung des Grundwassers.

Umgekehrt scheinen sich örtlich höhere Sauerstoffgehalte und niedrigere Temperaturen positiv auf die Besiedlung auszuwirken. Zumindest sind an den besiedelten Standorten

die Temperaturen niedriger und die Sauerstoffkonzentrationen höher als an den unbesiedelten, und die besiedelten Messstellen sind flacher als die unbesiedelten (Abb. 5). Diese Zusammenhänge sind signifikant (U-Test, $p < 0,05$).

Was die Grundwassertemperaturen betrifft, die in den urbanen Gebieten am höchsten sind, stellt sich die Frage, ob die Zusammenhänge mit der Besiedlung tatsächlich kausal sind oder nur die Intensität der Landnutzung widerspiegeln. Die gleiche Frage stellt sich im Zusammenhang mit den Sauerstoffkonzentrationen. Zwar gelten höhere Sauerstoffwerte als besiedlungsfördernd, doch scheint die Fauna im Grundwasser auf Sauerstoffkonzentrationen $> 1\text{mg/l}$ kaum noch zu reagieren (HAHN 2006). Eindeutig sind die grundsätzlichen Befunde zur Tiefe der Messstellen: Je flacher, desto besser für die Besiedlung. Dahinter steht die Versorgung mit Nahrung und Sauerstoff von der Erdoberfläche, eine bekannte Tatsache (z. B. FUCHS, HAHN & BARUFKE 2006).

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass Berlin eine für die norddeutsche Tiefebene typische Grundwasserfauna aufweist. Allerdings gibt es erhebliche Unter-

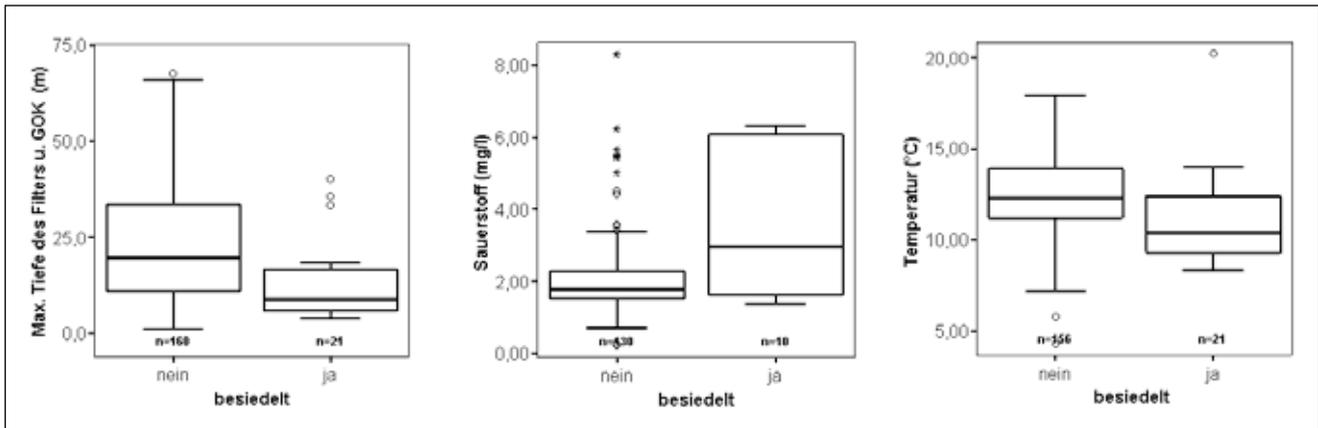


Abb. 5: Vergleich besiedelter und unbesiedelter Messstellen.
 Links: Maximale Tiefe der Filterschlitzes des Rohres unter Geländeoberkante, Mitte: Sauerstoffgehalt,
 rechts: Temperatur

Fig. 5: Comparison of sites with and without fauna.
 Left side: maximal depth of the filter screens, mid: oxygen concentration, right side: temperature

schiede hinsichtlich der jeweiligen Landschaft und der geologischen Gegebenheiten. Während die unbedeckten sandigen Grundwasserleiter vergleichsweise gut besiedelt sind, ist die Fauna unter den Grundmoränengebieten und in der Innenstadt stark verarmt. Mit einem einzelnen Faktor lassen sich diese Beobachtungen allerdings nicht begründen.

Die aktuellen Untersuchungen können einen ersten Eindruck über die Fauna im Berliner Grundwasser vermitteln und zeigen, dass in Berlin die grundsätzlichen Voraussetzungen für ein Biomonitoring im Grundwasser gegeben sind. Dieses umzusetzen bedarf es jedoch noch weiterer Daten.

Zusammenfassung

Im Rahmen einer ersten Übersichtskartierung der Grundwasserfauna Berlins wurden von Oktober 2012 bis April 2013 181 repräsentative Grundwassermessstellen einmalig beprobt. Dabei wurden in 21 Messstellen insgesamt 465 vielzellige Tiere aus zwölf Arten und vier höheren Taxa gefunden, darunter mit *Parastenocaris phyllura* eine echte Grundwasserform. Die anderen Tiere waren stygophil, teilweise auch stygoxene Oberflächenarten. Es dominierten Nematoda, Crustacea, Mikroturbellaria und Oligochaeta. Die Stetigkeit der Besiedlung war mit knapp 12 % niedrig. Stetigkeit und Artenspektrum decken sich mit den Befunden anderer Untersuchungen aus Norddeutschland.

Die Verbreitungsmuster ließen erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Naturräumen und geologischen Einheiten erkennen. So waren das Urstromtal und die Nauener Platte sowie insgesamt die unbedeckten sandigen Ablagerungen wesentlich stetiger, diverser und abundanter besiedelt als die fast faunafreien, mit Geschiebemergel bedeckten Grundmoränengebiete vor allem der

Barnim- und der Teltow-Hochfläche. Als weitgehend frei von vielzelligen Tieren erwiesen sich die urbanen Bereiche mit dichterem Bebauung.

Die besiedelten Messstellen waren flacher als die unbesiedelten, die Sauerstoffgehalte höher und die Temperaturen niedriger. Belastbare Aussagen über die Zusammenhänge von Besiedlung und Umwelt sind derzeit aber noch nicht möglich. Angenommen werden vor allem grundsätzlich schwierige Lebensbedingungen im sauerstoffarmen Grundwasser der norddeutschen Tiefebene, welche sich unter den schwer durchlässigen Geschiebemergeln der Grundmoränen und im anthropogen massiv überprägten Stadtgebiet noch verschlechtern.

Summary

For a first recording of the groundwater fauna of Berlin, 181 representative monitoring wells were sampled once from October 2012 to April 2013. Fauna was absent from most sites, but occurred in 21 wells, where, in total, 465 metazoans from twelve species and four higher taxa were found. *Parastenocaris phyllura* was the only stygobite, while the other species were stygobiontic or even stygoxenous. The prevailing taxa were nematods, crustacean, microturbellarians and oligochetes. The taxa recorded were in accordance with other studies from northern Germany as well as the relative frequency of populated sites, which was 12 % for Berlin.

The distribution patterns displayed differences between the different natural geographic regions and geological units of Berlin. The groundwater of the Warsaw-Berlin glacial valley and the Nauener Plate harboured a relatively diverse and frequent fauna, while metazoans were nearly absent below the ground moraines, in particular of the Barnim and Teltow high plateaus. Also, groundwater fauna was found to be absent from the urban areas.

The wells harbouring metazoans were shallower compared to the sites without fauna, their oxygen concentrations were higher and temperature lower. However, reliable statements on the correlations between fauna and environmental factors in Berlin are yet not possible. It seems that living conditions are harsh in the northern German groundwater, due to low oxygen concentrations and fine sediments, and are even worse below the almost impermeable ground moraines of the Barnim and Teltow high plateaus. Additional, intensive land use probably affects the fauna.

Literatur

- ARNSCHEIDT, J., HAHN, H. J. & A. FUCHS (2009): Aquatic subterranean crustacea in Ireland: results and new records from a pilot study. – *Cave and Karst Science* **35**, 1/2, S. 53 – 58, Buxton
- DANIELOPOL, D. (1989): Groundwater fauna associated with riverine aquifer. – *J. N. Am. Benth. Soc.* **8**, S. 18 – 35, Washington
- DANIELOPOL, D., GRIEBLER, C., GUNATILAKA, A., HAHN, H. J., GIBERT, J., MERMILLOD-BLONDIN, G., MESSANA, G., NOTENBOOM, J. & B. SKET (2008): Incorporation of groundwater ecology in environmental policy. – In: QUEVAUVILLER, Ph. (Hrsg.): *Groundwater Science & Policy*. – The Royal Society of Chemistry, S. 671 – 689, London (RSC Publishing)
- DEHARVENG, L., STOCH, F., GIBERT, J., BEDOS, A., GALASSI, D., ZAGMAJSTER, M., BRANCELJI, A., CAMACHO, A., FIERS, F., MARTIN, P., GIANI, N., MAGNIEZ, G. & P. MARMONIER (2009): Groundwater biodiversity in Europe. – *Freshwater Biology* **54**, 4, S. 709 – 726, Oxford
- EU_GWRL (2006): Richtlinie 2006/118/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutze des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, 13 S., Brüssel.
- FUCHS, A., HAHN, H. J. & K.-P. BARUFKE (2006): Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg. – *Grundwasserschutz* **32**, 71 S., Karlsruhe (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW)
- GIBERT, J. & D. CULVER (2009): Assessing and conserving groundwater biodiversity. – *Freshwater Biology* **54**, 4, Special issue, S. 639 – 941, Oxford
- GLATZEL, T. (1989): Eine Bestandsaufnahme der Grundwasserfauna Nord-West-Niedersachsens unter besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. – *Drosera* **1/2**, S. 11 – 22, Oldenburg
- GRIEBLER, C., HAHN, H. J., STEIN, H., KELLERMANN, C., BERKHOFF, S., STEUBE & A. FUCHS (2013): Entwicklung biologischer Bewertungsmethoden und -kriterien für Grundwasserökosysteme. – Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau (im Druck)
- GRIEBLER, C., STEIN, H., KELLERMANN, C., BERKHOFF, S., BRIELMANN, H., SCHMIDT, S. I., SELESI, D., STEUBE, C., FUCHS, A. & H. J. HAHN (2010): Ecological assessment of groundwater ecosystems – Vision or illusion? – *Ecological Engineering* **36**, S. 1174 – 1190, Oxford
- HAHN, H. J. & E. FRIEDRICH (1999): Brauchen wir ein faunistisch begründetes Grundwassermonitoring und was kann es leisten? – *Grundwasser* **4**, S. 147 – 154, Berlin, Heidelberg
- HAHN, H. J. & A. FUCHS (2009): Distribution patterns of groundwater communities across aquifer types in southwestern Germany. – *Freshwater Biology* **54**, 4, S. 848 – 860, Oxford
- HAHN, H. J. (2006): A first approach to a quantitative ecological assessment of groundwater habitats: The GW-Fauna-Index. – *Limnologica* **36**, 2, S. 119 – 137, Berlin
- HUNKELER, D., GOLDSCHNEIDER, N., ROSSI, P. & C. BURN (2006): Biozönosen im Grundwasser - Grundlagen und Methoden der Charakterisierung von mikrobiellen Gemeinschaften. – *Umweltwissen Nr. 0603*, 113 S., Bern (Bundesamt für Umwelt)
- KORBEL, K. L. (2012): Robust and sensitive indicators of groundwater health and biodiversity. – Phd theses, University of Technology, 246 S., Sydney
- LIMBERG, A. & A. SONNTAG (2012): Beiheft zur Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000, Berlin. – 30 S., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin, in Zusammenarbeit m. d. Landesamt f. Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Brandenburg und d. Landesvermessung und Geobasisdateninformation Brandenburg
- MATZKE, D. (2006): Untersuchungen zum Verhalten von Grundwasserfauna in Altlastflächen mit vorangegangenen Vergleich unterschiedlicher Sammeltechniken. – Dissertation Universität Koblenz-Landau, 229 S., Koblenz
- MATZKE, D., FUCHS, A., BERKHOFF, S. E., BORG, J. & H. J. HAHN (2009): Erhebung und Bewertung der Grundwasserfauna Sachsen-Anhalts. – Untersuchung im Auftrag des LHW Sachsen-Anhalt, 100 S., http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Master-Bibliothek/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/5.1/Dokumente_GLD/Abschlussbericht_GW_Fauna_2009.pdf

STEIN, H., GRIEBLER, C., BERKHOFF, S. E., MATZKE, D., FUCHS, A. & H. J. HAHN (2012): Stygoregions – a promising approach to a bioregional classification of groundwater systems. – *Scientific Reports* **2**, S. 673, DOI: 10.1038/srep00673

THIENEMANN, A. (1950): Die Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Versuch einer historischen Tiergeographie. – *Die Binnengewässer* **18**, XVI, S. 1 – 809, Stuttgart

Anschriften der Autoren:

Hans Jürgen Hahn
Universität Koblenz-Landau
Campus Landau
Fortstr. 7
76829 Landau
hjhahn@uni-landau.de

Dirk Matzke
Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH
Regionalbüro Nord
Unter den Eichen 24
39517 Burgstall
dirk.matzke@grounddwaterecology.de

Anette Kolberg
Alexander Limberg
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz,
Geologie und Grundwassermanagement
Brückenstr. 6
10176 Berlin
annette.kolberg@senstadtum.berlin.de
alexander.limberg@senstadtum.berlin.de

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 93 – 100	4 Abb., 9 Zit.
------------------------------	---------	----------------	-------------	----------------

Einfluss des Klimawandels auf die Grundwasserstände im Urstromtal von Berlin – Orientierende Untersuchungen

The impact of climate change on the groundwater level – orientating investigations

HARTMUT VERLEGER & ALEXANDER LIMBERG

1 Einführung und Problemstellung

Die Kenntnis der Entwicklung der Grundwasserstände ist nicht nur für die Planung und Bemessung von Bauwerken, sondern auch für die Trinkwasserversorgung und die Ökologie von großer Bedeutung. Besonders im Berliner Innenstadtbereich, der geologisch gesehen über weite Teile im Urstromtal liegt und deshalb durch z. T. sehr geringe Grundwasserflurabstände gekennzeichnet ist, können schon geringe Änderungen der Grundwasserstände große Auswirkungen haben. Im urbanen Ballungsraum Berlin wurde und wird das Grundwasser stark anthropogen beeinflusst. Das Wasser für die öffentliche Wasserversorgung wird zu 100 % aus dem Grundwasser und weitgehend aus dem eigenen Stadtgebiet bezogen, für viele große Baumaßnahmen werden temporäre Grundwasserhaltungen betrieben und es gibt zahlreiche Eigenwasserversorgungsanlagen. Der starke Rückgang der Grundwasserförderung in den letzten beiden Dekaden hat das Grundwasser stadtwid wieder ansteigen lassen und zu zahlreichen Vernäsungsproblemen, meist an nicht fachgerecht abgedichteten Gebäuden geführt. Die Öffentlichkeit reagiert auf Grundwasserstandsänderungen jeglicher Art deshalb hochgradig sensibel.

Für die richtige Bauwerksbemessung ist die Kenntnis des höchsten Grundwasserstandes äußerst wichtig. Dieser wurde von der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin mittels eines stadtwidigen Grundwasserströmungsmodells als zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW) speziell für das Urstromtal ermittelt (LIMBERG, HÖRMANN & VERLEGER 2010) und findet in der amtlichen Grundwasserauskunft Verwendung.

Dieser Höchstwert gilt aber nur unter den aktuellen klimatischen Randbedingungen. Nach Modellierungen der Humboldt-Universität Berlin können die veränderten Klimabedingungen in den nächsten Dekaden die Grundwasserneubildung nachhaltig beeinflussen (ZEITZ & LÖSCHNER 2007). Die spannende Frage lautet nun: Wie wirken sich

mögliche Änderungen der Grundwasserneubildung auf die Grundwasserstände im Urstromtal von Berlin aus?

Erste orientierende Abschätzungen wurden jetzt von der HTW in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement durchgeführt.

2 Geologisch-hydrogeologischer Überblick

Das heute von der Stadt Berlin eingenommene Gebiet wurde morphologisch und geologisch durch die Weichsel-Kaltzeit geprägt. Die wichtigsten Einheiten an der Oberfläche bilden das tief gelegene Warschau-Berliner Urstromtal mit dem Nebental der Panke (Abb. 1). Hier sind vorwiegend gut wasserdurchlässige, sandige und kiesige Lockersedimente verbreitet. Der Grundwasserflurabstand beträgt nur wenige Meter, an einigen Stellen nur einige Dezimeter. Auf der Barnim-Hochfläche im Norden sowie auf der Teltow-Hochfläche im Süden und der Nauener Platte im Südwesten, die jeweils zu weiten Teilen mit mächtigen, schlecht wasserdurchlässigen Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehmern der Grundmoränen bedeckt sind, kommt das Grundwasser erst in größeren Tiefen vor. Im Bereich dieser Grundmoränen kann sich jedoch oberflächennahes Grundwasser (sogenanntes Schichtenwasser) ausbilden.

Die Verringerung der Förderung für die öffentliche Wasserversorgung aufgrund des Verbrauchrückgangs seit Ende der 1980er Jahre führte stadtwid – vor allem durch Auffüllung der Senktrichter um die Wasserwerke – zu einem Wiederanstieg des Grundwassers, der im Urstromtal mehr als einen halben Meter (schraffierte Fläche in Abb. 1) bzw. einen bis zu mehreren Metern (kreuzschraffierte Fläche in Abb. 1) betragen konnte.

Auch im Innenstadtbereich, der nicht im Einflussbereich der Wasserwerke liegt, sind die Grundwasserverhältnisse schon seit über 100 Jahren stark anthropogen überprägt. Beispielhaft sei das anhand der Grundwasserstandsganglinie einer Messstelle in Berlin-Mitte im Folgenden erläutert (Abb. 2):

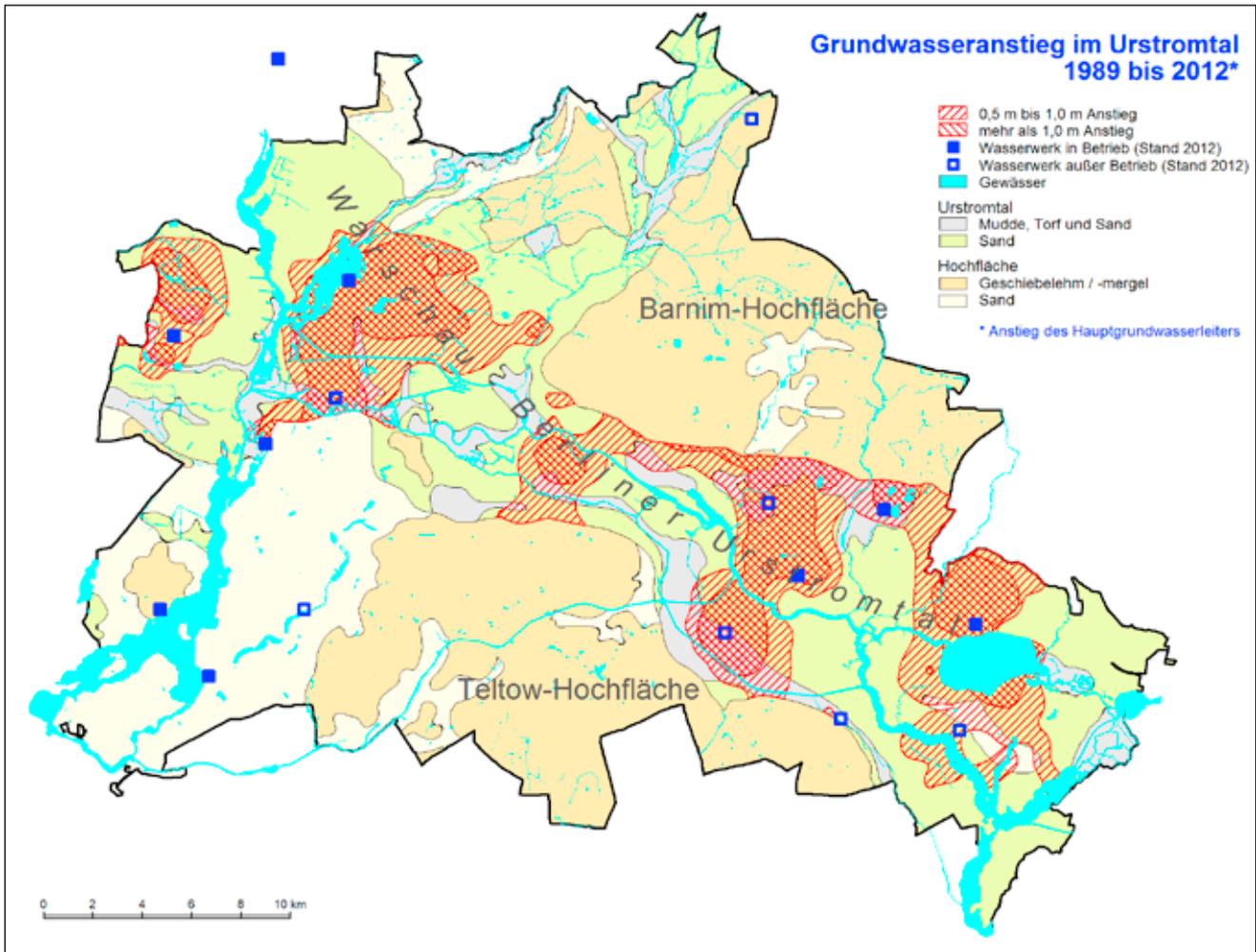


Abb. 1: Geologische Skizze von Berlin mit Lage der Wasserwerke und dem Wiederanstieg des Grundwassers im Urstromtal von 1989 bis 2012

Fig. 1: Geological outline map of Berlin with position of the waterworks and the rise of the groundwater table in the glacial valley from 1989 to 2012

Bis 1890 sind die noch weitgehend natürlichen saisonalen Schwankungen des Grundwasserstandes zu erkennen. Mit dem Wachsen der Großstadt, zunehmender Versiegelung und Bau von kleinen Trinkwasserbrunnen wurde die Amplitude kleiner und der Grundwasserstand bis zum Jahre 1905 moderat abgesenkt. Danach senkten die Wasserhaltungen für große Baumaßnahmen wie den U- und S-Bahnbau sowie den Bau der Reichsbank mit ihren tiefen Kellern das Grundwasser um über 10 m großflächig ab. Beim Zusammenbruch 1945 stieg es sofort bis fast auf die ursprünglichen Verhältnisse wieder an. Während der Wiederaufbaujahre wurde es dann mehrfach abgesenkt. Seit Einstellung der großen Baumaßnahmen mit Grundwasserhaltung steht das Grundwasser jetzt auf hohem Niveau an, und größere Niederschlagsereignisse führen schnell zu kurzzeitigen Anstiegen. Das verursacht hier – wie auch in anderen Bereichen der Stadt – bei Gebäuden, die nicht fachgerecht gegen den höchsten zu erwartenden Grundwasserstand abgedichtet sind, vielfach Vernässungsschäden.

3 Prognosen des Klimawandels für das Land Berlin

Nach Klimamodellen ist das nordostdeutsche Tiefland besonders durch einen Rückgang des Sommerniederschlags betroffen. Da die Region Berlin-Brandenburg gegenwärtig schon geringe Niederschlagsmengen aufweist, hätte dies negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und würde die Situation erheblich verschärfen. Eine Studie des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) hat mittels Modellierung für die gesamte Fläche Brandenburgs für den Zeitraum 2040 – 2050 einen Rückgang der Grundwasserneubildung um 42 % berechnet (GERSTENGARBE et al 2003).

Speziell für Berlin wurden Modellierungen zu den Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Grundwasserneubildung von der Humboldt-Universität Berlin durchgeführt (ZEITZ & LÖSCHNER 2007). Unter Berücksichtigung von zwei unterschiedlichen Szenarien in einer feuchten und einer trockenen Variante, konnten mit Hilfe des Abflussbildungsmodells ABIMO 3 (GLUGLA & FÜRTIG 1997, GLUGLA et al. 1999, SPEKAT, ENKE & KREIENKAMPF 2007) die wichtigen Größen des

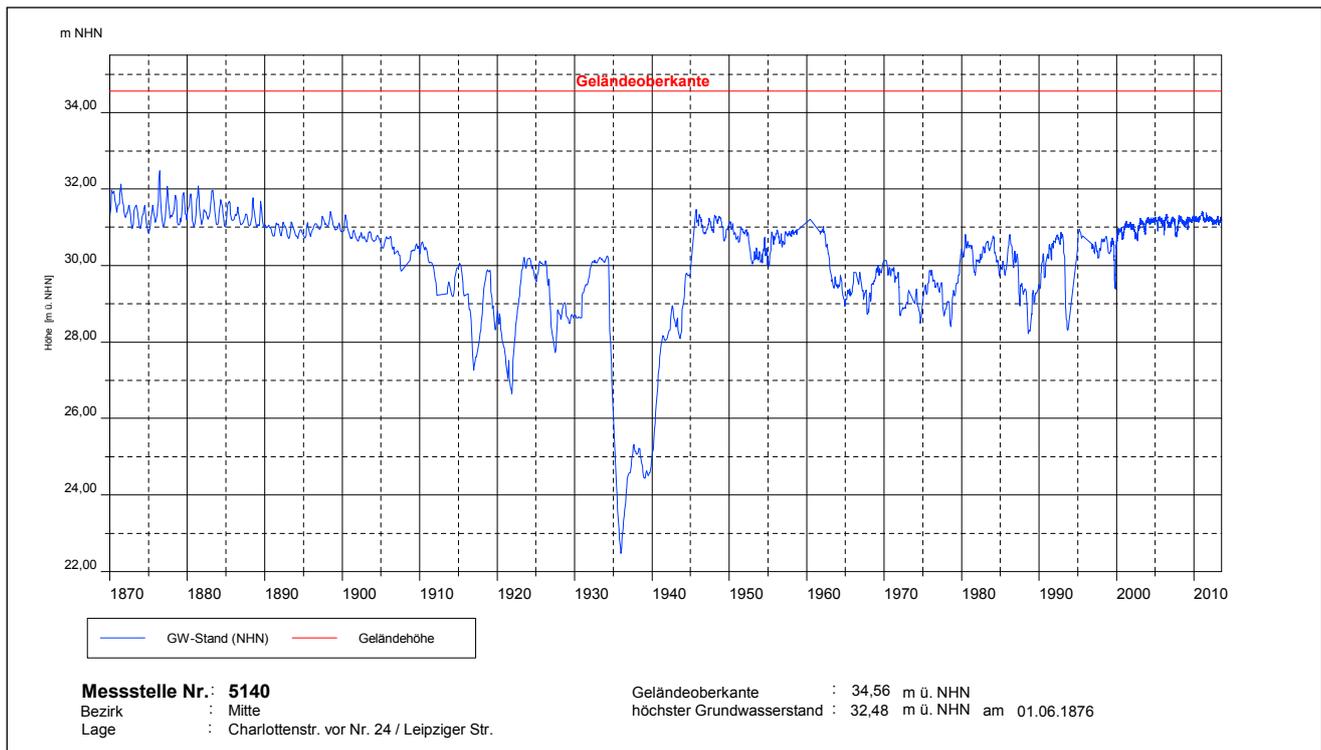


Abb. 2: Grundwasserstandsganglinie einer Messstelle in Berlin Mitte mit Messungen seit 1870

Fig. 2: Groundwater hydrograph of an observation well with measurements since 1870

Wasserhaushalts Gesamtabfluss, Oberflächenabfluss, Versickerung und die Grundwasserneubildung für die Dekaden 2011 – 2020 und 2031 – 2040 errechnet werden. Durch die Darstellung einer trockenen und feuchten Variante entsteht eine Bandbreite der möglichen Grundwasserneubildung. Für die Dekade 2031 – 2040 ergäbe sich eine Verminderung der Grundwasserneubildung um etwa 14 % zum Vergleichszeitraum 1961 – 1990. Hingegen könnte die Grundwasserneubildung bei Annahme der feuchten Variante im Vergleich zum Ausgangszeitraum um etwa 30 % zunehmen.

4 Grundwassermodellrechnungen

Zielstellung der durchgeführten Grundwassermodellrechnungen ist eine erste Abschätzung, wie weit sich die prognostizierten möglichen Änderungen der Grundwasserneubildung auf die Höhe der Grundwasseroberfläche auswirken können. Betrachtet wird hier der zentrale, dicht besiedelte Bereich von Berlin (Berlin-Mitte, Berlin-Kreuzberg und angrenzende Bezirke), der geologisch gesehen im Berliner Urstromtal liegt.

Mit einem numerischen Grundwasserströmungsmodell wurden Modellsimulationen mit unterschiedlicher Grundwasserneubildung vorgenommen und deren Einfluss auf die Grundwasserhöhe berechnet und dargestellt. Die Ergebnisse dieser Simulationen und ihre kritische Bewertung sollen eine Basis für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen bzw. einen Beitrag für vorläufige Ableitungen eventuell erforderlicher Maßnahmen liefern.

4.1 Numerisches Grundwasserströmungsmodell

Das benutzte Grundwasserströmungsmodell wurde bereits 2003 für das gesamte Gebiet des Landes Berlin konzipiert und ist anschließend schrittweise aufgebaut und weiterentwickelt worden. Im Bereich des Berliner Urstromtals wurde es seitdem für verschiedene wasserwirtschaftliche Fragestellungen eingesetzt. Hierzu zählten u. a. Simulationen zur Beeinflussung der Höhe der Grundwasseroberfläche durch die Berliner Wasserwerke für die Überprüfung der Wirksamkeit der Grundwassersteuerungsverordnung des Landes Berlin und die Entwicklung einer Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes (zeHGW).

Im gegenwärtigen Ausbaustand lassen sich mit dem Modell hydraulisch stationäre Berechnungen für den Bereich des Berliner Urstromtals vornehmen.

Als Simulator ist das Programmsystem MODFLOW verwendet worden. Das Modell umfasst nach der Tiefe hin das gesamte Süßwasserstockwerk, dessen Basis der miteloligozäne Rupelton bildet. Es ist in einzelne Modellschichten unterteilt, wobei die oberste für den Hauptgrundwasserleiter – und damit das oberste Grundwasser im Urstromtal – steht (GWL 1 und GWL 2, gemäß der Berliner Grundwasserleiternomenklatur nach LIMBERG & THIERBACH 2002). Die hydrogeologische Struktur des Modells basiert auf einer Vielzahl von Daten und Informationen aus Schichtenverzeichnissen von Bohrungen und geologischen Schnitten.

Das Modell ist für den Hauptgrundwasserleiter kalibriert und verifiziert worden, wobei auf eine sehr große Datenmenge hinsichtlich gemessener Grundwasserstände, Grundwasserentnahmen und -anreicherungen sowie Spiegelhöhen der Oberflächengewässer zurückgegriffen werden konnte. Als Kalibrierungszeitraum sind das Jahr 2004 und als Verifizierungszeitraum das Jahr 2001 benutzt worden. In beiden Jahren war die Beanspruchung des Hauptgrundwasserleiters unterschiedlich, aber es herrschten annähernd durchschnittliche klimatische Bedingungen. Grundlage für die dem Modell vorgegebene Grundwasserneubildung bildete die Karte der Grundwasserneubildung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, die für mittlere klimatische Verhältnisse gilt (UMWELTATLAS BERLIN 2007). Näheres zum Grundwasserströmungsmodell findet sich in LIMBERG, HÖRMANN & VERLEGER (2010).

4.2 Modellsimulationen

Insgesamt wurden drei Modellsimulationen durchgeführt.

Simulation 1: Aktuelle Grundwasserneubildung (Jahresreihe 1961 – 1990)

Die Grundwasserneubildung entspricht in etwa derjenigen, die als derzeitige Grundwasserneubildung auf der Karte der Senatsverwaltung dargestellt ist. Einzelne Abweichungen hiervon ergaben sich bei der Kalibrierung. Die Spiegelhöhen der Oberflächengewässer, soweit sie implementiert sind, entsprechen dem Jahresmittel der Spiegelhöhen des klimatisch durchschnittlichen Jahres 2004. Mit diesen hydraulischen Randbedingungen wird der „Istzustand“ definiert. Um den Einfluss temporär variierender künstlicher Eingriffe auszuschließen, finden bei dieser Simulation keine Grundwasserentnahmen und -anreicherungen (durch die Berliner Wasserbetriebe oder andere Nutzer) statt. Das Ergebnis dieser Simulation – die Grundwasserhöhenverteilung im Hauptgrundwasserleiter – dient als Bezugsgröße für die nachfolgenden Berechnungen.

Simulation 2: Aktuelle Grundwasserneubildung –14 %

Bei dieser Simulation wurde die Grundwasserneubildung gegenüber dem Istzustand um 14 % herabgesetzt. Diese Verminderung betraf alle Teilflächen gleichmäßig – also unabhängig von der Höhe der Grundwasserneubildung. Alle anderen Randbedingungen blieben unverändert. Anschließend wurden die Differenzen zwischen den neu berechneten Grundwasser-Potenzialen und denen des Istzustandes berechnet und in Form von Isolinien dargestellt.

Die Absenkung der Grundwasseroberfläche infolge einer Abnahme der Grundwasserneubildung um 14 % zeigt Abbildung 3. Es wird deutlich, dass die Grundwasserabsen-

kung bei diesem Szenario im zentralen Bereich von Berlin recht gering ist. Abgesehen von den Randbereichen des Urstromtals an der Barnim- und der Teltow-Hochfläche errechnen sich Beträge von weniger als 15 cm. Dass sich in der Nähe der größeren Oberflächengewässer, die die Vorflut für das Grundwasser bilden – hier insbesondere die Spree – nur Höhenveränderungen im unteren Zentimeter-Bereich zeigen, liegt daran, dass die Spiegelhöhen der Oberflächengewässer bei dieser Simulation gegenüber dem Ausgangszustand nicht verändert wurden. Dieser Ansatz ist insofern gerechtfertigt, als die Schwankungen der Spiegelhöhen der größeren, schiffbaren Oberflächengewässer durch Stauhaltungen begrenzt sind. Größere Änderungen der Stauziele dürften aus Gründen der Schifffahrt hier nicht zu erwarten sein.

Je größer die Entfernung von der Vorflut ist, desto stärker wirken sich Änderungen der Grundwasserneubildung auf die Grundwasserhöhe aus. Darüber hinaus spielt auch die Transmissivität des Grundwasserleiters eine Rolle: Je geringer die Transmissivität, desto größer die Höhenänderung (u. a. TAMME 2010). Die Transmissivität des Hauptgrundwasserleiters ist am Rande des Urstromtals häufig etwas geringer als im zentralen Bereich.

Simulation 3: Aktuelle Grundwasserneubildung +30 %

Für die dritte Modellsimulation wurde die Grundwasserneubildung gegenüber der Ausgangssituation pauschal um 30 % erhöht. Alle anderen Randbedingungen entsprechen dem Szenario einer Verminderung um 14 %.

Abbildung 4 zeigt die berechnete Verteilung der Grundwasseraufhöhung.

Da die Spiegelhöhen der Oberflächengewässer auch in diesem Szenario unverändert bleiben, zeigen sich die geringsten Änderungen der Grundwasserhöhen in deren Nähe, die größten am Rande des Urstromtals. Erwartungsgemäß sind die Änderungen gegenüber dem Ausgangszustand jedoch um einiges höher als beim ersten Szenario.

Im zentralen Bereich liegt die rechnerische Aufhöhung der Grundwasseroberfläche unter 20 cm, im engeren Gebiet von Berlin-Mitte meist unter 10 cm. Für den Rand des Urstromtals im Betrachtungsgebiet ergeben sich jedoch Aufhöhungen bis etwa 35 cm.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die durchgeführten Modelluntersuchungen vermitteln eine erste Einschätzung möglicher Änderungen des Grundwasserstandes im zentralen Bereich von Berlin. Aus den Ergebnissen, die natürlich maßgeblich von der derzeit noch recht unsicheren Prognose hinsichtlich der langfristigen Entwicklung der Grundwasserneubildung abhängen, lassen sich einige vorläufige Schlüsse ziehen:

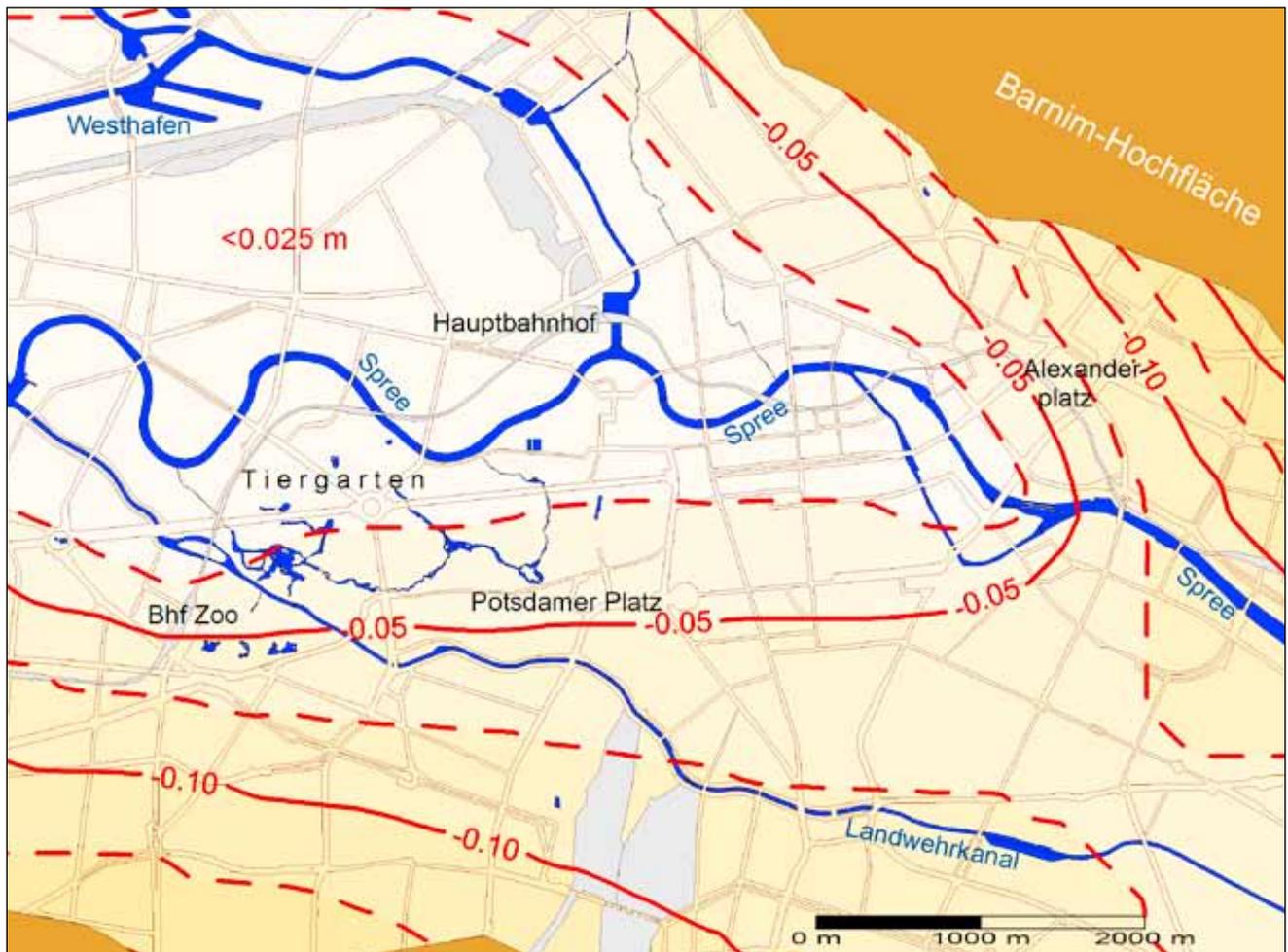


Abb. 3: Absenkung der Grundwasseroberfläche bei einer Verminderung der Grundwasserneubildung um 14 % (Angabe in m)

Fig. 3: Lowering of the groundwater table due to the reduction of the groundwater recharge by 14 % (the values are stated in meters)

Eine Grundwasserabsenkung infolge der Abnahme der Grundwasserneubildung, wie sie nach der gegenwärtigen Prognose möglich sein kann, wird im untersuchten Bereich hinsichtlich einer Grundwassernutzung oder bautechnischer Fragen wohl kaum zu Problemen führen.

Erheblich vorsichtiger muss der mögliche Grundwasseranstieg bewertet werden. Abgesehen von den sehr niedrigen Anstiegsbeträgen in der Nähe der Spree kann ein Grundwasseranstieg, auch wenn er nur im untersten Dezimeterbereich stattfindet, vor allem bautechnisch zu Problemen (z. B. Kellervernässung) führen oder bereits bestehende Probleme verstärken. Die Modellrechnungen haben die Problemgebiete, nämlich die Randbereiche des Berliner Urstromtals, aufgezeigt.

Kritisch ist zu den Berechnungen zu sagen, dass das benutzte Grundwasserströmungsmodell, auch wenn ihm eine sehr große Datenmenge zugrunde liegt und es plausible Ergebnisse geliefert hat, insbesondere in den problematischen Randbereichen noch verbesserungsfähig ist. Letzteres betrifft z. B. die Implementierung weiterer kleiner Oberflächengewässer, deren Bedeutung für die Drainage eines Gebietes nicht zu unterschätzen ist. Ferner sind bisher

nur stationäre Simulationen möglich. Alle hier berechneten Grundwasserhöhen sind Jahresmittelwerte. Ein Ausbau zu einem hydraulisch instationären Modell ist vorgesehen, mit dem weitergehende Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen auf den zu erwartenden höchsten Grundwasserstand vorgenommen werden können.

Das Szenario einer Zunahme der Grundwasserneubildung um 30 % als Jahresdurchschnitt ist nach den gegenwärtigen Prognosen zwar eine Extremsituation, aber eben auch nicht völlig auszuschließen. Da sich im Zuge des Klimawandels gerade die Wintertemperaturen erhöhen sollen, erscheint ein Anstieg der vorwiegend zu dieser Zeit stattfindenden Grundwasserneubildung wahrscheinlicher, da die Grundwasserneubildung infolge seltenerer Bodengefrorenis begünstigt würde. Tatsächlich deutet die Entwicklung des Grundwasserstandes in den letzten Jahren eher auf einen Anstieg als auf eine Absenkung der Grundwasseroberfläche in Berlin hin. Eine Gegenmaßnahme kann z. B. die Pflege von Gräben und sonstigen Dränagen sein. Auch Maßnahmen, die zu einer zusätzlichen Anhebung der Grundwasseroberfläche führen (z. B. Grundwasseraufstau durch Bauwerke, deren

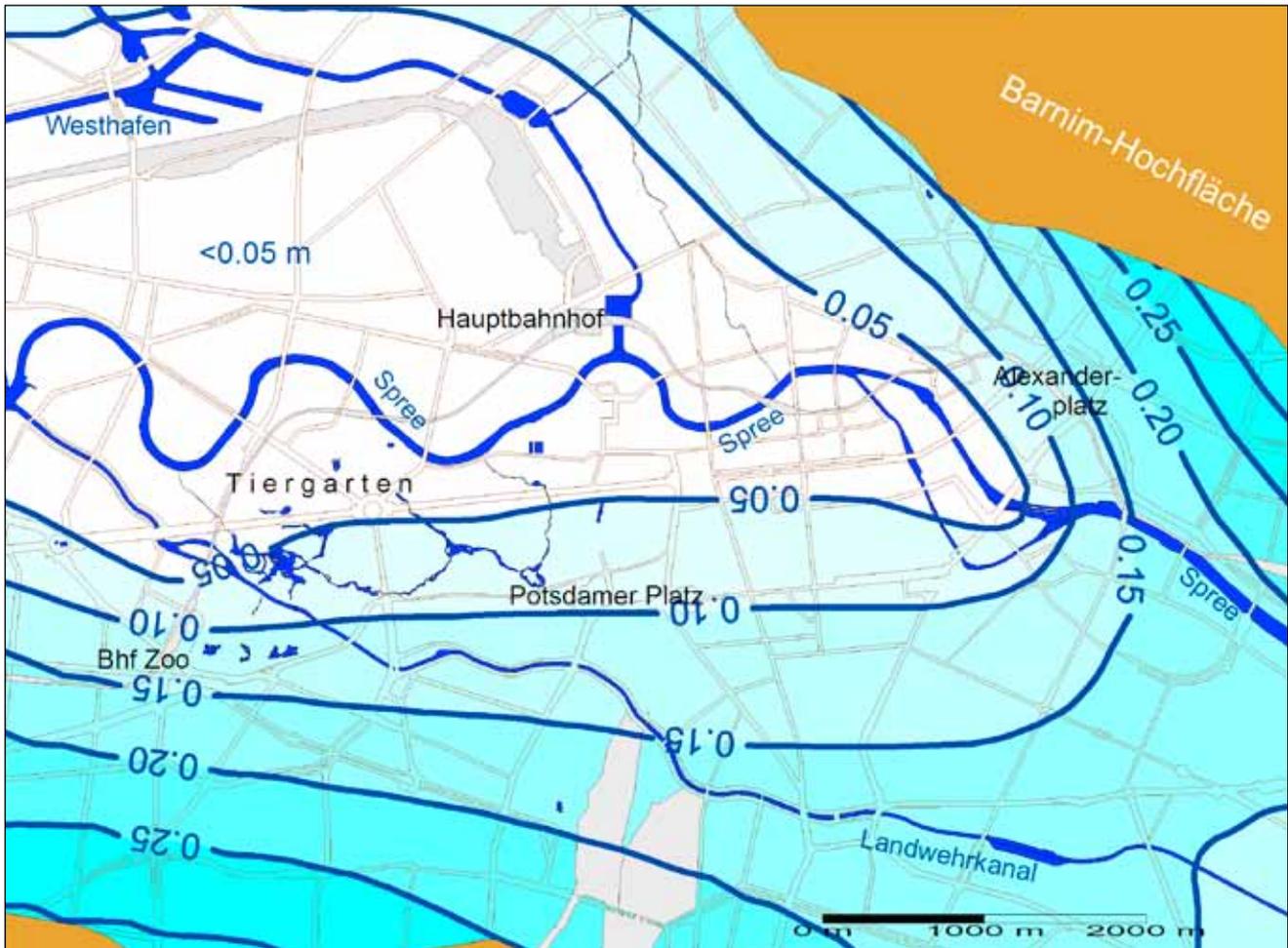


Abb. 4: Aufhöhung der Grundwasseroberfläche bei einer Zunahme der Grundwasserneubildung um 30 % (Angabe in m)

Fig. 4: Rise of the groundwater table due to the increase of the groundwater recharge by 30 % (the values are stated in meters)

Fundamente tief in den Grundwasserkörper einbinden) sollten insbesondere dann kritisch bewertet werden, wenn sie nur schwer rückgängig gemacht werden können.

Da für die Stadt ein Anstieg der Grundwasseroberfläche mehr Probleme mit sich bringt als eine geringe Absenkung, wird die Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement dieses Thema im Sinne einer vorausschauenden Planung durch intensive Grundwasserbeobachtung und begleitende Untersuchungen weiter verfolgen.

Zusammenfassung

Speziell für Berlin wurden Modellierungen zu den Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Grundwasserneubildung durchgeführt. Für die Dekade 2031 – 2040 ergäbe sich für eine trockene Variante eine Verminderung der Grundwasserneubildung um etwa 14 % zum Vergleichszeitraum 1961 – 1990. Hingegen könnte die Grundwasserneubildung bei Annahme der feuchten Variante im Vergleich zum Ausgangszeitraum um etwa 30 % zunehmen.

Von der Hochschule für Technik und Wirtschaft wurden in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement mit einem numerischen Grundwasserströmungsmodell für diese unterschiedlichen Grundwasserneubildungen Modellsimulationen vorgenommen und deren Einfluss auf die Grundwasserhöhe berechnet und dargestellt. Die Ergebnisse dieser Simulationen sollen als erste orientierende Abschätzung eine Basis für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen liefern. Im Resultat wird Folgendes deutlich:

Generell wirken sich Änderungen der Grundwasserneubildung mit größerer Entfernung von der Vorflut stärker auf die Grundwasserhöhe aus.

Infolge einer Abnahme der Grundwasserneubildung um 14 % ist die Absenkung der Grundwasseroberfläche im zentralen Bereich von Berlin recht gering. Abgesehen von den Randbereichen des Urstromtals an der Barnim- und der Teltow-Hochfläche errechnen sich Beträge der Grundwasserabsenkung von weniger als 15 cm.

Erwartungsgemäß sind die Änderungen gegenüber dem Ausgangszustand bei einer Zunahme der Grundwasserneubildung

bildung um 30 % jedoch um einiges höher als beim ersten Szenario. Im zentralen Bereich liegt die rechnerische Aufhöhung der Grundwasseroberfläche unter 20 cm, im engeren Gebiet von Berlin-Mitte in der Nähe der Spree meist unter 10 cm. Für den Rand des Urstromtals im betrachteten Gebiet fern der Vorfluter ergeben sich jedoch Grundwasseraufhöhungen bis etwa 35 cm.

Eine Grundwasserabsenkung infolge der Abnahme der Grundwasserneubildung, wie sie nach der gegenwärtigen Prognose möglich sein kann, wird im untersuchten Bereich wohl kaum hinsichtlich einer Grundwassernutzung oder bautechnischer Fragen zu Problemen führen.

Erheblich vorsichtiger muss der mögliche Grundwasseranstieg bewertet werden. Abgesehen von den sehr niedrigen Anstiegsbeträgen in der Nähe der Spree kann ein Grundwasseranstieg, auch wenn er nur im untersten Dezimeterbereich stattfindet, vor allem bautechnisch zu Problemen (z. B. Kellervernässung) führen oder bereits bestehende Probleme verstärken.

Die dargestellten Grundwasserhöhen wurden mit einer stationären Simulation berechnet und stellen aus diesem Grund Jahresmittelwerte dar. Sie sind deshalb nicht direkt auf den HGW bzw. den zeHGW übertragbar. Zur besseren Abschätzung des Einflusses des Klimawandels auf den höchsten Grundwasserstand sind instationäre Modellsimulationen vorgesehen.

Da für die Stadt ein Anstieg der Grundwasseroberfläche mehr Probleme mit sich bringt als eine geringe Absenkung, wird die Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement dieses Thema im Sinne einer vorausschauenden Planung durch intensive Grundwasserbeobachtung und begleitende Untersuchungen weiter verfolgen.

Summary

A Berlin case-modelling was carried out on the impact of climate change on groundwater recharge. For a dry variant, a reduction of groundwater recharge by about 14 % in the decade of 2031 – 2040 compared to 1961 – 1990 would be obtained. However, the groundwater recharge could increase by about 30 % upon acceptance of the humid variant compared to the previous mentioned period.

The “*Hochschule für Technik und Wirtschaft*“ in collaboration with the Working Group “*Geologie und Grundwassermanagement*” made for these different groundwater recharges, based on a numerical groundwater flow model, model simulations and calculated and displayed their impact on the groundwater level.

The results of these simulations are the first exploratory evaluations providing a basis for any necessary further investigations. The following results should be highlighted:

In general, changes in groundwater recharge with greater distance from the gaining stream have a stronger impact on the groundwater level.

Due to a decrease in groundwater recharge by 14 % lowering of the groundwater table in the central area of Berlin is quite low. Apart from the peripheral areas of the glacial

valley on the Barnim and Teltow plateau itself, values of groundwater lowering of less than 15 cm are calculated.

The changes, compared to the initial state, with an increase in groundwater recharge by 30 %, are much higher than in the first scenario. In the central area the calculated rise of the groundwater table is below 20 cm, in the narrow area of central Berlin, near the Spree usually less than 10 cm. For the considered edge of the glacial valley, far apart of the gaining streams, a rise of the groundwater table of approximately 35 cm can be expected.

A groundwater lowering due to the decrease of groundwater recharge, as it may be possible under the current forecast, will unlikely lead to problems in the investigated area in terms of groundwater use or constructional-related matters.

A potential rise of the groundwater table must be evaluated much more carefully. Besides the very low predicted rise of groundwater table near the Spree, a rise, even if it takes place only in the lowest decimeter range, could cause severe constructional problems (e. g. wet or flooded basements) or reinforce already existing problems.

The shown groundwater levels were calculated with a stationary simulation and therefore represent annual mean values. For this reason they are not directly applicable to the HGW, respectively the zeHGW. Instationary model simulations will be provided for better estimation of the influence of climate change on the highest ground water level.

As for the city, an increase of the groundwater table causes more problems than a minor lowering, the Working Group “*Geologie und Grundwassermanagement*” will pursue this issue in terms of forward planning by intensive groundwater monitoring and further accompanying investigations.

Literatur

- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F. & P. C. WERNER (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und die Landwirtschaft sowie Ableitungen erster Perspektiven. – PIK-Report No. 83, 96 S., Potsdam
- GLUGLA, G. & G. FÜRTIG (1997): Dokumentation zur Anwendung des Rechenprogramms ABIMO. – Bundesanstalt für Gewässerkunde, 19 S. und Anhang, Außenstelle Berlin
- GLUGLA, G., GOEDECKE, M., WESSOLEK, G. & G. FÜRTIG (1999): Langjährige Abflussbildung und Wasserhaushalt im urbanen Gebiet Berlin. – *Wasserwirtschaft* 89, 1, S. 34 – 41, Stuttgart
- LIMBERG, A., HÖRMANN, U. & H. VERLEGER (2010): Modellentwicklung zur Berechnung des höchsten Grundwasserstandes in Berlin. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* 17, 1/2, S. 23 – 37, Cottbus

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

SPEKAT, A., ENKE, W. & F. KREIENKAMPF (2007): Neuentwicklung von regionalen hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarien B1, A1B und A2. – Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben, Förderkennzeichen 204 41 138, 149 S., Potsdam

TAMME, B. (2010): Einfluss der Klimaerwärmung auf die Höhe der Grundwasseroberfläche am Beispiel der Region Berlin. – Masterarbeit, Universität Rostock, 79 S., Rostock (unveröff.)

UMWELTATLAS BERLIN (2007): Karte 02.17 Grundwasserneubildung (Ausgabe 2007). – Zugegriff am 07.05.2013: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia217.htm>

ZEITZ, J. & F. LÖSCHNER (2007): Berechnung der Grundwasserneubildung unter veränderten klimatischen Bedingungen. – Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin, 23 S., Berlin (unveröff.)

Anschrift der Autoren:

Alexander Limberg
Geologie und Grundwassermanagement,
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Brückenstraße 6
10179 Berlin
alexander.limberg@senstadtum.berlin.de

Prof. Dr. Hartmut Verleger
HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Bauingenieurwesen/Fachgebiete Geotechnik,
Umweltschutz
Wilhelminenhofstraße 75 A
12459 Berlin
DrVerleger@aol.com

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 101 – 107	1 Abb., 2 Taf., 28 Zit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	-------------------------

Ein neues Podocarpaceen-Holz, *Circoporoxylon barnimense*, aus dem Geschiebe von Brandenburg, Deutschland

A new Podocarpaceae-wood, *Circoporoxylon barnimense*, from the erratic blocks of Brandenburg, Germany

HERBERT SÜSS & HANS-RUDOLF KNÖFLER

Einleitung

Das in dieser Arbeit beschriebene verkieselte Holz wurde bei einer Begehung der Eiszeitgeschiebe im Raum des südlichen Barnim in unmittelbarer Nähe der Kiesgrube Zinnendorf an der Landstraße zwischen den Ortschaften Zinnendorf und Lichtenow aufgesammelt. In ihrer Umgebung werden Sande und Kiese der Sanderschüttung der sogenannten Frankfurter Eisrandlage abgebaut. Das Stück, Holz eines Stämmchens mit einem Durchmesser von ca. 6 cm und einer Länge von 15 cm und von brauner Farbe, ist in einem Sedimentsteinbrocken eingebettet.

Circoporoxylon KRÄUSEL 1949

Generotypus: *Circoporoxylon priscum* (PRILL) KRÄUSEL 1949

Für Podocarpaceen-Hölzer, die gebaut sind wie *Phyllocladoxylon* oder *Podocarpoxyton*, die Eiporen des Kreuzungsfeldes jedoch kreisförmig oder höchstens quer-oval, doch nie schräg-elliptisch sind, hat KRÄUSEL (1949) die Morphogattung *Circoporoxylon* aufgestellt und beschrieb davon 8 Arten. Einen Generotypus bestimmte er jedoch nicht. Erst KRÄUSEL & JAIN (1964) haben dies nachgeholt und legten fest, dass es „*Circoporoxylon priscum* (PRILL) Kräusel (1949, p. 116) (= *Podocarpoxyton priscum* Prill, in Kräusel, 1919a, p. 257, Pl. 18, Fig. 7; Text-Figs. 35-39) described from the Miocene of Silesia, Germany“ sein soll. In Unkenntnis, dass bereits KRÄUSEL & JAIN (1964) die Festlegung eines Generotypus nachgeholt hatten, haben MÜLLER-STOLL & SCHULTZE-MOTEL (1990) aus den von KRÄUSEL (1949) beschriebenen Arten nochmals einen Generotypus, *Circoporoxylon goeppertii* (CONWENTZ) KRÄUSEL, ausgewählt.

Circoporoxylon barnimense gen. nova

Abb. 1; Taf. I, Fig. 1 – 4; Taf. II, Fig. 1 – 4

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

Beschreibung des Holzes

Topographie

Sekundäres Stammholz mit Koniferenholzstruktur, aus Markkörper und Holzteil zusammengesetzt. Mark 1,7 – 1,8 mm im Durchmesser, aus großen dünnwandigen parenchymatischen Zellen und kleinen dickwandigen prosenchymatischen Zellen zusammengesetzt; große Zellen 40 x 45 µm bis 90 x 90 µm im Durchmesser, Wände 2 – 4 µm dick, kleine Zellen 15 x 25 µm bis 50 x 60 µm im Durchmesser, Wände 12 – 20 µm dick; beide Zelltypen sind im Markkörper mehr oder weniger regellos verteilt (Taf. I, Fig. 1). Holzteil aus Tracheiden und Holzstrahlen zusammengesetzt und aus mehr als 50 Zuwachszonen gebildet. Zuwachszonen 0,03 – 2,7 mm breit, in gut ausgebildeten Zuwachsringen des Frühholzes nahezu die gesamte Breite der Zuwachszone einnehmend und allmählich in das Spätholz übergehend, die Grenzen werden dann nur von ein bis zwei radial stark abgeflachter Tracheiden gebildet. Innerhalb einer Zuwachszone sind falsche und multiple Zuwachsringe und intra-annuelle Dichteschwankungen häufig vorhanden (Abb. 1; Taf. I, Fig. 1, 2, 4; Taf. II, Fig. 3). Blattspurstränge und Markflecken-ähnliche Wundgewebbildungen sind gelegentlich vorhanden (Taf. I, Fig. 2, 4). Tracheiden die Grundmasse des Holzes bildend, auf dem Querschnitt in radialen Reihen verlaufend, 2 – 12 Reihen zwischen den Holzstrahlen liegend. Holzstrahlen auf dem Querschnitt in radialer Richtung verlaufend, einreihig, 1 – 8 Zellen, meist 2 – 4 Zellen hoch, 6 – 7 Strahlen je mm (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 1, 2). Harzgänge und Holzparenchym nicht vorhanden.

Holzelemente

Tracheiden von rechteckigen bis quadratischen und runden Querschnittsformen; im ersten Zuwachsring nur 10 – 25 µm im Durchmesser (Taf. I, Fig. 1); im adulten Holz im Frühholz radial 20 – 35 µm, im Mittel 28 µm, tangential 15 – 40 µm, im Mittel 25 µm im Durchmesser, im letzten Spätholz radial 7 – 25 µm, im Mittel 16 µm, tangential 10 – 25 µm, im Mittel 18 µm im Durchmesser, Wandstärke 2,5 – 6 µm. Hoftüpfel auf radialen Wänden kreisförmig (abietoid), sehr locker, einreihig übereinanderstehend, Höfe

7 – 10 µm im Durchmesser und mit kleinem Porus (Taf. II, Fig. 1, 2). Holzstrahlzellen in Tangentialansicht mit vertikal ovalen Querschnittsformen, 8 – 28 µm, im Mittel 15 µm breit, Mittelzellen 22 – 40 µm, im Mittel 28 µm hoch, Endzellen 30 – 45 µm, im Mittel 33 µm hoch, 55 – 140 µm, im Mittel 100 µm lang (radial), Wände dünn, doppelte Wandstärke 3 – 4 µm, 1 – 2 kleine Eiporen im Kreuzungsfeld wegen dem weit fortgeschrittenen Zellwandabbau nur gelegentlich nachweisbar (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 1, 2).

Bestimmung

Die auf den radialen Tracheidenwänden runden, einreihig (abietod) übereinanderstehenden Hoftüpfel, die homogenen Holzstrahlen mit Eiporen in den Kreuzungsfeldern sowie das Fehlen von Holzparenchym und Harzgängen weisen auf die zu den Podocarpaceae gehörende Morphogattung *Circoporoxylon* KRÄUSEL (1949) hin.

Von *Circoporoxylon* wurden bisher folgende Arten beschrieben:

- *C. amarjolense* KRÄUSEL & JAIN 1964, Jura, Indien,
- *C. glyptostrobinum* (SCHMALHAUSEN) KRÄUSEL 1949, Tertiär, Europa, *Cupressinoxylon glyptostrobinum* SCHMALHAUSEN 1883,
- *C. goeppertii* (CONWENTZ) KRÄUSEL 1949, Tertiär, Südamerika, *Glyptostroboxylon Goeppertii* CONWENTZ 1884,
- *C. grandiporosum* MÜLLER-STOLL & SCHULTZE-MOTEL 1990, Jura, Europa,
- *C. hortii* (STOPES) KRÄUSEL 1949, Kreide, Jura?, Europa, Süd-Asien, *Cupressinoxylon hortii* STOPES 1915, *Mesembrioxylon* sp. SAHNI 1931,
- *C. mcgeei* (KNOWLTON) KRÄUSEL 1949, Kreide oder Jura, Nordamerika, *Cupressinoxylon mcgeei* KNOWLTON 1889, *C. cf. mcgeei* (KNOWLTON) GOTHAN 1907, *Podocarpoxyton mcgeei* (KNOWLTON) SINNOT et BARTLETT 1916 z. T., *?Cupressinoxylon* sp. (cf. *mcgeei* ?) SHIMAKURA 1936,
- *C. priscum* (PRILL) KRÄUSEL 1949, Tertiär, Europa, *Podocarpoxyton priscum* PRILL in PRILL & KRÄUSEL 1919,
- *C. sewardi* (SAHNI) KRÄUSEL 1949, Jura, Australien, *Mesembrioxylon sewardi* SAHNI 1920,
- *C. shanense* (SAHNI) KRÄUSEL 1949, Jura, Süd-Asien, *Mesembrioxylon shanense* SAHNI 1938,
- *C. woburnense* (STOPES) KRÄUSEL 1949, Kreide, Europa, *Podocarpoxyton woburnense* STOPES 1915, *Mesembrioxylon woburnense* (STOPES) SEWARD 1919.

Für einen Vergleich unseres Fossils mit diesen Arten kommen wegen des Fehlens von Holzparenchym nur die Arten *Circoporoxylon amarjolense*, *C. grandiporosum* und *C. shanense* in Betracht. Die im vorliegenden Fossil vorhandene Merkmalskombination „Hoftüpfel auf radialen Tracheidenwänden einreihig, Holzstrahlen meist 2 – 4 Zellen hoch und 1 – 2 kleine Eiporen im Kreuzungsfeld“ kommt jedoch bei diesen Arten nicht vor. *Circoporoxylon amarjolense* hat auf den radialen Tracheidenwänden neben einreihigen auch zweireihige Hoftüpfel und die Holzstrahlen sind bis 15 Zellen hoch. Bei *Circoporoxylon grandiporosum* sind auf den radialen Tracheidenwänden die Tüpfel stellenweise zweireihig opponiert, die Holzstrahlen bis 16 Zellen hoch

und die Eiporen im Kreuzungsfeld haben außergewöhnlich große Durchmesser. Des Weiteren sind im Holz von *Circoporoxylon shanense* die Holzstrahlen nur 1 – 2, höchstens 4 Zellen hoch.

Nach KRÄUSEL & JAIN (1964) soll auch in den Arten *Circoporoxylon goeppertii* und *C. woburnense* das Holzparenchym fehlen. Die Überprüfung in der Originalliteratur (CONWENTZ 1884, STOPES 1915) konnte dies jedoch nicht bestätigen.

Das in dieser Arbeit beschriebene Holz wird wegen seiner besonderen Struktur, von der es sich von allen bisher beschriebenen Arten abgrenzt, als eigene Art geführt und wegen seines Auffindens im Landschaftsgebiet Barnim *Circoporoxylon barnimense* sp. nova genannt.

Diagnose

Sekundärholz der Morphogattung *Circoporoxylon* KRÄUSEL mit Stammholzstruktur, Zuwachszonen deutlich, Hoftüpfel auf radialen Tracheidenwänden einreihig, rund, locker übereinanderstehend, Pori rund, Holzstrahlen einreihig, 1 – 8, meist 2 – 4 Zellen hoch, im Kreuzungsfeld kleine runde Eiporen, Holzparenchym nicht vorhanden.

Diagnosis

Secondary xylem of the morphogenus *Circoporoxylon* KRÄUSEL with a wood structure of stem, growth layers distinct, bordered pits on radial walls of tracheids standing in one row loosely one upon another, pits circular, rays uniseriate, 1 – 8, mostly 2 – 4 cells high, cross-field pits small and circular (“Eiporen”), wood parenchyma absent.

Holotypus: Geschiebeholz mit drei Schlifften, aufbewahrt in der Sammlung des Museums für Naturkunde Berlin unter der Bezeichnung MB. Pb. 2012/647 und Slg. KNÖFLER/Berlin.

Fundort: Südlicher Barnim, an der Landstraße zwischen Zinndorf und Lichtenow, Brandenburg (Koordinaten: 52°29' 28.18" N, 13°55' 06.70" E).

Alter: Unterer Jura? (siehe Kap. Bemerkungen zum Fundstück).

Legator: H.-R. Knöfler

Bemerkungen zum Fundstück

Die Ausbildung der Zuwachszonen

Nach der Ausbildung der Zuwachszonen zu urteilen, ist der Baum des vorliegenden Fossils in einem Urwald unter dem Schirm eines dichten Baumbestandes aufgewachsen. Der Dickenzuwachs des Stämmchens konnte sich wegen der geringen photosynthetischen Leistung der noch wenig entwickelten Krone deshalb nur extrem schwach ausbilden. Lediglich der Keimling profitierte noch von den Reservestoffen des Samens und legte die erste Zuwachszone 1,8 mm breit an. Der zarte Sprössling stand dann bis zur 42. Zuwachsperiode unter dem dichten Schirm der ihn um-

gebenden Bestandeglieder, und es konnten sich im Mittel nur ca. 0,5 mm breite Zuwachszonen bilden. Erst nachdem einige dieser Bestandeglieder abstarben oder durch Umwelteinflüsse zusammenbrachen, konnte sich die bis dahin im Unterstand stehende Krone entwickeln und breitere Zuwachsringe bilden (Abb. 1).

In vielen Zuwachszonen sind falsche und multiple Zuwachsringe vorhanden (Taf. I, Fig. 2, 4). An rezenten Bäumen werden solche Erscheinungen entweder durch Spätfrost, Johannistriebbildung, Insektenschäden, mechanische Verletzungen (SCHULTZE-DEWITZ 1968) oder durch andere plötzlich eintretende wachstumshemmende Faktoren wie Temperatursturz, Trockenheit oder Überflutung verursacht. Vorübergehend werden dann spätholzähnliche Zellen angelegt.

Wundgewebebildungen

An mehreren Stellen des Holzes ist Wundgewebe vorhanden (Taf. I, Fig. 2). Wundgewebe kann durch mechanische oder tierische Einwirkungen auf dem noch lebenden Baum entstehen. Mechanische Verletzungen können durch Zusammenbrechen benachbarter Bäume oder durch die Einwirkung von Spät- und Frühfrösten verursacht werden. Für das vorliegende Holzfossil sind diese Ursachen jedoch unwahrscheinlich. Das Wundgewebe beschränkt sich hier auf die inneren Zuwachszonen. Die Pflanze war zu diesem Zeitpunkt noch sehr klein und stand in diesem Stadium noch ganz im Schutz der sie umgebenden Vegetation. Das Schadbild ähnelt eher den so genannten Markflecken (pith flecks), die durch Kambium-Minierfliegen der Gattung *Phytobia* LIOY aus der Dipteren-Familie Agromyzidae verursacht werden. Die Larven dieser Fliegen leben para-

sitisch in dem nur wenige Zellreihen breiten, nährstoffreichen parenchymatischen Bildungsgewebe, dem Kambium der Bäume. In axialer Richtung legen sie dort Fraßgänge an, die durch Wundgewebezellen wieder verschlossen werden. Diese Schadbilder haben SÜSS (1979, 1980) und SÜSS & MÜLLER-STOLL (1975, 1980) auch an fossilen Laub- und Nadelhölzern nachgewiesen.

SÜSS & PHILIPPE (1993) fanden ein markfleckenähnliches Schadbild in der Holzprobe eines Treibholzes von *Circoporoxylon grandiporosum* aus dem Unteren Jura des Elsaß, Frankreich. Weil der älteste Nachweis dieser Gattung bisher jedoch nur aus dem Alttertiär bekannt ist (SPENCER 1990, S. 390, SÜSS 1980, SÜSS & MÜLLER-STOLL 1980), verwarfen sie die Vermutung, dass es sich um das Schadbild eines Kambium-Minierers der Dipteren Gattung *Phytobia* handeln könnte und machten für dieses Schadbild holzzerstörende Pilze verantwortlich.

Die Kambium-Minierer sind gattungsspezifisch. Es wäre deshalb durchaus möglich, dass die Wundgewebebildungen im Holz von *Circoporoxylon grandiporosum* und *C. barnimense* doch von einem Kambium-Minierer und zwar von ein und der selben Fliegenart, verursacht wurden, denn die Fliege eines Kambium-Minierers bevorzugt Feuchtigkeit, Schatten und den Flug in Bodennähe. Alles Bedingungen, die diesem Parasit im Umfeld der aufwachsenden *Circoporoxylon*-Pflanze geboten werden konnten.

Im Holz rezenter Koniferen ist der Larvenfraß eines Kambium-Minierers bisher nur im Holz der australischen Art *Callitris drummondii* BENTH. et HOOK bekannt geworden (SÜSS 1979). Fossil wurden aus dem Tertiär der Niederlande in

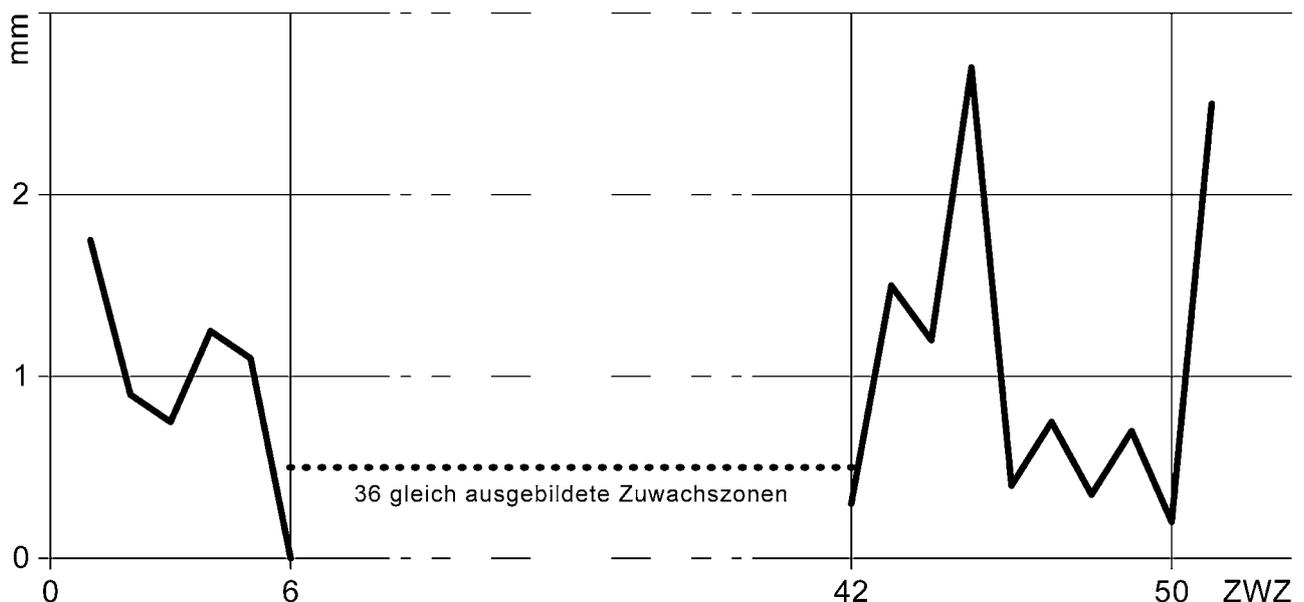


Abb. 1: *Circoporoxylon barnimense* sp. nova. Zuwachszonenfolge vom Fundstück. Gestrichelte Linie = Mittelwert, ZWZ = Zuwachszonen. Weitere Erklärungen im Text.

Fig. 1: *Circoporoxylon barnimense* sp. nova. Sequence of growth layers from the finding piece. Broken line = average value, ZWZ = Growth zones. More comments see text.

einem Stück von *Juniperoxylon silesiacum* (PRILL) KRÄUSEL Markflecke gefunden und der Verursacher *Protophytobia cupressorum* genannt (SÜSS 1979).

Holzabbau durch Pilze

Die äußere Zone des Holzfossils, etwa ab der 50. Zuwachszone, zeigt auffällige Gewebepartien mit charakteristischen Zellzerstörungen, die mit Zersetzungserscheinungen verglichen werden können, die parasitische Basidiomyceten auch an rezenten Nadelhölzern verursachen (Taf. II, Fig. 3, 4). Für derartige Holzabbauerscheinungen an fossilen Gymnospermen wurde, wegen der großen Übereinstimmung mit dem Schadbild, das *Trametes pini* THORE ex FR. an rezenten *Pinus*-Arten verursacht, die Morphogattung *Trametes* MESCH. eingeführt (MÜLLER-STOLL 1951, S. 750).

Im Holz von *Circoporoxylon barnimense* wurde durch den selektiven Abbau des Lignins durch Pilze eine WeißloCHFäule verursacht. Durch diesen lokal unterschiedlich intensiven Ligninabbau entstehen viele kleine, mehr oder weniger gleichmäßig nestartig im Holz verteilte längliche Löcher, die mit den verbleibenden weißen Zelluloseresten ausgefüllt sind. Besonders eindrucksvoll zeigt sich dieses Schadbild auf den Radialschnitten, wo alle Übergänge des Holzabbaus von noch völlig intakten braunen Gewebepartien bis zu den weißen, vollständig delignifizierten lochförmigen weißen Geweberesten vorhanden sind (Taf. II, Fig. 3, 4).

Im Kernholz von *Pinus*-Arten verursacht der Kiefernbaumschwamm *Phellinus pini* (THORE ex FR.) FR. eine WeißloCHFäule (GROSSER 1985, S. 42). Ähnliche Fäuleerscheinungen haben CONWENTZ (1890) von tertiären Bernsteinhölzern und MÜLLER-STOLL (1936) von einem Gymnospermenholz aus dem Unteren Jura (Lias) von Württemberg beschrieben. STUBBLEFIELD & TAYLOR (1886) haben eine WeißloCHFäule im Holz von *Araucarioxylon* aus dem Paläozoikum der Antarktis nachgewiesen. Die ältesten, durch Basidiomyceten verursachten Holzabbauerscheinungen sind aus dem Devon und Perm bekannt geworden (TAYLOR & OSBORN 1992).

Bemerkungen zur ursprünglichen Lagerstätte und zum Alter des Fundstückes

Die Frage nach der ursprünglichen Lagerstätte und dem geologischen Alter des vorliegend beschriebenen Fundes können wir nicht befriedigend beantworten. Allgemein ist bekannt, dass das Geschiebe Mitteldeutschlands skandinavischen Ursprungs ist und deshalb von dort aus auch das versteinerte Holz von *Circoporoxylon barnimense* bis zu seinem Fundort verfrachtet wurde. Aus mitteleuropäischen jurassischen Lagerstätten ist *Circoporoxylon grandiporosum* nachgewiesen (MÜLLER-STOLL & SCHULTZE-MOTEL 1990, SÜSS & PHILIPPE 1993), es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass auch *C. barnimense* aus jurassischen Lagerstätten stammen könnte.

Zusammenfassung

Aus einem Geschiebe von Brandenburg (Deutschland) wird eine neue Art von *Circoporoxylon* als *C. barnimense* beschrieben. In eigenen Kapiteln wird über die Ausbildung der Zuwachszonenfolge und den Lebensraum des Baumes, über die Bildung von Wundgewebe und den Holzabbau durch Pilze sowie über die ursprüngliche Lagerstätte und das Alter des Fossils diskutiert.

Summary

From the erratic blocks of Brandenburg (Germany) are described a new species of *Circoporoxylon* as *C. barnimense*. In separate chapters are discussed over the development of growth layers und the living space of the tree, over the formation of wound tissues and the wood decay through fungus as well as over the original deposit and the age of the fossil.

Danksagung

Für die Unterstützung bei den fototechnischen Arbeiten bedanken wir uns bei Herrn Dr. Stephan Schultka, Berlin und für die digitale Bearbeitung der Abbildung und der Tafelbilder bei Frau Sarah Löwe, Berlin.

Literatur

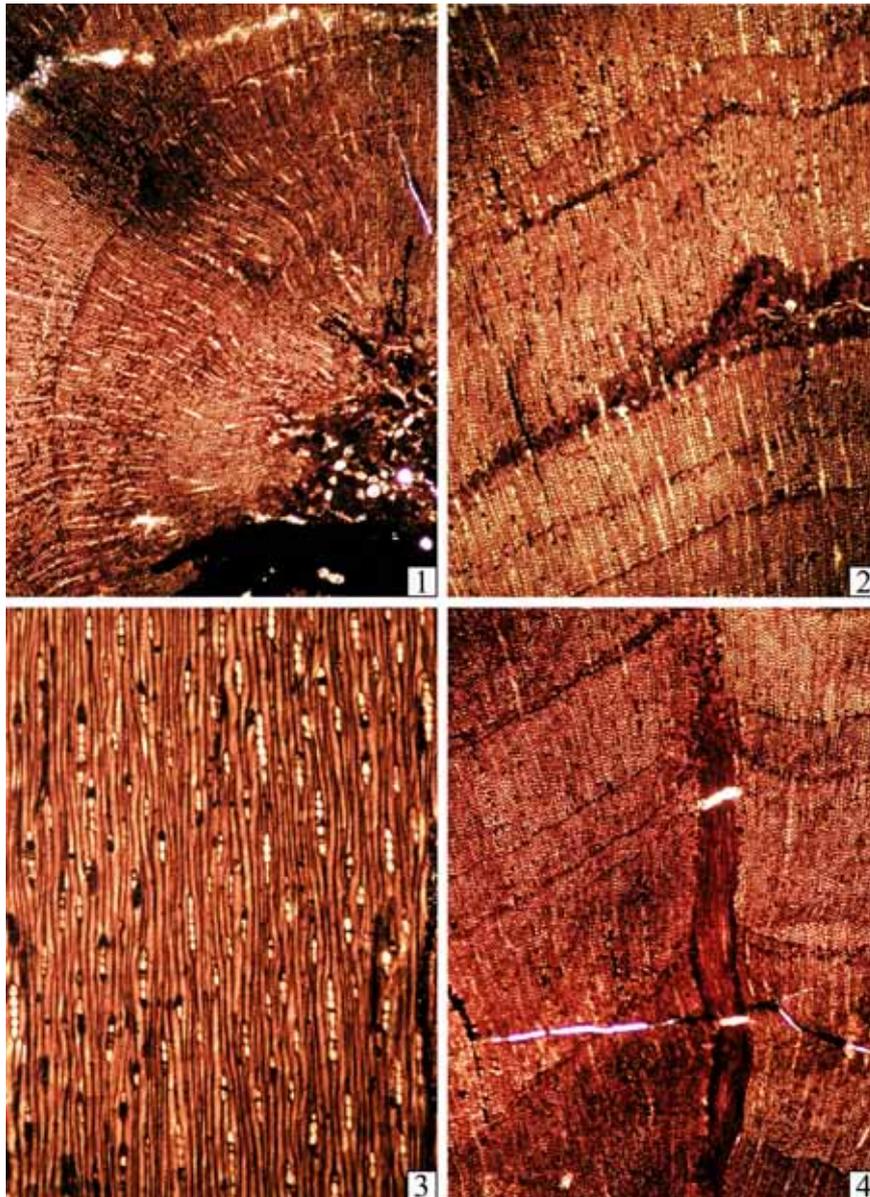
- CONWENTZ, H. (1884): Sobre algunos Árboles fósiles del Rio Negro. – Bol. Acad. Nac. Cienc. Cordoba **VII**, S. 435 – 456, Buenos Ayres
- CONWENTZ, H. (1890): Monographie der baltischen Bernsteinbäume. – 151 S., Danzig (Engelmann)
- GOTHAN, W. (1907): Die fossilen Hölzer von König Karls Land. – Kungl. Svenska Vetenskapska akademien Handlingar **42**, 10, S. 1 – 44, Stockholm
- GROSSER, D. (1985): Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholz-Schädlinge. – 159 S., Leinfelden-Echterdingen (DRW-Verlag)
- KNOWLTON, F. H. (1889): Fossil woods and lignites of the Potomacformation. – U. St. geol. Surv. Bull. **56**, S. 1 – 72, Washington
- KRÄUSEL, R. (1949): Die fossilen Koniferen-Hölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* KRAUS). – Paläontographica **89**, B, S. 83 – 203, Stuttgart
- KRÄUSEL, R. & K. P. JAIN (1964): New fossil Coniferous woods from the Rajmahal Hills, Bihar, India. – Palaeobotanist **12**, S. 59 – 67, Lucknow

- MÜLLER-STOLL, W. R. (1936): Pilzzerstörungen an einem jurassischen Koniferenholz. – *Palaeont. Z.* **18**, S. 202 – 212, Stuttgart
- MÜLLER-STOLL, W. R. (1951): Mikroskopie des zersetzten und fossilisierten Holzes. – In: FREUND, H.: *Handbuch der Mikroskopie in der Technik.* – Bd. V, 2, S. 725 – 816, Frankfurt a. M. (Umschau)
- MÜLLER-STOLL, W. R. & J. SCHULTZE-MOTEL (1990): Gymnospermen-Hölzer des Deutschen Jura. Teil 3: Abietoid (modern) getüpfelte Hölzer. – *Z. dt. geol. Ges.* **141**, S. 61 – 77, Hannover
- PRILL, W. & R. KRÄUSEL (1919): Die Hölzer der schlesischen Braunkohle. – In: KRÄUSEL, R.: *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs.* – *Jb. preuß. geol. Landesanst. f. 1917*, **38**, S. 219 – 319, Berlin
- SAHNI, B. (1920): Petrified remains from the Queensland Mesozoic and Tertiary formations. – *Queensland geol. Surv. Publ.* **267**, S. 1 – 49, Brisbane
- SAHNI, B. (1931): Revisions of India fossil plants. II. Coniferales (b. Petrifications). – *Mem. Geol. Surv. India (Palaeontol. ind.)*, n. S. **11**, S. 51 – 124, Calcutta
- SAHNI, B. (1938): A Mesozoic coniferous wood (*Mesembrioxylon shanense*, sp. nov.), from the Southern Shan States Burma. – *Geol. Surv. India* **71**, S. 380 – 388, Calcutta
- SCHMALHAUSEN, J. (1883): Beiträge zur Tertiärflora Südweststrusslands. – *Palaeont. Abhandl.* **I**, 4, 53 S., Berlin
- SCHULTZE-DEWITZ, G. (1968): Echte und falsche Jahrringe bei Pitch-Pine (*Pinus palustris* MILL.). – *Drevársky Výskum* **3**, S. 133 – 138, Bratislava
- SEWARD, A. C. (1919): *Fossil Plants, IV. Ginkgoales, Coniferales, Gnetales.* – 543 S., Cambridge (University Press)
- SHIMAKURA, M. (1936): Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands. I. Some Jurassic woods from Japan and Manchoukuo. – *Sci. Rep. Tôhoku imp. Univ. (2. Geol.)* **18**, S. 267 – 310, Sendai
- SINNOT, E. W. & H. BARTLETT (1916): Coniferous wood of the Potomac formation. – *Amer. Journ. Sci.* **41**, S. 276 – 293, Baltimore
- SPENCER, K. (1990): *Host specialisation in the world Agromyzidae (Diptera).* – 444 S., Dordrecht, Boston, London (Kluwer Academic Publication)
- STOPES, M. C. (1915): *Catalogue of the Mesozoic plants in the British Museum (Natural History). The Cretaceous flora. Part II. Lower Greensand (Aptinian) plants of Britain.* British Museum (Nat. Hist.). – 360 S., London
- STUBBLEFIELD, S. P. & T. N. TAYLOR (1986): Wood decay in silified Gymnosperms from Antarctica. – *Bot. Gaz.* **147**, S. 116 – 125, Chicago
- SÜSS, H. (1979): Durch *Protophytobia cupressorum* gen. nov., sp. nov. (Agromyzidae, Diptera) verursachte Markflecke in einem Holz von *Juniperoxylon* aus dem Tertiär von Süd-Limburg (Niederlande) und der Nachweis von Markflecken in einer rezenten *Callitris*-Art. – *Feddes Repert.* **90**, S. 165 – 172, Berlin
- SÜSS, H. (1980): Fossile Kambium-Minierer der Familie Agromyzidae (Diptera) in tertiären Laub- und Nadelholzresten. – *Z. geol. Wiss.* **8**, S. 1217 – 1225, Hannover
- SÜSS, H. & W. R. MÜLLER-STOLL (1975): Durch *Palaeophytobia platani* n. g., n. sp. (Agromyzidae, Diptera) verursachte Markflecke im Holz fossiler Platanen aus dem ungarischen Miozän. – *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturwiss. R.* **24**, S. 515 – 519, Berlin
- SÜSS, H. & W. R. MÜLLER-STOLL (1980): Das fossile Holz *Pruninium gummosum* PLATEN emend. SÜSS u. MÜLLER-STOLL aus dem Yellowstone Nationalpark und sein Parasit *Palaeophytobia prunorum* sp. nov., nebst Bemerkungen über Markflecke. – In: VENT, W. (Hrsg.): *100 Jahre Arbo-retum Berlin (1879 – 1979).* – S. 343 – 364, Berlin
- SÜSS, H. & M. PHILIPPE (1993): Holzanatomische Untersuchungen an einem fossilen Holz, *Circoporoxylon grandiporosum* MÜLLER-STOLL et SCHULTZE-MOTEL, aus dem Unteren Jura von Franken. – *Feddes Repert.* **104**, S. 451 – 463, Berlin
- TAYLOR, TH. N. & J. M. OSBORN (1992): The role of wood in understanding saprophytism in the fossil record. – *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg* **147**, S. 147 – 153, Frankfurt a. M.

Anschriften der Autoren:

Professor Dr. Herbert Süß
Maybachstraße 2A
14471 Potsdam

Hans-Rudolf Knöfler
Museum für Naturkunde
Leibnitz-Institut für Evolution und
Biodiversitätsforschung
an der Humboldt-Universität zu Berlin
Invalidenstraße 43
10115 Berlin



Tafel I

Circoporoxylon barnimense sp. nova

Fig. 1: Querschnittsbild zeigt Zellen des Markes und die erste Zuwachszone. - x 30

Fig. 1: Cross section showing cellules of the pith and the first growth ring. - x 30

Fig. 2: Das Querschnittsbild zeigt eine juvenile Holzpartie mit echten und falschen Zuwachsringen und ein Wundgewebe (Markfleck?). - x 30

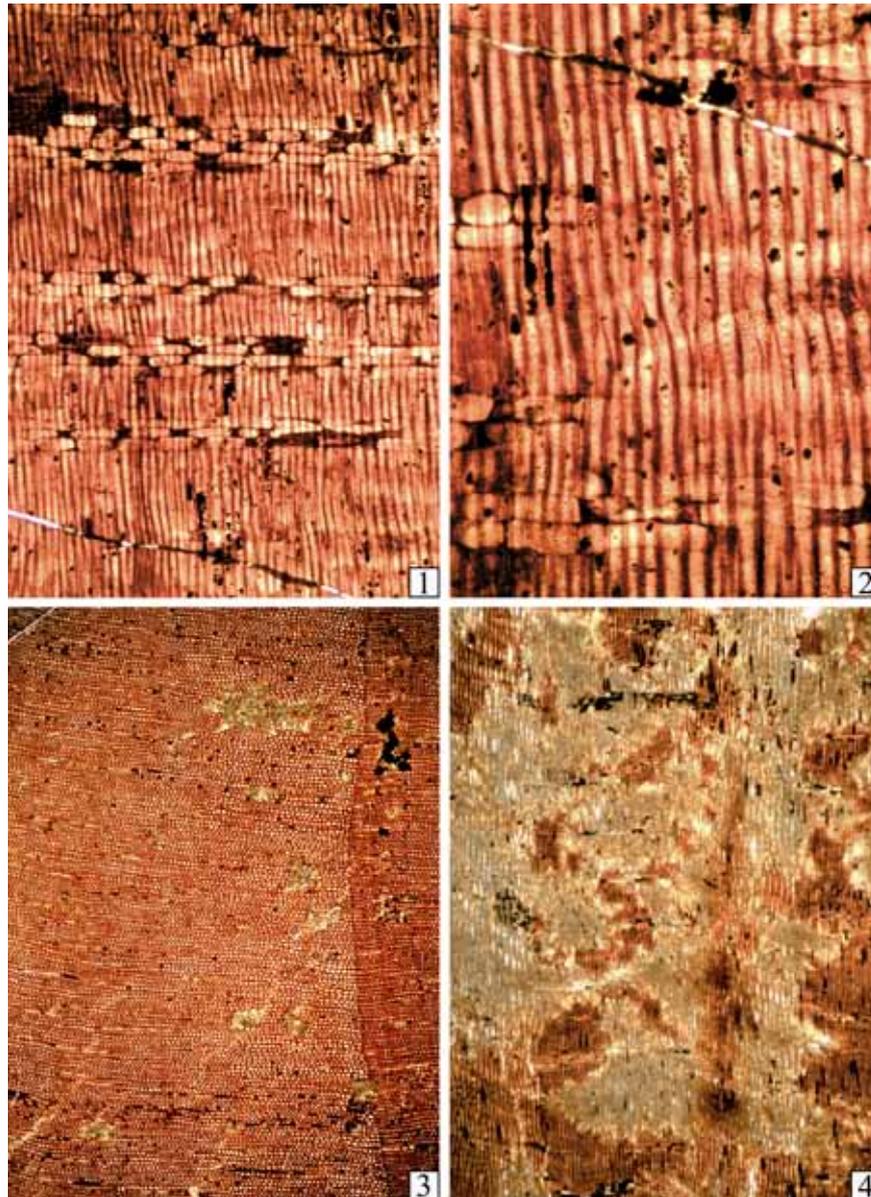
Fig. 2: Cross section showing a juvenile part of wood with true and false growth rings and wound tissue (pith fleck?). - x 30

Fig. 3: Verlauf der Tracheiden und Anordnung der Holzstrahlen in Tangentialansicht. - x 65

Fig. 3: Course of tracheids and arrangement of the rays in tangential view. - x 65

Fig. 4: Das Querschnittsbild zeigt mehrere echte und falsche Zuwachsringe und einen Blattspurstrang. - x 30

Fig. 4: Cross section showing several true and false growth rings and a leaf trace strand. - x 30



Tafel II

Circoporoxylon barnimense sp. nova

- Fig. 1: Verlauf der Tracheiden und Anordnung der Holzstrahlen in Radialansicht. Im Kreuzungsfeld kleine Eiporen. - x 65
- Fig. 1: Course of tracheids and arrangement of rays in radial view. In the cross-field simple circular pits (Eiporen). - x 65
- Fig. 2: Die Radialansicht zeigt Tracheiden mit einreihig übereinanderstehenden Hofstüpfeln und Holzstrahlen mit Eiporen im Kreuzungsfeld. - x 130
- Fig. 2: Radial view showing tracheids with bordered pits on radial walls standing in one row one upon another and rays with simple circular pits (Eiporen) in the cross-field. - x 130
- Fig. 3: Querschnittsbild aus einer äußeren, adulten Holzzone mit einer Zuwachsgrenze und beginnender Weißlochfäule. - x 30
- Fig. 3: Cross section showing an adult part of wood with growth ring boundaries and with beginning of wood decay through fungus (Weißlochfäule). - x 30
- Fig. 4: Fortgeschrittene Weißlochfäule in einer äußeren, adulten Holzzone in Radialansicht. - x 30
- Fig. 4: Advanced wood decay through fungus (Weißlochfäule) in an adult part of the wood in radial view. - x 30

Aus dem Landesamt

Grenzübergreifende Geologische Kartierung wird fortgeführt

Die Zusammenarbeit des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) mit dem Staatlichen Geologischen Dienst Polens (PGI-PIB) nimmt nach Unterzeichnung des Forschungskooperationsvertrages im Herbst 2011 weitere konkrete Formen an.

In diese Vereinbarung, die insbesondere auf den Austausch von Ergebnissen und die Erstellung von gemeinsamen Karten und Publikationen auf dem Gebiet der Hydro- und Tiefengeologie abzielt, ist natürlich auch die Fortführung der langjährigen erfolgreichen Arbeit an den grenzübergreifenden geologischen Karten i. M. 1 : 50 000 (GK 50) eingeschlossen.

Nach Fertigstellung des Blattes Eisenhüttenstadt-Cedynia im Jahr 2012 werden sich die Arbeiten nunmehr auf das Blatt Bad Freienwalde/Letschin-Mieszkowice konzentrieren. Unser Partner auf polnischer Seite ist das für diese Region zuständige Büro des PGI-PIB in Stettin. Bei zweimal pro Jahr stattfindenden Arbeitstreffen werden die konkreten Arbeitsschritte festgelegt und Teilergebnisse diskutiert.

Das diesjährige erste Treffen fand am 22. April in Cottbus statt. Vom PGI-PIB Stettin konnten die Leiterin, Frau Justyna Relisko-Rybak, Herr Andrzej Piotrowski und Herr Pawel Sydor im LBGR begrüßt werden (Abb. 1).

Frau Relisko-Rybak stellte zunächst das Büro in Stettin vor. Neben dieser Regionalstelle existieren noch 6 weitere regionale Einheiten des PGI-PIB. In Stettin sind 20 Mitarbeiter beschäftigt. Vertreten sind die Fachbereiche Energiesicherung, Georisiken, Kartierung, Rohstoffe, Geotechnologie, Meeresgeologie sowie Geotopschutz und Hydrogeologie.

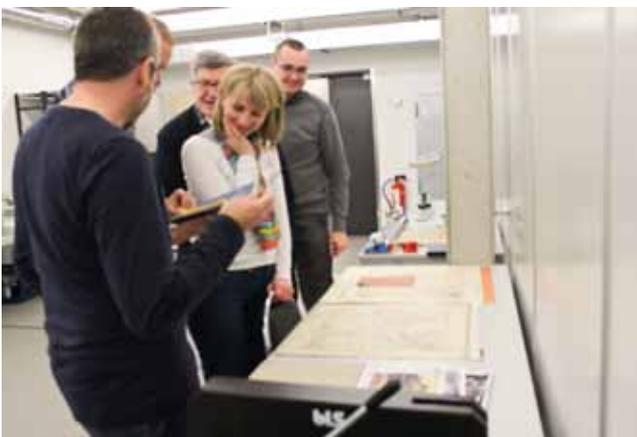


Abb. 1: Unsere polnischen Gäste im Archiv des LBGR
(Foto: A. SEIDEMANN)

Es wird ein regionales Archiv geführt. Anders als in Deutschland (Lagerstättengesetz) existiert in Polen jedoch keine gesetzliche Grundlage zum Erhalt von Daten Dritter. Anschließend erfolgte zunächst eine Diskussion zur Vorgehensweise der Kartierungsarbeiten auf deutscher Seite für das Blatt Bad Freienwalde/Letschin-Mieszkowice, wiederum ein Doppelblatt i. M. 1 : 50 000 (Blätter L 3350/L 3352) mit einem zweisprachigen Erläuterungsheft. Für die Blattbearbeitung seitens des LBGR sind ca. 2 Jahre vorgesehen (Ende 2015). Erschwerend für die Kartierung ist die Kampfmittelbelastung im Oderbruchgebiet. Ohne Freigabe durch den Staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst können keine Geländearbeiten durchgeführt werden.

Begonnen werden kann jedoch mit einer Revisionskartierung; Mittel dazu stehen aus dem Haushalt des LBGR zur Verfügung bzw. werden für 2015 eingeplant. Verantwortliche kartierende Geologen des LBGR sind Herr Dr. Norbert Schlaak und Herr Slawomir Kowalski.

Das PGI-PIB ist dagegen auf die Zuwendung von Projektmitteln durch das Umweltministerium angewiesen. Die Kartierungsarbeiten auf polnischer Seite sollen noch in diesem Jahr beginnen.

Mittel für die Revisionskartierung/Altdatenrecherche und weiterführende Geländearbeiten sind durch weitere Projektmittel zu finanzieren.

Ein nächstes Treffen wurde für den Herbst 2013 avisiert; dieses soll im Bereich des Kartierungsgebietes stattfinden, um eventuelle erste Ergebnisse von Feldarbeiten abgleichen zu können. Zu einem gemeinsamen Arbeitstreffen auf polnischer Seite wird man danach wieder im Frühjahr 2014 in Stettin zusammenkommen.

Am 23. April 2013 fand eine Befahrung des Tagebaus Jänschwalde statt (Abb. 2). Die polnischen Geologen erhielten durch Frau Fischer sowie die Herren Horn und Kloss vom Unternehmen Vattenfall Europe Mining (VE-M) einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse und die hydrogeologischen Rahmenbedingungen dieser Braunkohlenlagerstätte und es erfolgten Erläuterungen zur Abbautechnologie.

Angelika Seidemann



Abb. 2: Befahrung Tagebau Jänschwalde
(Foto: K. FISCHER, VE-M)

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 109 – 116	7 Abb., 12 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	-----------------

Die Faltenzone Radewiese-Briesnig im Tagebau Jänschwalde (Südbrandenburg) – eine warthezeitliche Eisrandlage?

The Radewiese-Briesnig fault zone in the Jänschwalde opencast mine (South Brandenburg) – a Warthian ice marginal position?

RALF KÜHNER

1 Einleitung

Seit Ende der 1970er Jahre sind im Braunkohlentagebau Jänschwalde der Vattenfall Europe Mining AG (VE-M) glazigene Deformationen aufgeschlossen, von denen vorwiegend die Sedimente im Hangenden des 2. Miozänen Flözkomplexes (2. MFK), lokal auch das Flöz und seine Liegendensedimente erfasst worden sind. Die Aufschlussverhältnisse an den Kohle- und Abraumböschungen zeigen markante Faltenzonen, die bislang jedoch noch keine Berücksichtigung bzw. Einordnung in die überregionalen Störungsabläufe fanden. Sattel- und Muldenstrukturen treten mit Amplituden von wenigen Metern auf und beschränken sich teilweise auf Strossenabschnitte kleiner 100 m Länge (Abb. 1). Sie wur-



Abb. 1: Einzelne Sattelstruktur in der Faltenzone Heinersbrück: Diskordante Überlagerung der Deformationen (Grundwasserleiter G410 und 2. MFK) durch weichselzeitliche Schmelzwassersande im Glogow-Baruther Urstromtal (Foto: VE-M, 2002)

Fig. 1: Solitary upfold in the Heinersbrück fault zone: discordant overlay of the glazigenic deformations (2nd Miocene lignite seam and aquifer G410) by Weichselian melt water sand in the ice marginal valley of Glogow-Baruth (photo: VE-M, 2002)

den durch weichselzeitliche Schmelzwässer erosiv gekappt und sind von einem bis zu 25 m mächtigen Komplex aus Sander- und Urstromtalsedimenten überdeckt, so dass sie an der Oberfläche morphologisch nicht in Erscheinung treten. Diese zahlreichen, oft isoliert entwickelten Strukturen liegen ca. 7 km südlich der im Raum Guben-Byhlegure von Sandern unterbrochenen Endmoränenzüge der klassischen Eisrandlagen des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit. Unmittelbar südwestlich sind im Tagebau Cottbus-Nord intensive Faltungen, Verschuppungen und Überschiebungen im weichselzeitlichen Willmersdorf-Neuendorfer Faltenbogen (HORN et al. 2004, KÜHNER & THIELE 2011), dem stratigraphisch noch nicht eingeordneten Störungsgebiet „Weiße Berge“ sowie der Tranitzer Flözfaltenzone bekannt. Ca. 20 km südlich markiert der Niederlausitzer Grenzwall die Haupteisrandlage des Warthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit (WOLDSTEDT 1927), dessen östlicher Teil durch den Muskauer Faltenbogen gebildet wird. Dieser ist als bereits elsterzeitliche Bildung eingestuft (u. a. KUPETZ 1997, KUPETZ & KUPETZ 2009), enthält aber zahlreiche warthezeitliche Störungselemente und Strukturen in Form von Satzendumoränen, Sandern und Untergrundstauchungen (NOWEL 2009).

2 Lagerungsverhältnisse

Die Erfassung, Dokumentation und Korrelation der vorhandenen Strukturen erfolgte neben der Auswertung von Ergebnissen der Bohrerkundung und einzelner Böschungskartierungen und -fotos im Wesentlichen auf der Grundlage hunderter Orthofotos der durchschnittlich in 14-tägigem Rhythmus stattfindenden Tagebaubefliegungen. In den hochauflösenden und georeferenziert vorliegenden Luftbildern zeichnen sich die Strukturen vor allem durch den gut erkennbaren Verlauf der Grundwasserleiter G420 und G430 ab, so dass sie bei einem Abstand der Einzelbilder von 20 bis 30 m sicher in ihrer räumlichen Entwicklung verfolgt werden können.

In Auswertung der vorhandenen Unterlagen erfolgt eine Gliederung der Faltenzone in fünf NW–SE streichende und parallel zueinander liegende Einzelelemente (Abb. 2).

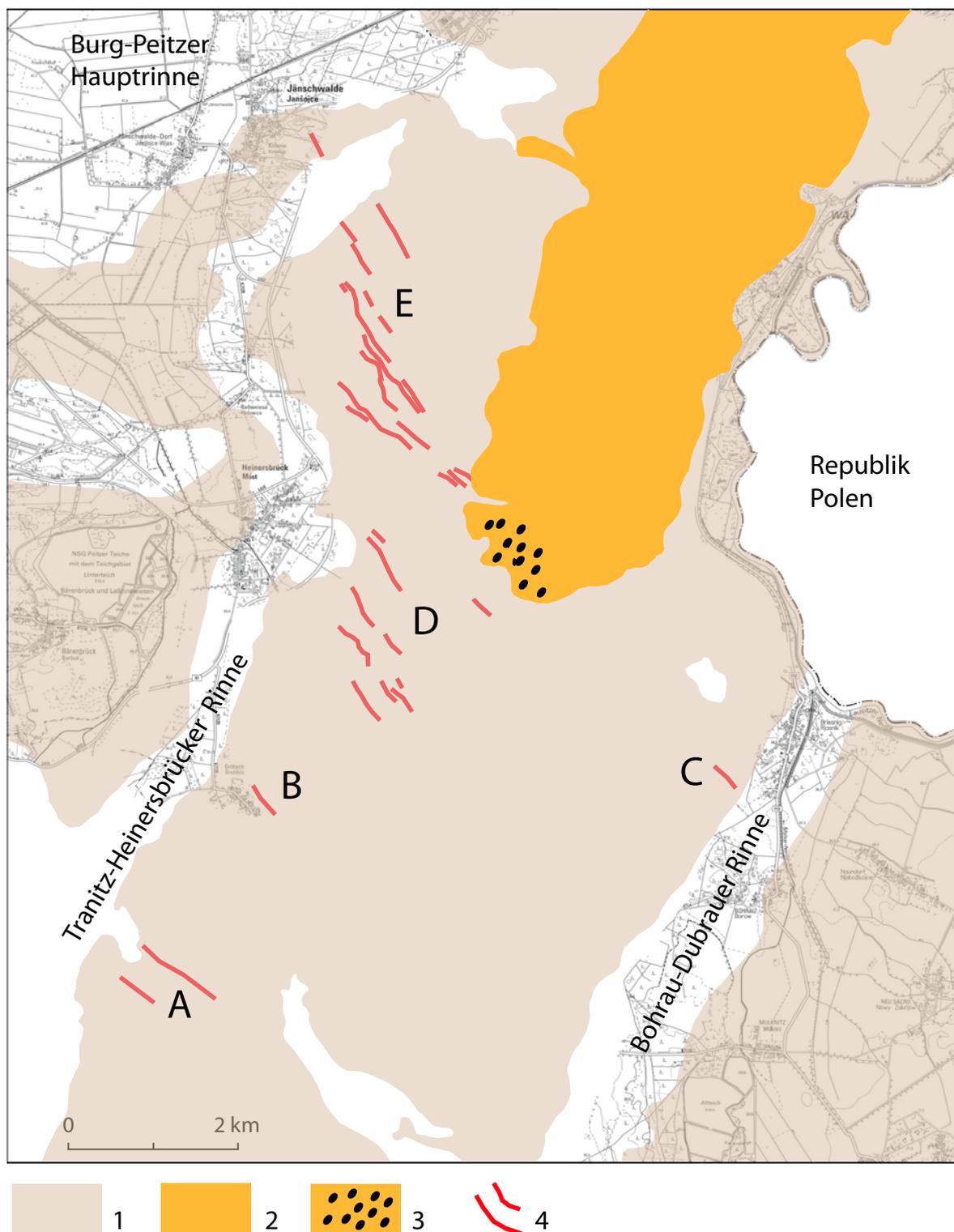


Abb. 2: Übersichtskarte der Störungsstrukturen im Tagebau Jänschwalde
 A – Störungsgebiet Westmarkscheide; B – Sattel Grötsch; C – Sattel Briesnig; D – Faltenzone Heinersbrück;
 E – Faltenzone Radewiese

1 – Verbreitung 2. Miozäner Flözkomplex; 2 – Hornoer Hochfläche mit Warthe-Geschiebemergel;
 3 – Stein- und Blockpackungen; 4 – Strukturachsen

Fig. 2: Location map of fault structures in the Jänschwalde opencast mine

A – Westmarkscheide fault area; B – Grötsch upfold structure; C – Briesnig upfold structure;
 D – Heinersbrück fault zone; E – Radewiese fault zone

1 – distribution of 2nd Miocene lignite seam; 2 – upland plain Horno with Warthian till; 3 – boulder deposits;
 4 – axis of structures

2.1 Faltenzone Radewiese

Sie bildet den nordöstlichen Abschnitt der Faltenzone und wird durch Sattel-Mulden-Strukturen mit einer NW–SE streichenden Gesamtlänge von ca. 3 km gebildet. Meist treten zwei bis drei parallel zueinander liegende Sattelzüge auf, die nicht aushaltend über die gesamte Struktur entwickelt sind, sondern nach wenigen hundert Metern verflachen und durch einen neuen, räumlich gering versetzten Sattel abgelöst werden.

In Auswertung der vorliegenden Störungsbilder dominieren in den Hangendsedimenten des 2. MFK relativ einfach gebaute und vorwiegend symmetrisch entwickelte Fließfalten mit Vergenz nach Südwesten (Abb. 3). Dabei blieb das Kohleflöz über weite Bereiche nahezu unbeeinflusst, als mobiles Element ist im Wesentlichen der Hangendschluff zu vermuten, der infolge einer durch Materialwanderung bedingten Mächtigkeitserhöhung die überlagernden Horizonte schichtkonkordant nach oben wölbte. Sie lassen keine Rupturen, Zerschörungen oder injektiven Durchbrüche von Liegendmaterial erkennen, so dass die Intensität der Beanspruchungen relativ gering geblieben ist und das Stadium der plastischen Verformung nicht überschritten wurde.

Im nordwestlichen Teil der Struktur nehmen die Deformationen an Intensität zu und erfassen lokal den gesamten Flözbereich. Die Amplitude der Faltung erreichte im Niveau der 1. Flözbank max. 11 m, im Niveau der 3. Flözbank lag sie bei 7 m. Die Flözbänke zeigten im Wesentlichen konkordante Lagerungsverhältnisse, wobei das 1. Zwischenmittel



Abb. 3: Überkippte Fließfalte in der Faltenzone Radewiese. Die Hangendsedimente der 1. Flözbank sind durch Wanderung mobiler Horizonte aufgewölbt, während ihr Liegendes (1. Zwischenmittel und tiefer) vollkommen unbeeinflusst ist. (Foto: R. KÜHNER 2013)

Fig. 3: Overturned upfold in the Radewiese fault zone. The overlying parts of the 1. seam division are deformed by sediment migration movement, the underlying beds [incipient with interbedding (ZM) 1] are undisturbed. (Foto: R. KÜHNER 2013)

im Sattelkern eine Mächtigkeitserhöhung um ca. 40 % aufwies, während die Kohlen der 1. und 2. Flözbank dehnungsbedingt an den Sattelflanken leicht mächtigkeitsreduziert waren. Die Struktur wurde durch eine sich nordöstlich anschließende, ca. 400 m breite und 3 bis 4 m tiefe Randmulde begleitet.

2.2 Faltenzone Heinersbrück

Die überbaggerte Struktur Heinersbrück erreichte eine streichende Länge von ca. 2 km und setzte sich ebenfalls aus mehreren, parallel zueinander liegenden Einzelsätteln mit flachen Muldenbereichen zusammen. Von der nordöstlich gelegenen Faltenzone Radewiese war sie durch ein nahezu störungsfreies, ca. 1 km breites Gebiet getrennt. Als südwestlich vorgelagerte Randstruktur trat eine markante, isoliert stehende und relativ schmale Einzelfalte mit symmetrischem Aufbau in Erscheinung (Abb. 1). Sie konnte über eine Länge von ca. 550 m verfolgt werden und verflachte im weiteren Verlauf. Die Tiefenreichweite der Deformationen war aufschlussbedingt nur bis in das Hangende der 2. Flözbank erkennbar.

Nach Nordosten schloss sich, im Abstand von 200 bis 350 m, ein weiterer, ebenfalls sehr schmaler Sattel an, in dem der 2. MFK mit einer Amplitude bis zu 12 m aufgefaltet wurde (bezogen auf das Hangende der 1. Flözbank). Im Wesentlichen war auch diese Struktur als stehende und nur vereinzelt asymmetrische Antiklinale entwickelt. Dabei zeigte stets der südwestliche Faltschenkel die steilere, leicht vergente Ausbildung. Die Deformationen sind über Bohrungen bis in das Niveau des G500 zu verfolgen. Der Unterbegleiter scheint nicht mehr beeinflusst zu sein, es treten nur noch schwach wellige Lagerungsverhältnisse auf.

2.3 Sattel Briesnig

Er befindet sich an der Ostmarkscheide des Tagebaus nahe der Ortslage Briesnig und war nicht im Tagebau aufgeschlossen, sondern ist nur aus der Bohrerkundung bekannt. Die Struktur wird durch eine NW–SE streichende und ca. 150 m breite, einfache Flözfalte mit einer Amplitude bis zu 12 m (bezogen auf das Hangende der 1. Flözbank) repräsentiert (Abb. 4). Ihre Form ist leicht asymmetrisch ausgebildet, mit flacherem Anstieg aus Nordosten und steilerem Abfall nach Südwesten. Die Deformationen sind bis in den G500 nachweisbar, der im Sattelkern durch erhöhte Mächtigkeit gekennzeichnet ist. Sein Liegendes, wie auch die Grenze Liegendenschluff Unterbegleiter/G611, ist dagegen nur noch schwach wellig entwickelt und zeigt keinen signifikanten Bezug zur glazigenen Beanspruchung.

Der Sattel kann über eine streichende Länge von ca. 350 m verfolgt werden. Im Nordwesten verflacht er zunehmend und ist nicht mehr nachweisbar, im Südosten grenzt er an die geschiebemergeldominierte Füllung der elsterzeitlich angelegten Dubrau-Bohrauer Rinne.

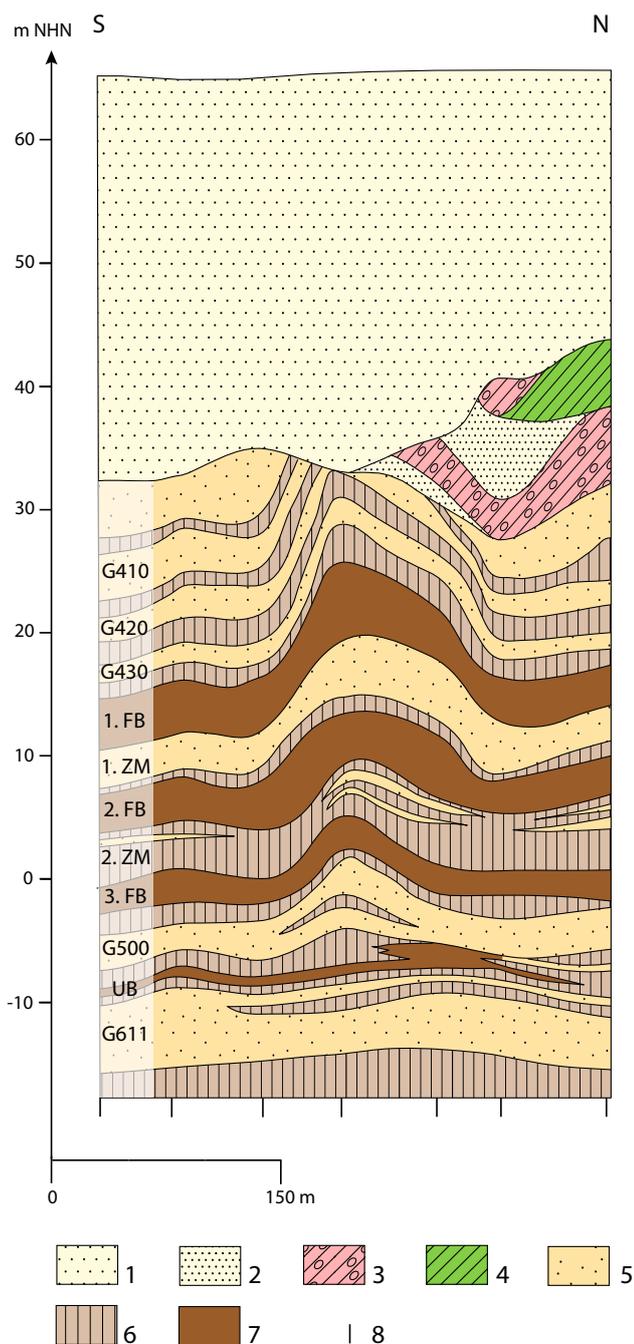


Abb. 4:
Geologischer Schnitt durch den Sattel Briesnig

Quartär: 1 – Schmelzwassersande des Glogow-Baruther Urstromtals; 2 – Mittel- bis Feinsand; 3 – Geschiebemergel; 4 – Bänderschlufluff; Tertiär: 5 – Fein- bis Mittelsand; 6 – Schluff; 7 – Braunkohle; 8 – Bohransatzpunkt
G – Grundwasserleiter; FB – Flözbank; ZM – Zwischenmittel; UB – Unterbegleiter

Fig. 4:
Geological cross section through the upfold structure Briesnig

Quaternary: 1 – melt water sand in the ice marginal valley of Glogow-Baruth; 2 – fine-grained to medium-grained sand; 3 – till; 4 – banded silt;

Tertiary: 5 – fine-grained to medium-grained sand; 6 – silt; 7 – lignite; 8 – location of borehole
G – aquifer; FB – seam division; ZM – interbedding; UB – lignite seam “Unterbegleiter”

2.4 Sattel Grötsch

Der Sattel Grötsch bildet ebenfalls eine isolierte Faltenstruktur im 2. MFK, die unmittelbar nordöstlich der Ortslage Grötsch an der Ostflanke der Trinitz Heinersbrücker Rinne einsetzt und aus den Ergebnissen der Bohrerkundung über eine streichende Länge von ca. 650 m nach Südosten in das Kohlefeld Jänschwalde-Mitte verfolgt werden kann. Hier verflacht er und ist auch über die Lagerungsverhältnisse der Hangendsedimente nicht mehr aushaltbar.

Von den Deformationen ist die tertiäre Schichtenfolge mindestens bis in den G611 betroffen. Die Beträge der Faltenamplitude vom Hangenden des 2. MFK bis zum Liegendenschlufluff des G611 liegen relativ konstant um 6 m. Eine

tieferer Beeinflussung ist infolge fehlender Aufschlüsse nicht nachweisbar.

2.5 Struktur Westmarkscheide

Sie lag ca. 1 900 m südwestlich des Sattels Grötsch und bildete den Außenrand der im Tagebau Jänschwalde aufgeschlossenen Faltenzone Radewiese-Briesnig. Es waren mindestens zwei parallele, NW–SE streichende Sattelzüge entwickelt. 1. und 2. Flözbank sind unter Ausbildung steiler und relativ symmetrischer Sättel bis zu 15 m aufgestiegen. Das Liegende des 2. MFK ist dagegen durch die Deformationen nicht mehr beeinflusst.

3 Stratigraphisch-genetische Interpretation

Die vorhandenen Strukturen repräsentieren mehrere, parallel zur Gletscherstirn entstandene Fließfaltenzonen, in denen durch Eisauflast fließfähige Sedimente mobilisiert wurden und entsprechend dem Druckgefälle abwanderten. Dabei bildeten sich in den defizitären Bereichen flache Mulden, in den Akkumulationszonen wölbte sich die hangende Schichtenfolge unter Ausbildung rein plastischer Deformationen schichtkonkordant nach oben auf (EISSMANN 1987). Als mobile Horizonte traten verschiedene Sedimente in Erscheinung, die sowohl tertiäre Schluffe und Sande als auch die Braunkohle der einzelnen Flözbänke einschließen.

Die Einbindung in das überregionale, glazitektonische Störungsbild wird durch das Fehlen stratigraphisch relevanter, in die Faltung involvierter Horizonte und der externen Position zu den bislang bekannten Eisrandlagen erschwert. Ein unmittelbar im Bereich der Struktur Radewiese liegendes Eem-Vorkommen (Eem Jänschwalde) lässt zwar eine weichselzeitliche Überprägung erkennen (KÜHNER & STRAHL 2011), die jedoch auf den oberen Teil der Beckenablagerung beschränkt bleibt und weder dessen Basis noch die unterlagernden saalefrühglazialen Horizonte erfasst. Auch das im Flankenbereich der Struktur Westmarkscheide ausgebildete Eem Tranitz-Ost zeigte keine glazitektonische Beeinflussung, so dass mit weichselzeitlichen Eisrandlagen in Zusammenhang stehende Deformationen nicht in Betracht kommen. Obwohl die Aufschlussverhältnisse auch drenthe- oder elsterzeitliche Prozesse nicht grundsätzlich ausschließen, scheint die Anlage der Faltenzone während des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit erfolgt zu sein. Dafür sprechen eine Reihe struktureller und petrographischer Besonderheiten, die sich vor allem aus dem Aufbau des warthezeitlichen Geschiebemergelkomplexes auf der Hornoer Hochfläche im unmittelbaren Hinterland der Faltenzone Radewiese ergeben:

Hoher Steinanfall

Am Südwestrand der Hornoer Hochfläche sowie an der Basis des angrenzenden Baruther Urstromtales wurden in den Jahren 2000 bis 2002 verstärkt Steine und Blöcke in hoher Konzentration und Packungsdichte angeschnitten (Abb. 5). Sie führten zu erheblichen Leistungseinschränkungen bei der Abraumbaggerung und wurden hinsichtlich Verbreitung und Ausbildung detailliert kartiert und dokumentiert. Die Blockpackungen traten auf der Hochfläche unmittelbar in bzw. auf dem warthezeitlichen Geschiebemergelkomplex in Erscheinung. Sie waren hier an z. T. erosiv eingetiefte Sand- und Kieshorizonte gebunden, in denen sie in dichter Lagerung zusammen mit Schollen und Brocken aus Geschiebemergel auftraten. Daneben waren Steine und Gerölle als Nester oder deformierte Einlagerungen in den oberen Teil des Geschiebemergelkomplexes eingearbeitet. Im Bereich des Urstromtales, von dem die Hochfläche im Südwesten erosiv angeschnitten wurde, konzentrierten sie sich als extrem dicht belegte Steinsohle im Basisbereich der Schmelzwasserablagerungen. Die hohen Steinhöufigkeiten lagen unmittelbar über der



Abb. 5: Steinbergung aus den Blockpackungen der Satzendmoräne Radewiese am SW-Rand der Hornoer Hochfläche (Foto: SCHÜTT 2001)

Fig. 5: Stone withdrawal in the Radewiese endmorain, southwestern part of the upland plain Horno (photo: SCHÜTT 2001)

damals noch nicht aufgeschlossenen Struktur Radewiese. Sie lassen sich nach derzeitigem Kenntnisstand unschwer als zugehörige Satzendmoränen bzw. eisrandnahe Schüttungen der die Deformationen initiiierenden Eisrandlage interpretieren und bilden einen wichtigen Anhaltspunkt für die Annahme einer warthezeitlichen Rückzugsstapel in diesem Gebiet.

Zweigliederung Warthe-Geschiebemergel

Der Warthe-Geschiebemergel auf der Hornoer Hochfläche lässt in seinem vertikalen Aufbau eine markante Zweigliederung in eine kompakte, relativ sandige obere Folge und eine strukturell sowie lithologisch sehr wechselhaft aufgebaute und vielfach deformierte untere Folge erkennen. Dies wurde, jedoch noch ohne entsprechenden Bezug zu einer möglichen Randlage, bereits als Ergebnis einer hohen Dynamik des Warthe-Eises interpretiert, das sich in seiner Zerfallsphase offenbar in mehrere Loben aufgelöst hatte (KÜHNER 2003) und sich oszillierend im Raum Grötsch-Briesnig bewegte. Hinsichtlich ihrer Kleingeschiebeassoziationen zeigen beide Folgen keine signifikanten Unterschiede, lediglich die untere Folge ist vielfach noch durch einen lokal erhöhten Anteil ostbaltischer Spektren charakterisiert.

Geschiebemergelmächtigkeit

Neben der ausgeprägten Zweigliederung deutet sich die mehrfache Mobilisierung des Gletschers auch in den stark erhöhten Geschiebemergelmächtigkeiten auf der Hornoer

Hochfläche an. Während in vergleichbaren Gebieten (Weißagker und Dubrauer Höhe westlich Forst, Bischdorf-Dubrauer Hochfläche nördlich Calau) die durchschnittlichen Mächtigkeiten bei 5 bis 10 m liegen, erreichen hier die beiden Folgen, vermutlich durch Stapelung und/oder Aufschiebung von Moränenmaterial im unmittelbaren Hinterland der Randlage, Werte bis 24 m.

Der weitere Verlauf der Faltenzone ist aus dem außerhalb des Tagebaubereiches wesentlich geringerem Erkundungsstand nicht direkt ableitbar. Zudem grenzen die Strukturen im Nordwesten und Südosten an tiefe, vorwiegend elsterzeitlich entstandene, subglaziale Rinnenstrukturen, in deren Füllungen aus Geschiebemergeln, Schmelzwassersanden und glazilimnischen Bildungen sie aufschlussbedingt nicht weiterverfolgt werden können. Erst südlich Forst finden sich im Kohlefeld Forst-Süd wieder Belege für glazigene Deformationen, die in der Struktur Simmersdorf in Form steiler Flözfalten und -schuppen erkundet sind (Abb. 6). Obwohl hier ein genetischer Zusammenhang mit warthezeitlichen Eisrandlagen nicht belegt ist, bietet sich eine Verbindung

mit der bei Raden-Pusack (Muskauer Faltenbogen) ausgebildeten und als jüngere Randlage des Warthe-Eises (Jerischker Staffel nach SCHUBERT 1979, Warthe 2 nach NOWEL 2009) interpretierten Radener Endmoräne an. Deren oberflächenmorphologisch nicht erkennbare Fortsetzung wurde bislang nach Westen über Störungsgebiete bei Cottbus und Seese-West in den Raum Lübben vermutet (NOWEL 1984). Unter Berücksichtigung der Ergebnisse im Tagebau Jänschwalde scheint jedoch auch ein Verlauf nach Nordnordwest denkbar zu sein (Abb. 7), wobei die Struktur Simmersdorf als Verbindungsglied zur Rekonstruktion einer Eisrandlage (Horno-Jerischker Staffel) zwischen Jerischke und Horno-Radewiese zu vermuten ist. Diese Interpretation schließt jedoch nicht aus, dass die Strukturen im Tagebau Jänschwalde auch unabhängig von der Jerischker Staffel und damit im Ergebnis einer weiteren, entsprechend jüngeren Rückzugsstaffel entstanden sind.

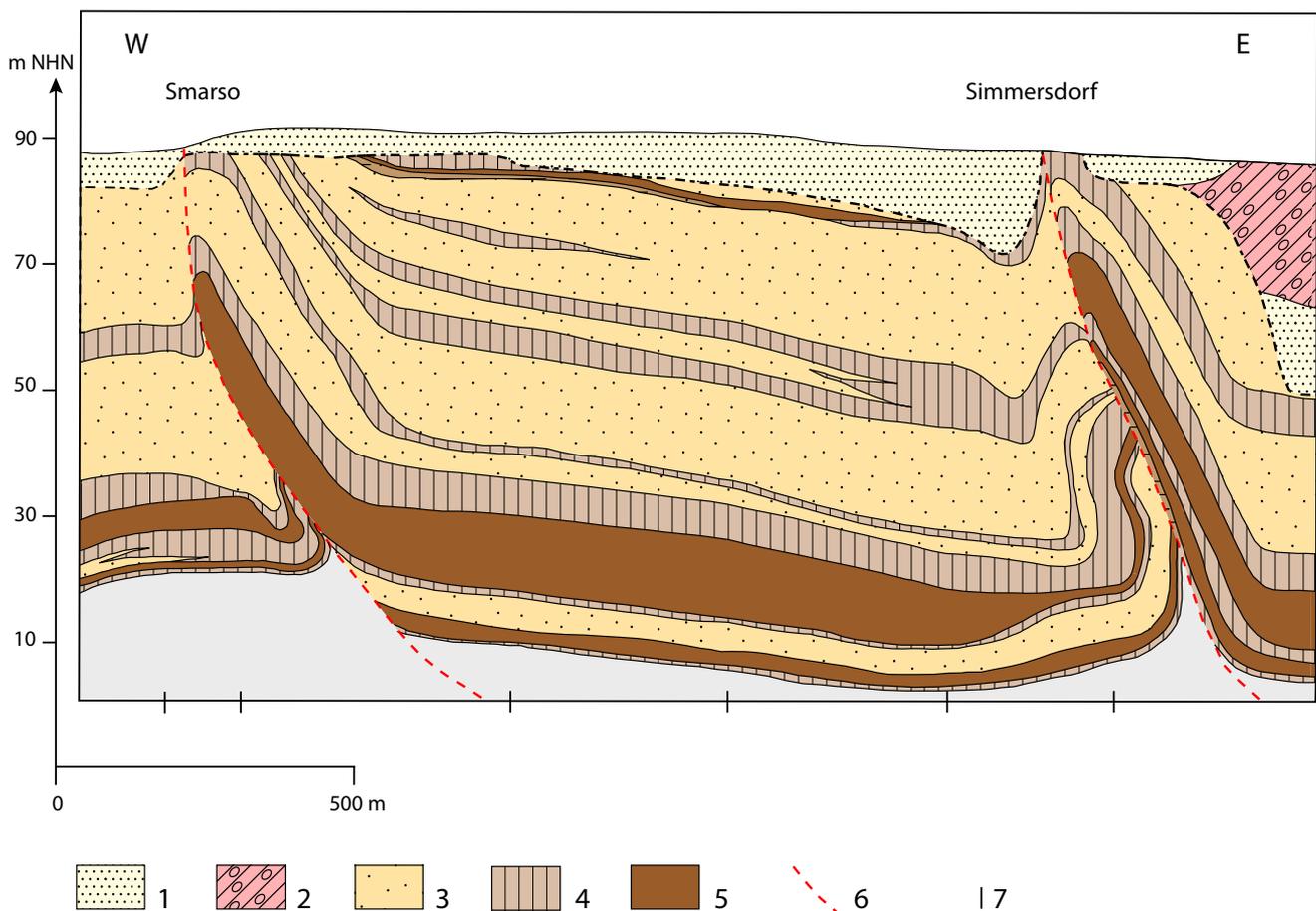


Abb. 6: Geologischer Schnitt durch die Struktur Simmersdorf
1 – quartäre Sande; 2 – Geschiebemergel; 3 – Fein- bis Mittelsand; 4 – Schluff; 5 – Braunkohle;
6 – Überschiebungsbahn; 7 – Bohransatzpunkt

Fig. 6: Geological cross section through the Simmersdorf structure
1 – quaternary sand; 2 – till; 3 – fine-grained to medium-grained sand; 4 – silt; 5 – lignite; 6 – fault;
7 – location of borehole

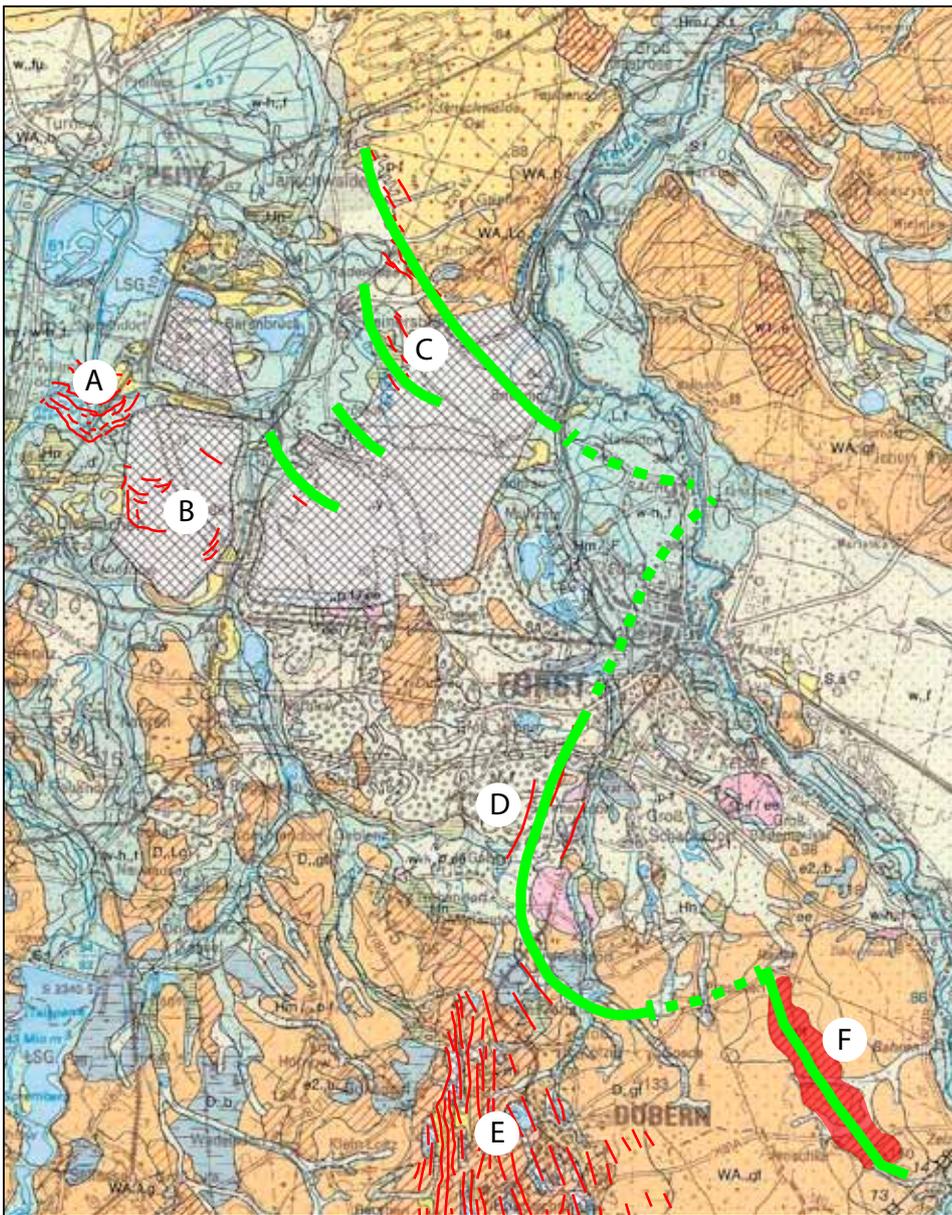


Abb. 7: Möglicher Verlauf der Horno-Jerischker Staffel, Geol. Karte n. GÜK 200, CC 4750.
 1 – Eisrandlage; 2 – Strukturachsen glaziger Störungen; 3 – Strukturelemente
 A – Willmersdorf-Neuendorfer Faltenbogen, Brandenburger Stadium (HORN et al. 2004)
 B – Störungsgebiet Weiße Berge und Tranitzer Flözfallenzzone, Alter unbestimmt
 C – Faltenzone Radewiese-Briesen, Warthe-Stadium
 D – Struktur Simmersdorf, Warthe-Stadium
 E – Muskauer Faltenbogen, Elster-Glazial (u. a. KUPETZ et al. 1989, KUPETZ & KUPETZ 2009)
 F – Radener Endmoräne der Jerischker Staffel (SCHUBERT 1979), Warthe 2 nach NOWEL (2009)

Fig. 7: Imaginary course of the Horno-Jerischke subphase (Geol. map after GÜK 200, CC 4750)
 1 – ice marginal position; 2 – axis of structures; 3 – structures
 A – Willmersdorf-Neuendorf fold arc, Brandenburg phase (HORN et al. 2004)
 B – Weiße Berge fault area und Tranitz fault zone, undefined age
 C – Radewiese-Briesen fault zone, Warthian stage
 D – Structure Simmersdorf, Warthian stage
 E – Muskau fold arc, Elsterian (after KUPETZ et al. 1989, KUPETZ & KUPETZ 2009)
 F – Raden endmorain of the Jerischke subphase (SCHUBERT 1979), Warthian 2 after NOWEL (2009)

Zusammenfassung

Die Faltenzone Radewiese-Briesnig im Tagebau Jänschwalde ist ein glazigenes Störungsgebiet, das im Bereich einer ehemaligen Eisrandlage entstanden ist. Es treten relativ schmale und einfach gebaute, vorwiegend symmetrisch entwickelte Fließfalten mit z. T. leichter Vergenz nach Südwesten auf. Die Tiefenreichweite der Störungen ist über Bohrungen bis in den G611 belegbar, vielfach sind jedoch nur die Hangendsedimente des 2. MFK beeinflusst. Strukturelle und petrographische Besonderheiten im Warthe-Geschiebemergelkomplex der Hornoer Hochfläche (Blockpackungen, Zweigliederung, hohe Mächtigkeit) deuten auf eine warthezeitliche Eisrandlage hin. Eine mögliche Korrelation mit der Struktur Simmersdorf und der Radener Endmoräne im Muskauer Faltenbogen wird diskutiert.

Summary

The Radewiese-Briesnig fault zone in the Jänschwalde opencast mine represents a glacial deformation zone in the range of a formerly ice marginal position. There are small and single shaped, symmetrical upfolds with vergence to southwest. The depth of the dislocations is indicated by boreholes up to the aquifer G611, in many cases only the upper zone of the 2nd Miocene lignite seam is concerned. Structural and petrographic features in the Warthian till sequence of the upland plain Horno (boulder deposits, dual division and thickness of Warthian till) point to a Warthian ice marginal position. A possible correlation with the Simmersdorf structure and the Raden endmorain in the Muskau fold arc is discussed.

Literatur

- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2003): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 4750. – Cottbus; Hannover
- EISSMANN, L. (1987): Lagerungsstörungen im Lockergebirge. Exogene und endogene Tektonik im Lockergebirge des nördlichen Mitteleuropa. – Geophys. u. Geol., Geophys. Veröff. d. KMU Leipzig **III**, 4, S. 7 – 77, Berlin
- HORN, M., KÜHNER, R. & R. THIELE (2005): Die Ausräumung „Merzdorfer Ausbauten“ im Tagebau Cottbus-Nord und ihre Beziehung zur Ausdehnung des Weichsel-Eises in Südostbrandenburg. – Brandenb. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 37 – 44, Kleinmachnow
- KÜHNER, R. (2003): Ausbildung und Gliederung des saalezeitlichen Sedimentkomplexes im Bereich der Hornoer Hochfläche. – Brandenb. geowiss. Beitr. **10**, 1/2, S. 111 – 121, Kleinmachnow
- KÜHNER, R. & J. STRAHL (2011): Tagebau Jänschwalde. – In: SCHROEDER, J. H. [Hrsg]: Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 10: Cottbus und Landkreis Spree-Neiße. – S. 150 – 163, Berlin (Selbstverl. Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)
- KÜHNER, R. & R. THIELE (2011): Tagebau Cottbus-Nord. – In: SCHROEDER, J. H. [Hrsg]: Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 10: Cottbus und Landkreis Spree-Neiße. – S. 139 – 149, Berlin (Selbstverl. Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)
- KUPETZ, M. (1997): Geologischer Bau und Genese der Stauchendmoräne Muskauer Faltenbogen. – Brandenburg. geowiss. Beiträge **4**, 2, S. 1 – 20, Kleinmachnow
- KUPETZ, A. & M. KUPETZ (Hrsg.; 2009): Wanderungen in die Erdgeschichte (24). Der Muskauer Faltenbogen. – 224 S., München (Dr. Friedrich Pfeil)
- NOWEL, W. (2009): Zum warthezeitlichen Anteil an der geologischen Entwicklung des Muskauer Faltenbogens und zur stratigraphischen Stellung der Jerischker Ensmoräne. – Natur u. Landsch. in der Niederlausitz **28**, S. 3 – 36, Cottbus
- NOWEL, W. (1984): Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus, Teil III/B: Das Quartär (Stratigraphie). – Natur u. Landsch. Bez. Cottbus **6**, S. 3 – 33, Cottbus
- SCHUBERT, G. (1979): Aufschlussbefunde zu einer jungpleistozänen Laufverlegung der Lausitzer Neiße (Nochterer Neißelauf) und zur Terrassengliederung. – Z. geol. Wiss. **7**, 4, S. 463 – 477, Berlin
- WOLDSTEDT, P. (1927): Über die Ausdehnung der letzten Vereisung in Norddeutschland. – Sitz.-Ber. Preuß. Geol. L.-Anst. **2**, S. 115 – 119, Berlin

Anschrift des Autors:

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

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 117 – 123	3 Abb., 2 Tab., 18 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	-------------------------

Komplexe landschaftsgenetische und standortkundliche Studie zum Einzugsgebiet des Regenbogensees (Barnim) als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees Brandenburgs

Complex landscape genetical and land evaluationary survey for the drainage basin of the Regenbogensee (Barnim) as a prototype of mesotrophic softwaterlakes in Brandenburg

SIXTEN BUSSEMER, CHRISTOPH KUNKEL & JAQUELINE STRAHL

1 Einleitung und Problemstellung

Der Regenbogensee (vgl. Abb. 1) befindet sich in der kleinteiligen Moränenlandschaft zwischen der Ortslage Wandlitz und dem Liepnitzsee auf dem westlichen Barnim sensu GÄRTNER (1993). Sein Einzugsgebiet gehört aus geologisch-morphologischer Sicht zum Nordrand des Wandlitz-Ladeburger Sanders, dessen Grundstruktur vermutlich schon saalekaltzeitlich angelegt wurde (GÄRTNER 2004). Spätestens während des weichselzeitlichen Niedertauens formte sich unter komplizierten eisrandnahen Verhältnissen das Relief, dessen markantestes Element ein Rinnensystem zwischen Finow und Havel ist. In dessen Verlauf ordnen sich heute die größten Seen des Gebietes an (Hellsee, Obersee, Liepnitzsee, Wandlitzsee, Rahmer See; Abb. 1). Auf der schmalen Schwelle zwischen dem nach Westen entwässernden Wandlitzsee sowie dem nach Osten abfließenden Liepnitzsee befindet sich neben den Drei Heiligen Pfühlen auch der etwa 50 m NHN hoch gelegene Regenbogensee. Während sein Ufer nach Norden und Süden mit Steilhängen zu einem flachen Plateau in 60 – 65 m NHN überleitet, leiten im Westen und besonders im Osten flachere Schwellen zu den Drei Heiligen Pfühlen bzw. dem Liepnitzsee über. Der letztere Übergang ist deutlich vermoort, entwässert aber das kleine Einzugsgebiet (ca. 12 ha) offenbar komplett. Nach einer hydrographischen Vermessung beträgt seine Gewässerfläche 26 560 m² und sein Volumen 54 057 m³ (IaG 2007), wobei die Wassertiefe nur an wenigen Stellen 3 m übertrifft.

Die Umgebung des Regenbogensees wird heute von weitläufigen Forsten geprägt (Abb. 1). Eine Durchsicht alter Kartenwerke bis hin zu SCHMETTAU (1767 – 1787) ergab zumindest für die letzten Jahrhunderte einen durchgehenden Waldbestand im unmittelbaren Einzugsgebiet.

Der Regenbogensee wurde nach FFH-Richtlinie als Biotop vom Typ 3130 bzw. als mesotropher Weichwassersee ausgewiesen (MEISEL 2007), welcher in unserer nährstoffreichen Kulturlandschaft nur noch relativ selten vorkommt und auch von der Forschung wenig berücksichtigt wurde. Er ist durch ein sehr geringes Säurebindungsvermögen charakterisiert, wobei Huminstoffe das Wasser bei geringen Sichttiefen von

unter 0,4 m braun färben. Die nachfolgende Studie besitzt Pilotcharakter für geowissenschaftliche Untersuchungen dieses Naturraumtyps, wobei das kleine Einzugsgebiet die „Versuchsanordnung“ überschaubar hält. Im Rahmen eines langfristig angelegten Kooperationsprojektes zwischen der Universität Greifswald, dem IaG Seddin und dem Anglerverein Panketal e. V. sollen dabei Vorschläge für eine zukünftige Seebewirtschaftung und Landnutzung der Umgebung erarbeitet werden. Vorliegender Zwischenbericht konzentriert sich auf landschaftsgenetische Aspekte sowie aktuelle Standortmuster, wobei sowohl subhydrische, semiterrestrische als auch terrestrische Archive des Einzugsgebietes einbezogen wurden. Glazialsedimente, Mudden, Torfe, Bodentypen, Humusformen und Waldgesellschaften stellten den Schwerpunkt der eigenen Neubearbeitung dar, wobei ein besonderer Wert der 2008 niedergebrachten Seebohrung Regenbogensee 1/2008 in der Sedimentfalle des Regenbogensees zukommt.

2 Methoden

- Feldansprache Böden und Substrate: in Grabungen und Bohrungen nach AG Boden (2005),
- Feldansprache Vegetation: nach BRAUN-BLANQUET (1964),
- Korngrößenanalyse des Feinbodens: Laserparticulatesizer Analysette 22 von FRITSCH,
- Dithionitlösliches Eisen (Fe_d): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Oxalatlösliches Eisen (Fe_o): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Pyrophosphatlösliches Eisen (Fe_p): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Optische Dichte ODOE: nach VAN REEUWIJK (1992),
- pH-Wert: elektrometrisch in einer 0,01 M Kalziumchloridlösung,
- Pollenanalyse: Herstellung von Flüssigpräparaten mittels Aufbereitung mit HCl, KOH, Ultraschallsiebung 6 µm, Acetolyse nach ERDTMAN; Mikroskopie: Leica DMRB 200-, 400- und 1000-fache Vergrößerung
- GIS-gestützte kartographische Auswertung (ArcGIS).

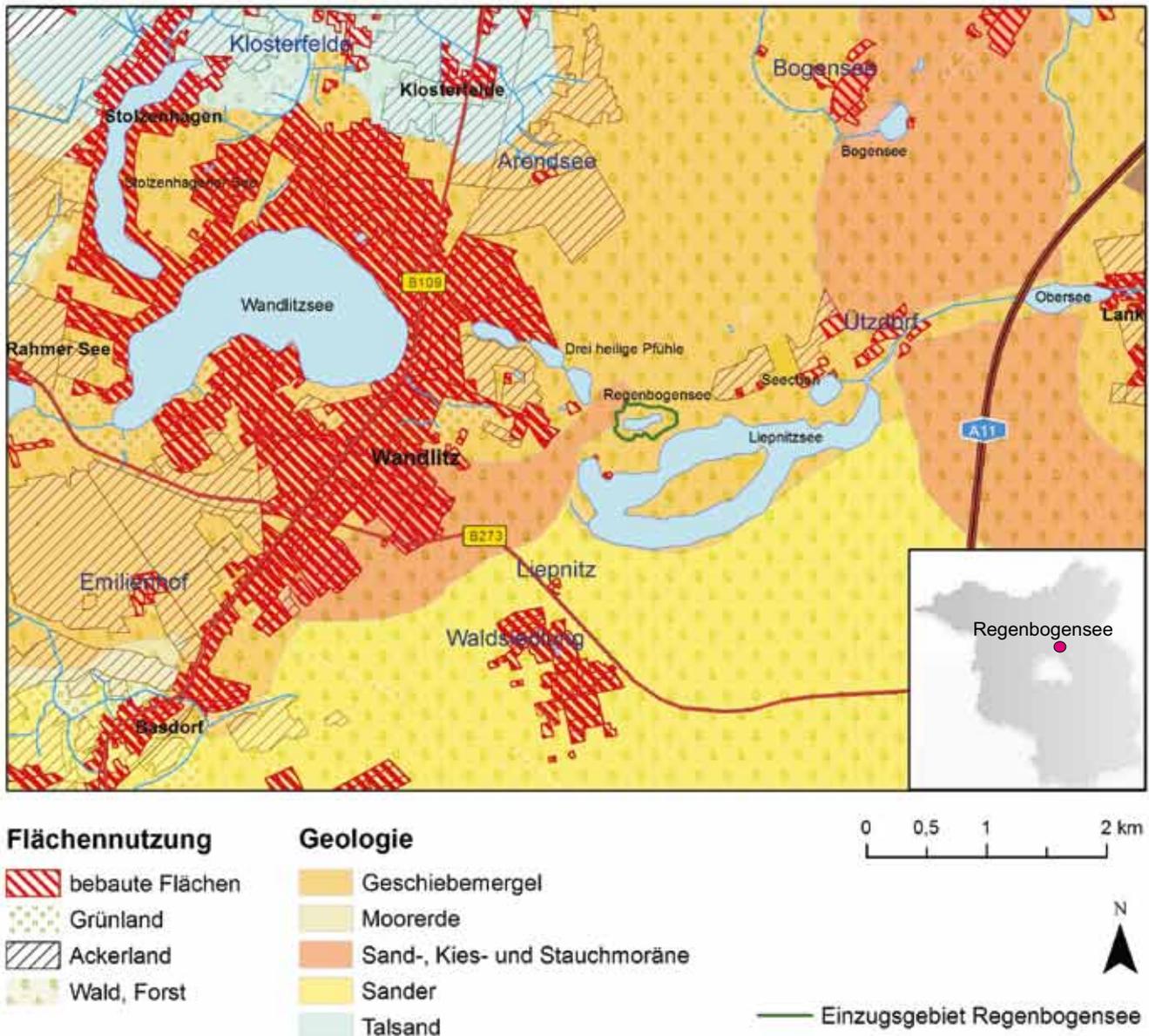


Abb. 1: Geologie und Landnutzung in der Umgebung des Regenbogensees (nach ANONYMUS 1925 und ANONYMUS 2012).

Fig. 1: Geology and land use systems in the surrounding of the lake Regenbogensee (according to ANONYMUS 1925 and ANONYMUS 2012).

3 Ergebnisse der geologisch-morphologischen und standortkundlichen Kartierungen

Die größten Flächen des Regenbogensee-Einzugsgebietes werden von flachen Plateaus eingenommen. Zur Erkundung des quartären Untergrundes wurden auf dem nördlichen Plateau über zehn tiefe Rammkernsondierungen bis über 13 m abgeteuft. Meist handelte es sich um durchgehende Schmelzwassersandserien, die unterhalb der bis zu 2 m mächtigen Deckschichten gewöhnlich schwache bis mittlere Karbonatgehalte aufwiesen. Neben Steinsohlen war in mehreren Fällen bei etwa 2 m Tiefe eine sandig-lehmige Zone eingeschaltet, die an der unverwitterten Basis noch bis zu 1 % CaCO_3 führte. Von diesen, in Kenntnis der umgebenden Niedertaulandschaft als Ablationsmoränen inter-

pretierten kleinen Lehminseln, sind größtenteils nur noch Steinsohlen erhalten, von BERENDT (1882) als schwach lehmige bis grandige Serien aufgenommen. Darunter folgten in jedem Fall die in Plateaulagen ausgewiesenen „Unteren Sande“ der preußischen Spezialkartierung.

Rein sandige und schwach lehmige Folgen wurden als die beiden dominanten Standortstypen der weitflächigen Plateaulandschaft anhand zweier Prototypen detailliert bodenkundlich untersucht. Die sandigen Serien weisen Braunerden als Hauptbodentyp auf, deren Habitus weitgehend ihrer klassischen brandenburgischen Ausbildung entspricht (vgl. BUSSEMER 2005). Sie sind mit den kontinuierlichen Tiefenfunktionen von Ton und freiem Eisen nicht nur intensiv verbraunt und verlehmt, sondern weisen in

diffizileren Parametern auch deutliche Versauerungsanzeichen auf (Tab. 1). So liegt der Anteil des Aktivitätsgrades des Eisens (Fe_o/Fe_d) im Oberboden mit fast 50 % relativ hoch. Besonders die Werte des pyrophosphatlöslichen Eisens wie auch der optischen Dichte tendieren schon in den Grenzbereich zu den podsoligen Böden, zumal auch die pH-Werte selbst für sandige Standorte im deutlich sauren Bereich liegen.

Die zum zweiten Standortstyp gehörigen Profile mit einem teilweise nur gebänderten Tonhäutchenhorizont unter einem Braunhorizont (Braunerde-Bänderparabraunerde) sind genetisch nach KOPP (1969) eher dem Braunerde- als dem Parabraunerdetyp zuzuordnen. Nach der Analytik eines repräsentativen Normprofils (Tab. 2) besitzen die Hauptparameter Ton und freies Eisen mit klaren Maxima im Bbt-Horizont durchaus klassische Tiefenfunktionen. Die kurzfristige Mobilität anzeigenden Parameter pH, Fe_p sowie ODOE weisen jedoch im Oberboden schon auf (bisher noch maskierte) Versauerung und damit Podsoligkeit hin.

Bei der weiterführenden Flächenkartierung wurden neun Subtypen angesprochen. Die Verteilung der Böden ist stark lageabhängig. Im flachen Kulminationsbereich der Plateaus nehmen Braunerden und Braunerde-Bänderparabraunerden ähnliche Flächen ein. An den steilen Hängen dominieren die Braunerden gegenüber den übrigen Bodentypen. Auch durch den Grad der Podsolierung herrscht eine Diskrepanz zwischen nördlichem und südlichem Einzugsgebiet. Merkmale der Podsolierung sind deutlich im südlichen Bereich konzentriert, mehr als 49 % der Böden haben einen Aeh- oder Ahe-Horizont, obgleich dies für die Ansprache als Podsolbraunerde nur selten ausreichte. Im Norden sind es nur 23 %. Wir erklären dies mit dem durch die Nordexposition höheren Wasserdargebot, welches sich förderlich auf die Podsolierung auswirkt (vgl. KOPP 1969). Unter natürlichen Bedingungen wäre an den Uferstandorten Vergleyung und Vermoorung vorherrschend vertreten, sie konnten aber aufgrund des Wegebaus nur punktuell nachgewiesen werden.

+ 2 – 3 cm organische Auflage

- 0 – 10 Aeh – 10YR3/1, sehr stark durchwurzelt, Krümelgefüge, Kornpodsoligkeit
- 10 – 25 Bv – 10YR4/4, stark durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- 25 – 55 Cv – 10YR5/4, mäßig durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- ab 55 C – 10 YR 5/6, schwach durchwurzelt, Einzelkorngefüge, kalkfrei

Horiz.	Tiefe	pH	Ton	Bo.-art	Fe_d	Fe_o	Fe_p	ODOE
Aeh	5	3,28	3,1	Ss	0,15	0,07	0,06	0,15
Bv	20	3,66	1,3	Ss	0,09	0,04		0,11
Cv	40	3,90	0,9	Ss	0,08	0,02		0,07
C	80	4,01	0,6	Ss	0,06	0,01		0,04

Tab. 1: Beschreibung und Analyse einer typischen Braunerde im Einzugsgebiet.

Tab. 1: Soil description and analysis of a typical Cambisol in the catchment.

+ 1 cm organische Auflage

- 0 – 10 Ah – 10YR2/1, sehr stark durchwurzelt, Krümelgefüge
- 10 – 30 Bv – 10YR4/4, stark durchwurzelt, Krümelgefüge, kalkfrei
- 30 – 50 Bv-Bbt – 7,5YR4/4, mäßig durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- 50 – 90 Bbt – 10 YR 4/4, schwach durchwurzelt, plattiges Gefüge, kalkfrei
- ab 90 C – 10YR5/4, sehr schwach durchwurzelt, plattig, schwach kalkhaltig

Horiz.	Tiefe	pH	Ton	Bo.-art	Fe_d	Fe_o	Fe_p	ODOE
Ah	5	3,23	3,6	Su2	0,23	0,10	0,09	0,17
Bv	20	3,91	2,7	Ss	0,23	0,06	0,05	0,03
Bv-Bbt	40	4,21	3,2	Ss	0,39	0,05	0,01	0,02
Bbt	70	4,57	14,6	Sl4	0,72	0,09	0,02	0,04
C	100	5,76	4,5	Ss	0,23	0,04	0,01	0,02

Tab. 2: Beschreibung und Analyse einer typischen Bänder-Parabraunerde im Einzugsgebiet.

Tab. 2: Soil description and analysis of a typical Luvisol in the catchment.

Der Großteil des Einzugsgebietes ist mit Buchen (*Fagus*) bestockt und als Hochwald bewirtschaftet (Abb. 2). Hinzu kommen drei kleine Parzellen mit Fichten (*Picea*) und Douglasien (*Pseudotsuga*). Die Beschattung unterhalb der Nadelgehölze ist derart stark, dass neben der Strauch- und Krautschicht auch die Moosschicht fehlt. Unter den großflächigen Schirmen der Buchen konnte sich eine spärliche Stufung herausbilden. Buche und Stieleiche (*Quercus robur*) sind am stärksten an der Naturverjüngung beteiligt, in der Strauchschicht kommen Eichen jedoch nicht mehr vor. Typisch sind Säurezeiger wie Pillensegge (*Carex pilulifera*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Weiße Hainsimse (*Luzula luzoloides*). Douglasie und Fichte verjüngen sich nicht. Im südöstlichen Einzugsgebiet wurde der Bestand stark aufgelichtet, ein dichter Rasen aus Waldreitgras (*Calamagrostis arundinacea*) konnte sich herausbilden.

In Gewässernähe sind Birke (*Betula*) und Erle (*Alnus*) vorherrschend, doch auch die Buche gelangt regelhaft nah an das Grundwasser heran. Im westlichen und östlichen Teil des Sees haben sich Niedermoore entwickelt, die vollständig von Erlen bewachsen sind.

Die Humusformen schwanken zwischen Graswurzelfilzmoder, typischem Moder und selten Hagerhumus. Typischer Moder ist an den krautschichtfreien Standorten unter Buche und unter den Nadelgehölzen häufig. Graswurzelfilzmoder kommt regelhaft unter Drahtschmiele und Waldreitgras vor. An windverblasenen Stellen, insbesondere im nördlichen Einzugsgebiet, kommt Hagerhumus mit Weißmoos als Begleitart vor. Ausführliche chemische Humusanalysen von KÜSTER & MATTHÄS (2007) erbrachten im gesamten Einzugsgebiet des Regenbogensees vor allem Fulvosäuren mit weiten Huminartenquotienten – die Humusformen hinken demnach makroskopisch den chemischen Parametern hinterher.

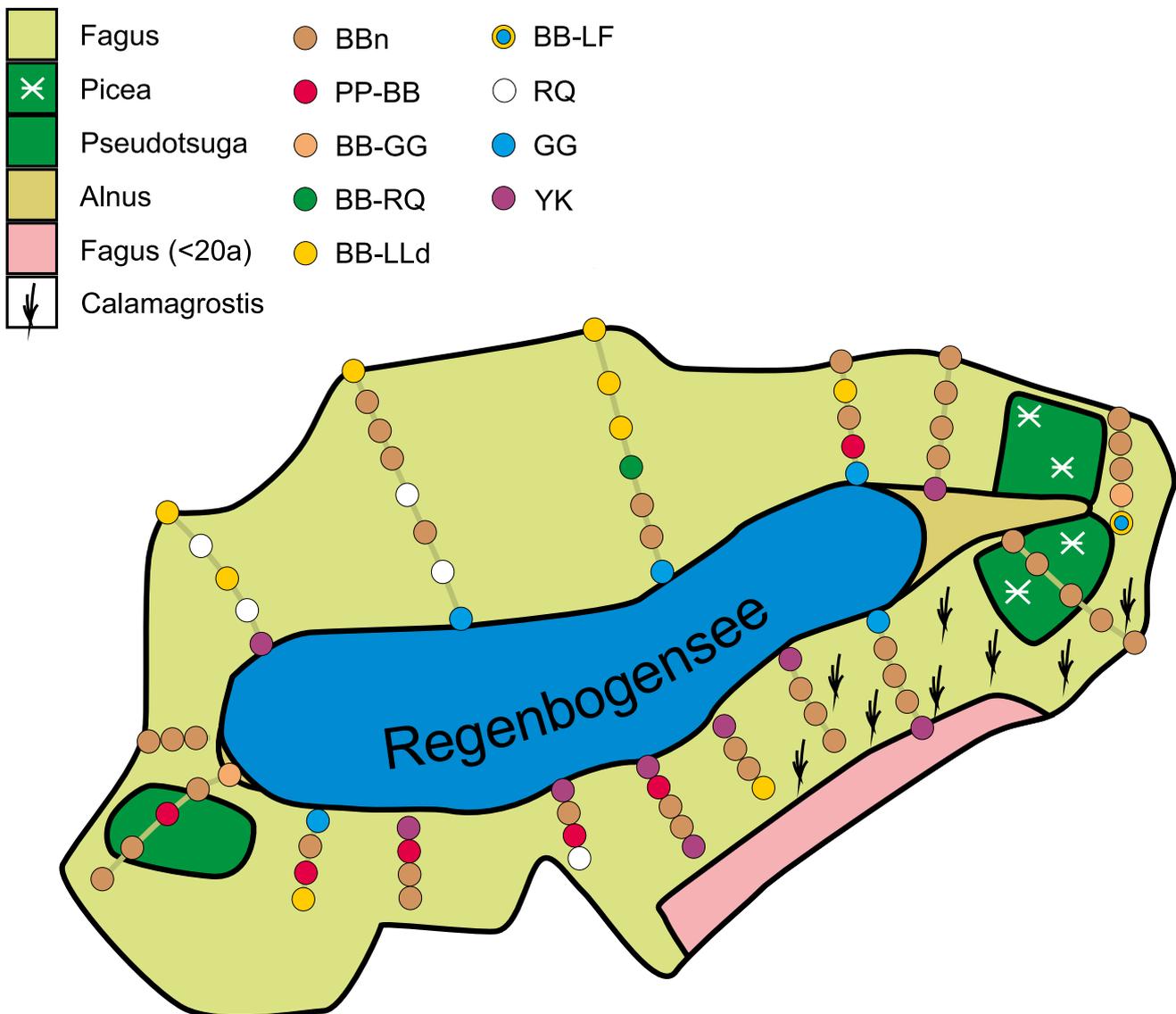


Abb. 2: Vegetations- und Bodenkarte des Regenbogenseegebietes.

Fig. 2: Botanical and pedological map of the catchment of the lake Regenbogensee.

4 Seebohrung Regenbogensee 1/2008

Um das Paläomilieu von See, Einzugsgebiet und weiterer Umgebung nachvollziehbar zu machen, wurde im Jahr 2008 vom Ponton aus mit Kolbenstechrohren an der tiefsten Stelle die Seebohrung Regenbogensee 1/2008 abgeteuft (gemeinsame Ansprache mit Dr. P. Gärtner, Wandlitz). Im Hangenden der oben diskutierten mineralischen Glazialsande folgten zwischen 5,70 und 3,00 m unter Wasseroberfläche limnische Ablagerungen vom Leber- und Schluffmuddetyp (vgl. Abb. 3), welche Humusgehalte bis 92,82 % und keinerlei Karbonatspuren aufweisen. Diese völlige Kalkfreiheit weist auf ein saures Milieu im Einzugsgebiet über den gesamten Sedimentationszeitraum hinweg hin. Neben diesem lokalen Bezug stellt der Bohrkern bezüglich seiner Pollen- und Sporenführung (STRAHL 2013) auch aus paläobotanischer und geochronologischer Sicht ein regional wichtiges Archiv dar.

5 Zur weichselspätglazial-holozänen Entwicklung des Regenbogensees und seiner Umgebung

Jüngere Dryas

Der pollenanalytisch in die Jüngere Dryas eingestufte Profilabschnitt zwischen 6,10 – 5,60 m Teufe ist insbesondere innerhalb des basal erfassten Mittelsandes durch einen hohen Anteil an umgelagerten, vor allem aus dem Tertiär stammender Sporomorphen (Taxodiaceae/Cupressaceae, diverse Tricolporates, Triporates, *Liquidambar*, *Sciadopytis*, Dinozysten u. a.) gekennzeichnet. Ebenso ist zu den Umlagerungen auch der Pollen von Hasel (*Corylus*), Erle (*Alnus*), Eiche (*Quercus*) und Fichte (*Picea*) zu rechnen, die sowohl dem Tertiär als auch dem Quartär entstammen können. Außerdem liegt bei 6,05 m Teufe ein massenhafter Nachweis an Partikeln der Laacher See Tephra (LST) vor. Eine zuverlässigere Beurteilung der jungdryaszeitlichen Vegetationszusammensetzung ist erst möglich mit dem Einsetzen der Muddesedimentation und dem damit

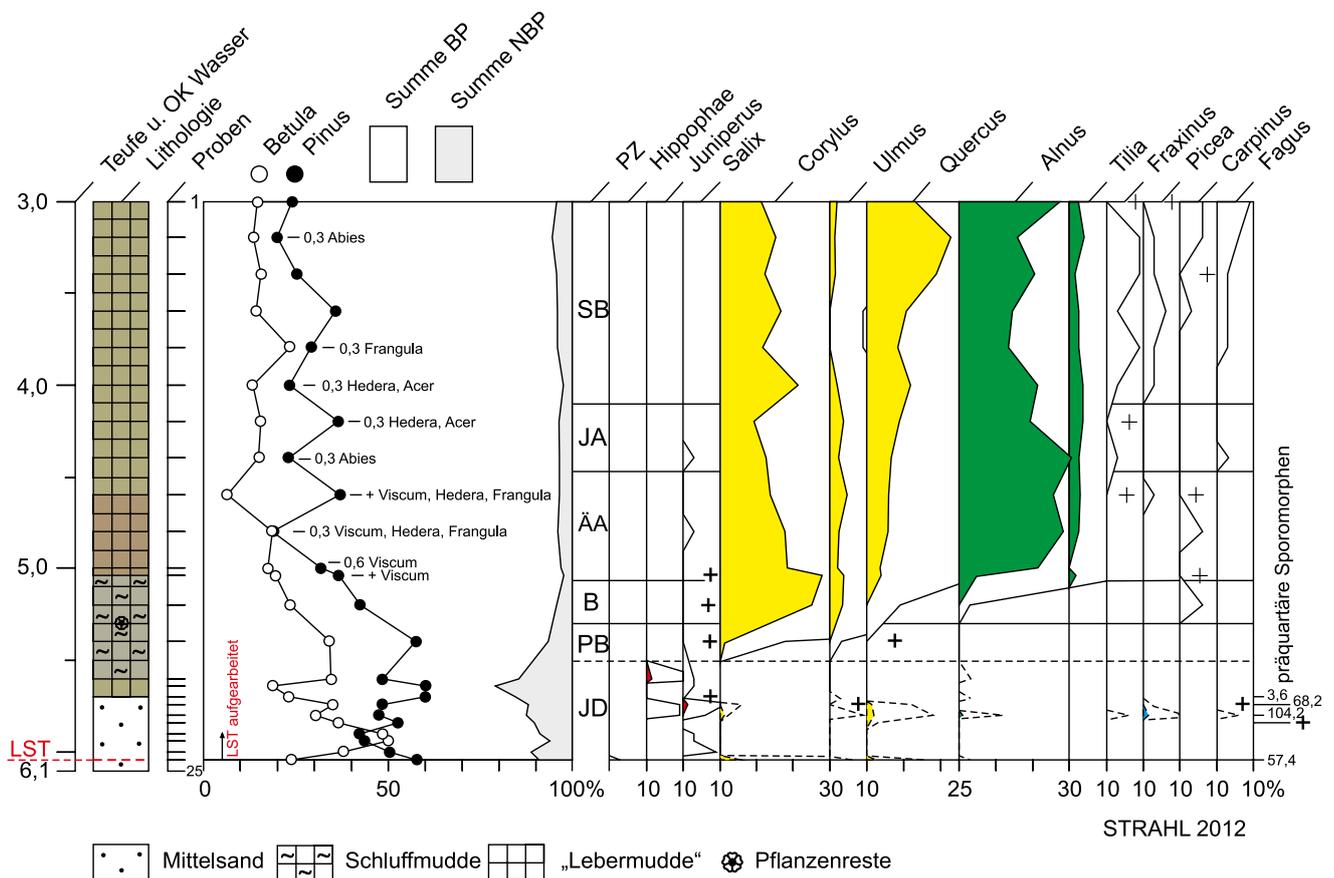


Abb. 3: Pollendiagramm der Bohrung Regenbogensee 1/2008 (Baumpollen)

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, JD = Jüngere Dryas, PB = Präboreal, B = Boreal, AA = Älteres Atlantikum, JA = Jüngerer Atlantikum, SB = Subboreal

Fig. 3: Pollen diagram of borehole Regenbogensee 1/2008 (only arboreal pollen)

Basis sum = BP+NBP = ± 335 = 100 %, excl. swamp- and water plants, spores, algae and other micro remains, values < 1 % with tenfold exaggeration, + = out of basis sum, BP = arboreal pollen, NBP = non arboreal pollen, PZ = pollen zone, JD = Younger Dryas, PB = Preboreal, B = Boreal, AA = Older Atlantic, JA = Younger Atlantic, SB = Subboreal

verbundenen Ausklingen umgelagerter, insbesondere präquartärer Sporomorphen (letztmalig rd. 4 %; Abb. 3): Es zeigen sich die typisch hohen Pollenfrequenzen der Kiefer bei gleichzeitig erhöhten Anteilen von Wacholder (*Juniperus*) und terrestrischen NBP (Nichtbaumpollen). Diese gehen im Wesentlichen auf Süßgräser (*Poaceae*) und Beifuß (*Artemisia*) zurück. Bezüglich der Süßgräser ist zu erwähnen, dass teilweise regelrechte Pollenklumpen in den Präparaten vorgefunden wurden, die auf ein recht standortnahes Vorkommen, z. B. innerhalb von Kleinrieden, schließen lassen.

Die Vegetation offener Wasserbereiche wurde im Wesentlichen durch coccale Grünalgen wie *Pediastrum boryanum*, *P. boryanum* var. *longicorne* und *P. integrum* geprägt.

Präboreal und Boreal

Wie im benachbarten Wandlitzsee (STRAHL 2012), fällt die Mächtigkeit altholozäner Sedimente, namentlich des Präboreals und des Boreals zumindest auch für den hier abgebohrten Bereich des Regenbogensees sehr gering aus. Beide Abschnitte der holozänen Waldentwicklung sind jeweils nur durch eine Probe dokumentiert. Die wie oben angeführt nur übersichtsmäßige Beprobung des Profils hat bezüglich des Präboreals lediglich seinen höheren Teil mit der Etablierung lichter Kiefern-Birken-Wälder erfasst, in die bereits die Hasel aber auch die Ulme (*Ulmus*) in Einwanderung befindlich sind.

Ähnlich ist die Situation für das Boreal – auch hier zeigt sich die bereits vollzogene Massenausbreitung der Hasel in den borealen Kiefern-Wäldern, also nur der Zeitraum des jüngeren Boreals.

Älteres/Jüngeres Atlantikum

Eine wesentlich höhere Auflösung zeigen aufgrund der deutlich erhöhten Sedimentationsraten, wiederum vergleichbar mit dem Wandlitzsee, der atlantische und nachfolgende subboreale Profilteil. Charakteristisch für das Ältere Atlantikum breiteten sich wie um den benachbarten Wandlitzsee herum auch hier an Hasel und von Beginn an auch an Linde (*Tilia*) reiche Eichenmischwälder aus. Höhere Anteile sind bei der Erle zu verzeichnen, dies der Kleinheit des Regenbogensees und damit dem höheren Polleneintrag von den Uferbereichen geschuldet.

Ebenso vollzieht sich die Ausbreitung der Esche (*Fraxinus*) im Jüngeren Atlantikum, wenn auch ihre Pollenfrequenzen hier unter 1 % verbleiben.

Subboreal

Mit dem zwischen 4,00 – 3,00 m Tiefe in das Subboreal eingestuftem Profilteil endet die pollenanalytisch nachzufolgende Vegetationsentwicklung im Bereich des Regenbogensees. Die Eichenmischbewaldung verarmte an Ulme, war aber im oberen Subboreal besonders reich an Eiche. Ebenso sind wie am Wandlitzer See weiterhin höhere Pollenfrequenzen bei der Linde zu verzeichnen. Rot- (*Fagus*) und Hainbuche (*Carpinus*) sind zwar nachweisbar, bleiben aber unter 1 % und waren damit noch nicht signifikant in den Wäldern um den Regenbogensee vertreten.

Zusammenfassung

Der nordbrandenburgische Regenbogensee wurde zusammen mit seinem Einzugsgebiet als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees anhand eines breiten geowissenschaftlichen Methodenspektrums neu kartiert. Sowohl der quartäre Untergrund als auch die zum Braunerdetyp tendierenden Böden des Einzugsgebietes sind großflächig sandig ausgebildet und werden durch niedrige bis fehlende Karbonatgehalte gekennzeichnet. Humusformen und Vegetationsgesellschaften können regelhaft als Säurezeiger beschrieben werden. Eine Seeböhrung verweist darauf, dass die beschriebenen Verhältnisse im Prinzip seit der ausgehenden letzten Kaltzeit stabil geblieben sind. Darüber hinaus werden mit Hilfe des pollenanalytisch ausgewerteten Kerns die Paläomilieus der weiteren Seeumgebung diskutiert.

Summary

The Regenbogensee as a prototype of mesotrophic soft-waterlakes and its drainage area situated in northern Brandenburg (Germany) was mapped by a wide geoscientific methodical spectrum. Both the deep underground and the soils tending to the German "Braunerde" are large scale sandy and characterised by base and missing contents of carbonate. The forms of humus and vegetation complexes are predominantly typical of acidic habitats. The lake bore points to the described conditions have been stable since the last glacial. Beyond that the paleoenvironment of the lake surroundings is debated on the basis of the pollen analytic evaluated core sample.

Danksagung

Für konzeptionelle und organisatorische Hilfestellung danken wir den Herren Dr. Peter Gärtner und Jens Meisel, in technischen Fragen halfen Frau Christina Hierath, Herr Tony Baudis, Herr Axel Heise, Frau Karin Meisburger, Herr Jürgen Michel und Herr Jürgen Becker.

Literatur

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 438 S., Hannover
- ANONYMUS (1925): Geologische Übersichtskarte der Umgegend von Berlin (Hochschul-Exkursionskarte Nr.1). – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- ANONYMUS (2012): Amtliches topographisches kartographisches Informationssystem (ATKIS) des Landes Brandenburg. – Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Potsdam

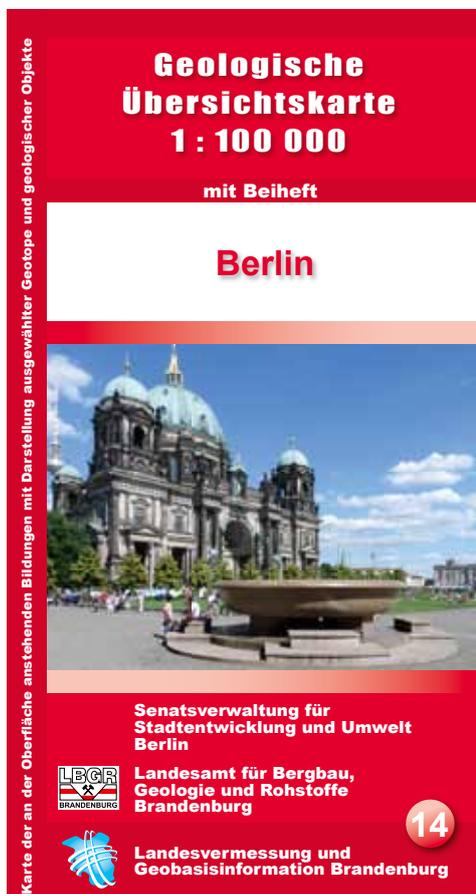
- BERENDT, G. (1882): Geologische Spezialkarte von Preussen. Blatt Biesenthal. – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- BRAUN-BLANQUET, J (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S., 3. Auflage, Wien
- BUSSEMER, S. (2005): Die Braunerde in ihrer nordbrandenburgischen Typusregion. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 3 – 12, Kleinmachnow
- GÄRTNER, P. (1993): Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Westlichen Barnim. – Berliner Geogr. Arb. **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
- IAG (2007): Hydrographische Vermessung Regenbogensee (3716050) durch IaG GmbH. – Seddin
- KOPP, D. (1969): Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der deutschen demokratischen Republik. – S. 1 – 141, Potsdam
- KÜSTER, M. & S. MATTHÄS (2007): Humusformen und Huminartenbestimmung im Einzugsgebiet des Regenbogensees bei Wandlitz im Naturpark Barnim (Brandenburg). – Ergebnisbericht Inst. Geographie Univ. Greifswald (unveröffentlicht)
- LUNDSTRÖM, U. S., VAN BREEMAN, N. & D. BAIN (2000): The Podzolation. A review. – Geoderma **94**, S. 91 – 107, New York
- MEISEL, J. (2007): Beispielhafte Verbesserung des Erhaltungszustandes eines seltenen FFH-Biotops vom Typ 3130. – Seddin (unveröffentlicht)
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P. & K. STAHR (1995): Bodenkundliches Praktikum. – 295 S., Berlin, Wien
- SCHMETTAU, W. K. G. von (1767 – 1787): Kartenwerk für Preußen. – Berlin
- STRAHL, J. (2012): Bericht zur pollenanalytischen Untersuchung der Bohrungen Wandlitzsee 1/2010 und 2/2010, Land Brandenburg. – Ber. LBGR vom 26.01.2012, 59 S., Cottbus (unveröffentlicht)
- STRAHL, J. (2013): Bericht zur pollenanalytischen Untersuchung der Bohrung Regenbogensee 1/2008, Land Brandenburg. – Ber. LBGR vom 08.02.2013, 5 S., Cottbus (unveröffentlicht)
- VAN REEUWIJK, L. P.(1992): Procedures for Soil Analysis. – S. 1 – 85, 3rd edn., International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen
- Anschriften der Autoren:**
- Prof. Dr. Sixten Bussemer
Dipl.-Geogr. Christoph Kunkel
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
- Dr. Jaqueline Strahl
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstr. 26
03046 Cottbus
jaqueline.strahl@lbgr.brandenburg.de

Kurzmitteilung

Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 Blatt Berlin (Blatt 14)

Die Landesgeologie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin hat in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg und der Landesvermessung und Geobasisdateninformation Brandenburg die Geologische Übersichtskarte von Berlin herausgegeben. Diese Karte ist Teil eines flächendeckenden geologischen Übersichtskartenwerkes 1 : 100 000 von Brandenburg und Berlin, das im Jahr 2004 begonnen wurde. Hierbei wurde die Geologie der einzelnen Landkreise z. T. mit integrierten kreisfreien Städten als Inselfarstellung abgebildet. Beim Blatt Berlin ist man davon abgewichen und hat die Geologie des Umlandes mit dargestellt, jedoch aufgehellt.

Entsprechend ihrem Übersichtscharakter erfolgte die Erarbeitung der Karten als Einschichtdarstellung mit einer allgemeinen Abbildungstiefe bis 2 m. Die Karte soll einen Überblick über die Vielfalt und regionale Verbreitung der an der Oberfläche bzw. oberflächennah anstehenden geologischen Baueinheiten geben.



Wie bei allen anderen Karten auch gehört zu dieser ein umfangreiches Beiheft, das einen allgemeinen und einen blattspezifischen Teil enthält. In ersterem werden u. a. neben Erläuterungen zur glazialen Serie die Prozessabläufe während des Quartärs und deren Erscheinungsformen erläutert. Im Berliner Teil erfolgt nach einem Exkurs über die Geschichte der geologischen Oberflächenkartierung seit dem Ministerialerlass im ehemaligen Königreich Preußen zur Herstellung amtlicher geologischer Karten größeren Maßstabes und dem Durchbruch der Inlandeistheorie von O. M. TORELL 1875 eine kurze Beschreibung der geologischen Verhältnisse des Tertiärs und Quartärs, wobei die oberflächennahen Bildungen im Vordergrund stehen. Auf dem geologischen W-E-Schnitt in der Anlage wird der geologische Bau mit den z. T. tief in den tertiären Untergrund eingeschnittenen elsterzeitlichen Rinnen beispielhaft hervorgehoben.

Des Weiteren wurde eine Auswahl an Geotopen, geowissenschaftlichen wie auch geotouristischen Objekten in die Kartendarstellung aufgenommen, um einen möglichst breiten Nutzerkreis anzusprechen.

Von insgesamt 14 zu erarbeitenden Karten sind bisher elf erschienen:

- 2004: Elbe-Elster/Oberspreewald-Lausitz (Blatt 12)
Teltow-Fläming (Blatt 9)
- 2005: Uckermark (Blatt 4)
Potsdam-Mittelmark (Blatt 8)
- 2006: Spree-Neiße (Blatt 13)
Havelland (Blatt 5)
- 2007: Dahme-Spreewald (Blatt 10)
- 2008: Prignitz (Blatt 1)
- 2009: Ostprignitz-Ruppin (Blatt 2)
- 2010: Oberhavel (Blatt 3)
- 2012: Berlin (Blatt 14)

Der Vertrieb der Karten erfolgt über die

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
Heinrich-Mann-Allee 103, 14473 Potsdam
Service-Telefon: (03 31) 88 44-123
Telefax: (03 31) 88 44-126
vertrieb@geobasis-bb.de
<http://www.geobasis-bb.de>

oder die (nur Berlin, Blatt 14)

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Fehrbelliner Platz 1
10707 Berlin
GeoDatenService, Raum 3007, 3. OG
Tel.: (030) 90139-5150,
Telefax: 030 90139-5151
geodatenservice@senstadtum.berlin.de
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de>

Alexander Limberg und Angela Sonntag

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 125 – 133	13 Abb., 1 Tab., 19 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	--------------------------

Ein holozäner Süßwasserkalk vom Scharmützelsee

Holocene freshwater limestone from the lake Scharmützelsee

WOLFGANG ZWENGER

Einleitung

Der etwa 50 km östlich von Berlin gelegene Scharmützelsee bei Bad Saarow ist mit einer Fläche von 12,1 km² der größte See Brandenburgs und gehört außerdem mit seiner Tiefe von 29 m zu dessen tiefsten Seen. Am südlichen Ausgang des Nordbeckens ist er nur 600 m breit und maximal 6 m tief. Dort befinden sich relativ dicht unter Land zwei flache baumbestandene Inseln. Davon ist der Große Werl 286 m lang und 77 m breit, während der Kleine Werl nur etwa 121 x 46 m misst (Abb. 1 – 2).

Im Flachwasserbereich des Kleinen Werls kann man bei guter Unterwassersicht travertinartige Kalksteinschollen sowie reichlich archäologische Artefakte finden. Limnische Festgesteine bilden in den Kalkwasserseen Deutschlands seltene Ausnahmen. Zu den bekanntesten Vertretern gehören die als Krustensteine oder Furchensteine bezeichneten Onkoidkalk aus dem Chiemsee und dem Bodensee. Damit vergleichbare Festkalk scheinen in den Seen Norddeutschlands zu fehlen. In der Regel handelt es sich bei dem, was aus dem norddeutschen Flachland als Seekalke oder Seekreiden beschrieben wird, um Lockersedimente und keine Festgesteine. Diese sind mit CaCO₃-Gehalten von 40 bis 75 % und schluffigen Nebengemengteilen nach dem Benennungsdreieck von FÜCHTBAUER & MÜLLER (1977) besser als Kalkmergel oder Kalkschluffe anzusprechen. Wohingegen echte Kalksteine nach diesem Definitionsverfahren mehr als 90 % CaCO₃ enthalten müssen.

Ein sehr früher Hinweis auf ein interessantes Seekreidevorkommen in der Mark Brandenburg stammt von KLÖDEN (1829; S. 49): „Der Scharmützelsee östlich von Storkow, besteht in seinem Grunde, wenigstens bei dem Rittergute Saarow, aus grünlich-weißem fast reinem Kalkmergel.“ Davon will er sich an Ort und Stelle selbst überzeugt haben und fügt hinzu: „Merkwürdig ist es, daß der Mergel überall, wo er sich in den Seen findet, auf den Geschmack der darin enthaltenen Fische einen sehr günstigen Einfluß zu äußern scheint.“ Ob letzteres belegbar ist, sei dahingestellt, wohl aber trifft es zu, dass dort in jüngeren Bohrungen neben Mudden und Torfen auch weißgraue plastische Seekreide erbohrt wurde. In seiner Erläuterung des Meßtischblattes



Abb. 1: Blick von Norden auf die Insel Kleiner Werl im Scharmützelsee.

Fig. 1: View from the north to the island Kleiner Werl inside the lake Scharmützelsee.

Herzberg erinnerte GAGEL (1928, S. 20) 100 Jahre später an KLÖDEN'S voran zitierte Beobachtungen und bemerkt, dass außerdem unweit davon, an der Insel Kleiner Werl, ein auffällig harter löchriger Seekalk zu finden sei. Leider fand dieses in Brandenburg offenbar einzigartige Vorkommen im geologischen Schrifttum bisher keine weitere Beachtung.

Geologische Situation

Der Süßwasserkalk kommt vorzugsweise im südlichen Randbereich des Kleinen Werls vor. Er tritt im Flachwasserbereich (< 2 m Wassertiefe) der Insel nicht im geschlossenen Schichtverband auf, sondern lediglich in Form von isolierten kleinen Kalksteinschollen, die 1 – 10 cm stark sind und maximal 30 cm im Durchmesser erreichen. Diese festen Schollen liegen als unregelmäßige Körper direkt auf den Seesanden oder unter einer flachen Bedeckung (Abb. 3 – 4). Am einfachsten lassen sich die Kalksteinschollen vom südlichen Spülsaum der Insel bis

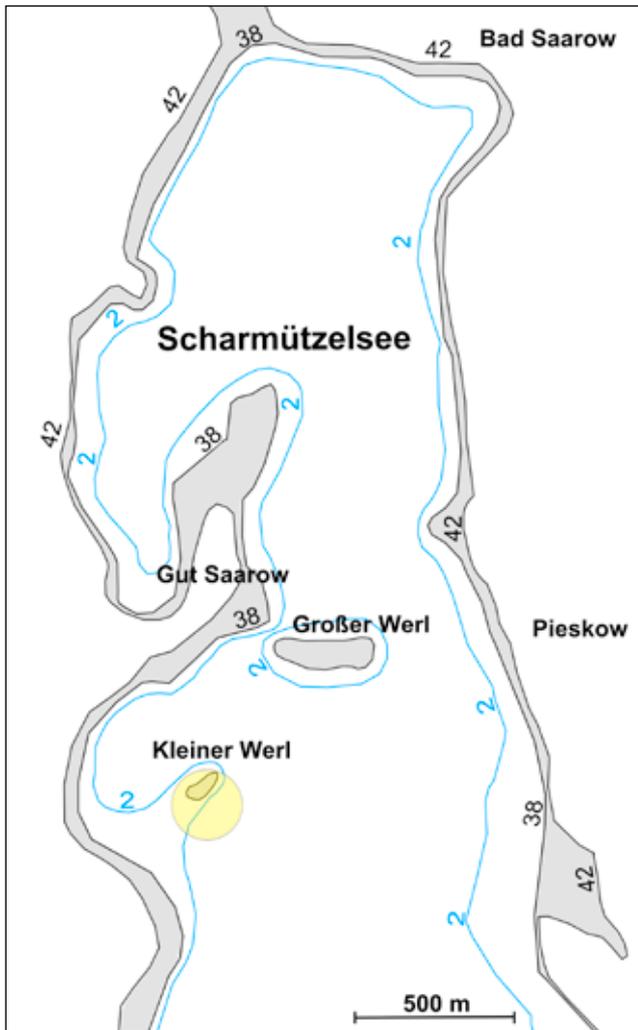


Abb. 2: Die Lage der Insel Kleiner Werl im Nordteil des Scharmützelsees. Die 2 m-Tiefenlinie (blau) bildete bis zum mittelalterlichen Mühlenstau die Uferlinie. Die unterste Seeterrasse (+42 m NHN) entstand während der Jüngeren Dryas.

Fig. 2: The location of the island Kleiner Werl in the northern part of the lake Scharmützelsee: The 2 m-depth line (blue), formed the shore line during the medieval watermill dam. The lowest lake terrace (+42 m NHN) was created during the Younger Dryas.

zu etwa 1 m Wassertiefe beobachten. Zum tiefen Wasser hin werden sie seltener. Im Flachwasserbereich liegen die Kalkschollen im deutlichen Einflussbereich von winderzeugten Wasserwellen, wodurch sie je nach Strömungssituation periodisch freigelegt oder aber mit Sand bedeckt werden. Selbst die kleineren Schollen zeigen irreguläre Umrisse und filigrane, scharfkantige Oberflächen. Anzeichen für Kantenrundung oder sichtbare Abröschung durch Wellentransport fehlen. Demnach wurden die Kalke entweder dort autochthon gebildet oder es handelt sich zumindest um parautochthone Aufarbeitungsprodukte, die in unmittelbarer Nähe



Abb. 3: Proben vom Süßwasserkalk des Kleinen Werls in natürlichen Absonderungsformen. Der kreisrunde Ausschnitt links oben zeigt ein vergrößertes Detail einer Kalksteinoberfläche mit stängelartigen Pflanzenresten.

Fig. 3: Samples of the freshwater limestone from the island Kleiner Werl in its natural form secretion. The circular cutout on the top left shows an enlarged detail of a limestone surface with stem-like plant remains.



Abb. 4: Angeschliffener Querschnitt durch einen Süßwasserkalk. Der blaue Pfeil markiert ein Gastropodengehäuse.

Fig. 4: Polished cross section of the freshwater limestone. The blue arrow indicates a gastropod shell.

ihres Bildungsortes aus dem Schichtverbund herausgelöst wurden und keinen größeren lateralen Transport erfahren haben.

Der Inselboden des Kleinen Werls und die Schichten des angrenzenden Litoralbereiches bestehen überwiegend aus feinsandigen Mittelsanden, die sich häufig in Wechsellagerung mit Sandmudden und Torfen befinden. Derartige klastisch-organogene Wechsellagerungen wurden auch landseitig, etwa 400 m nördlich vom Kleinen Werl auf der Halbinsel nahe des Gutes Saarow Eibenhof erbohrt (BREDAHL 2001). Dort stehen in etwa 1,5 – 1,8 m Tiefe (ab +37,2 m NHN)

weißgraue organische Schluffe (Seekreide) an. Das ist in etwa das gleiche Niveau, auf dem die travertinartigen Kalke auf dem benachbarten Kleinen Werl auftreten. Weitere Seekreidevorkommen in der Umrandung des Scharmützelsees gibt es ca. 2,5 km nördlich, in den Saarower Wierichwiesen, sowie ca. 6 km südöstlich vom Kleinen Werl, nahe der Lokalität Waldfrieden, wo organische Kalkschluffe, jeweils in Begleitung von Niedermoortorfen, oberflächennah erbohrt wurden (ZWENGER 1998).

Der Wasserspiegel des Scharmützelsees liegt heute im Mittel bei +38 m NHN. Dieser Gewässerpegel hat sich im zurückliegenden Jahrtausend durch menschliches Zutun schrittweise eingestellt. Der Seewasserspiegel lag zu spät-slawischer und frühdeutscher Zeit bis zu 2 m unter dem heutigen Pegel (DRIESCHER 2003). Die Ursachen liegen in der Vergrößerung des oberflächennahen Abflusses infolge der mittelalterlichen Waldrodung und der Errichtung von Stau-bauwerken für Wassermühlen in dieser Zeit. Ab der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde der Seewasserspiegel weiter künstlich angehoben im Zusammenhang mit dem Schleusenbau und der Kanalisierung der ein- und abfließenden Gewässer. Da die Wassertiefen zwischen dem Großen und dem Kleinen Werl und dem westlichen Ufer des Scharmützelsees heute teilweise unter 2 m liegen, darf man davon ausgehen, dass beide Inseln zu spät-slawischer Zeit noch mit dem Land verbundene Halbinseln waren (s. Abb. 2). Eine solche Landbrücke wäre eine gute Erklärung für das reichliche archäologische Fundmaterial auf dem Kleinen Werl. In dessen Flachwasserbereich wurden mesolithische und neolithische Sileces gefunden, so wie das auch an anderen ufer-nahen Stellen rund um den See der Fall ist. Bemerkenswert ist eine vollständig erhaltene Omphalosschale (Lausitzer Kultur; Bronzezeit; ca. 900 – 500 v. Chr.), die im Unterwasserbereich der Insel geborgen wurde. Außerdem treten dort reichlich bronzezeitliche und spät-slawische Keramik-scherben, zusammen mit Hackstücken von Tierknochen auf. Bei letzteren handelt es sich um Jagdtiere (Wildschwein, Reh, Rothirsch). Die Anhäufung von Wildtierknochen deutet auf eine langanhaltende Nutzung als Zerlegungsplatz hin, wofür sicherlich eine Halbinsel besser geeignet ist als eine Insel. Die Geländeoberfläche des Kleinen Werls dürfte zu dieser Zeit über dem rezenten Inselboden gelegen haben, der bei Normalwasserstand weniger als 0,5 m über dem See liegt. Es ist davon auszugehen, dass mit steigendem Seewasserspiegel Teile der Insel durch Erosion abgetragen wurden, weshalb heute im Unterwasserbereich archäologisches Material unterschiedlichen Alters unmittelbar nebeneinander vorkommt. In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die Inselfläche deutlich sichtbar verringert. Die Einbuchtungen auf der Südseite der Insel haben sich merklich erweitert, so dass demnächst größere Durchbrüche zur Nordseite zu erwarten sind. Dadurch dürften die Erosion und der Abtrag des Inselbodens schneller voranschreiten, zumal der schützende Strauch- und Baumbestand dort infolge einer stetig wachsenden Kormorankolonie im Absterben begriffen ist.

Da die Kalke des Kleinen Werls dicht unter dem rezenten Seewasserspiegel lagern, könnte man annehmen, dass es sich dabei um relativ junge, möglicherweise um rezente

Bildungen handelt. Dagegen spricht der Umstand, dass in allen untersuchten Proben keine von Kalk inkrustierten Artefakte oder Knochenreste vorhanden waren. Das bedeutet, dass die Kalkbildung älter als alle dort zurückgelassenen Artefakte sein muss. Pollenanalytisch ließ sich das Alter der Kalke bisher nicht ermitteln, weil, so wie bei anderen Süßwassertravertinen, keine ausreichend verwertbaren Polleninhalte festgestellt wurden. Das relative Alter der Kalke vom Kleinen Werl lässt sich somit vorerst nur anhand der geologischen Situation etwas näher einengen. Der Große und Kleine Werl als auch die Halbinsel mit der Ortslage Saarow Dorf liegen im Bereich der jüngsten Uferterrasse des Scharmützelsees auf einem Niveau von +42 m NHN, die nach HENNIG (1973) jungdryaszeitlichen Alters ist (Abb. 2). Aus dem letztgenannten Zeitabschnitt sind palynologisch relativdatierte Kalkmudden/Seekreiden von verschiedenen ostbrandenburgischen Fundorten bekannt (vgl. STRAHL 2005). Es wäre also nicht ungewöhnlich, wenn der Absatz von Süßwasserkalken im Scharmützelseegebiet ähnlich früh erfolgt ist.

Petrographie der Süßwasserkalke

Die Kalksteine vom Kleinen Werl treten in unregelmäßigen, krustenförmigen Absonderungen auf. Das weißockerfarbene Gestein ist relativ fest und zeigt einen splittrigen Bruch. Der Kalk ist vollständig von den ihn umgebenden Sanden isoliert, d. h. er ist nicht mit diesen chemisch oder physikalisch verbunden. Es haften keine Quarzkörner an der äußeren Hülle der Kalke. Die Grundmasse des Gesteins ist sehr feinkörnig und dicht. Die darin enthaltenden biogenen Kalkpartikel sind zwischen 0,2 und 5 mm groß und nehmen zwischen 10 – 25 % des Gesteinsvolumens ein. Die arenitisch bis feinruditischen Partikel schwimmen regellos in der Grundmasse, d. h. es ist keine reguläre Schichtung bzw. Feinlamination erkennbar. Der Kalkstein ist von nadelstichtartigen Poren und mm-großen Hohlräumen geprägt. Diese äußeren Merkmale entsprechen genau denen, die man allgemein mit der Gesteinsbezeichnung Travertin (engl. travertine oder calcareous tufa) verknüpft. Der Terminus Travertin schließt nach PENTECOST (2005) alle Süßwasserkalke ein. Im engeren Sinne bezieht er sich vornehmlich auf deren feste Ausbildungsform, was aus der Historie des Begriffes Travertin resultiert.

Die Gesteinsoberfläche der Kalksteine vom Kleinen Werl ist äußerlich sehr scharfkantig, feinstrukturiert und kavernös ausgebildet. Die an An- und Dünnschliffen ermittelte Gesteinsporosität beträgt 5 – 10 %, was in dem für Travertine üblichen Bereich liegt. Dass es sich bei den Gesteinen vom Kleinen Werl auch chemisch um echte Kalksteine handelt, bestätigen die ermittelten CaCO_3 -Gehalte von 95,3 bis 96,0 %. Ebenso verhält es sich mit den übrigen geochemischen Parametern, die mittels Röntgenfluoreszenzanalysen (RFA) an dem Kalksteinmaterial festgestellt wurden. Aus der Gegenüberstellung der gemessenen Gehalte in der Tabelle 1 mit den Vergleichswerten von meteorischen Travertinen anderer Autoren ist ersichtlich, dass alle Haupt-

Parameter	Seekalk vom Kleinen Werl Gehalt in Gew.-%	Vergleichswerte (in Gew.-%) meteorischer Travertine nach KHOURY(2012), ERDOĞAN (2011), PENTECOST (2005)
CaO	53,37 – 53,78	44,5 – 56,1
SiO ₂	0,32 – 0,63	0,1 – 9,5
Fe ₂ O ₃	0,73 – 0,76	0,2 – 3,5
Al ₂ O ₃	0,04 – 0,54	0,4 – 1,7
MgO	0,49 – 0,51	0,3 – 1,5
SO ₃	0,82 – 1,14	3,1 – 6,8
Na ₂ O	0,17 – 0,12	0,1 – 0,6
K ₂ O	0,05 – 0,15	0,05 – 0,1
MnO	0,14 – 0,49	0,004 – 0,005

Tab. 1: Gegenüberstellung der Werte der gemessenen geochemischen Parameter des Seekalkes vom Kleinen Werl und der Vergleichswerte von meteorischen Travertinen anderer Autoren

Tab. 1: Comparison of measured geochemical parameters of freshwater limestone of Kleiner Werl and meteoric travertines of other authors

parameter (CaO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, MgO) des Seekalkes vom Kleinen Werl im mittleren Bereich der jeweiligen Vergleichswerte liegen.

Die Grundmasse besteht aus Kalklüt/-mikrit. Darin treten regellos verteilt überwiegend pflanzliche Fossilbruchstücke auf, die sich strukturell deutlich von der Grundmasse absetzen. Die zur ehemaligen Wasseroberfläche gerichteten Seiten der Kalksteinschollen sind an den dünnen eisenokerfarbenen Überzügen erkennbar. In der Regel sind dort die Fossilinhalte durch Lösung etwas herauspräpariert und somit körperlich gut sichtbar (Abb. 3). Dabei dominieren stängel-/röhrchenartige Fossilbruchstücke mit Durchmessern von 0,2 bis 0,5 mm. Teilweise sind diese feinen Stängel gebogen und mit Abzweigungen versehen. Ähnliche Kalkfiliamente wurden in anderen, phytothermen Travertinen von kalkinkrustierenden Algen der Gattungen *Vaucheria*, *Oocardium*, *Chara* oder *Nitella* abgeleitet (z. B. GOLUBIĆ et al. 2008, KAMRADT 2009, PLATT 1989). Die beiden letztgenannten Gattungen sind im Scharmützelseegebiet sogar rezent vertreten (TÄUSCHER 2009). Leider waren in den vorliegenden Dünnschliffproben keine der eigentlich leicht zu erkennenden Characeen-Querschnitte zu finden. Sie sind möglicherweise der Mikritisierung zum Opfer gefallen. Auf den Gesteinsoberflächen fallen bereits makroskopisch Pflanzenstängel mit kalzitisierten Gewebestrukturen auf, ohne dass sie speziellen Pflanzen zugeordnet werden können (s. Abb. 3). Pflanzliche Gewebestrukturen sind ebenfalls an den Wandungen von rundlichen Poren mit Durchmessern von 1 bis 5 mm zu erkennen. Dass es sich um einen

limnischen Kalk handelt, ist natürlich, wenn auch untergeordnet, an tierischen Kalkschalen z. B. Bivalven, Gastropoden oder Ostrakoden belegbar (Abb. 4).

In Dünnschliffen sind rundliche bis ovale Querschnitte sichtbar, die offenbar zu den röhrenartigen Kalkkörperchen gehören. Sie zeigen dunkel abgesetzte, einfache oder doppelte mikritische Hüllen. Daran schließen sich rhomboedrische Kalzitkristalle an, die mehr oder weniger vollständig das Innere ausfüllen (Abb. 5a – d). Es treten Querschnitte auf, bei denen im Anschluss an die Sparitkristalle im Inneren ein dunkler mikritischer Kern zu beobachten ist (Abb. 5a). In anderen Fällen ist der Kern hohl und von einem mikritischen oder aber feinsparitischen Saum umgeben. Die

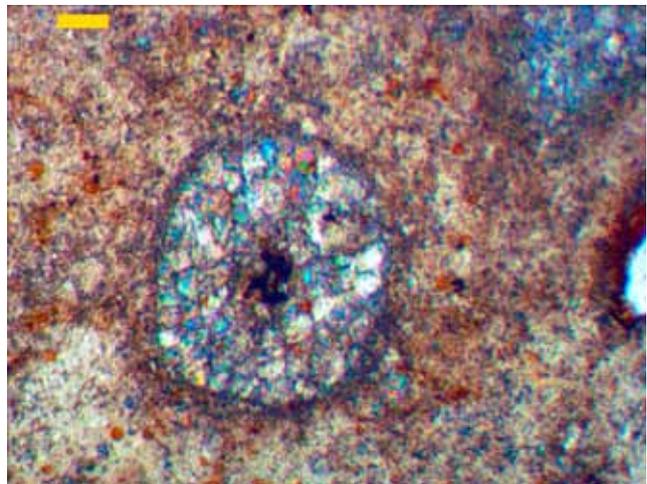
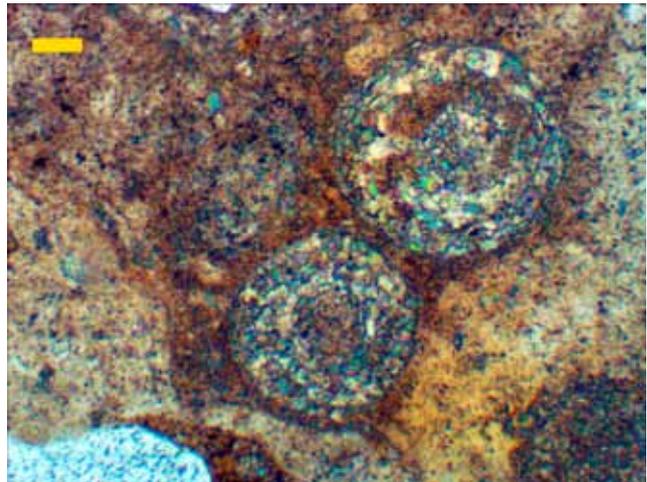


Abb. 5a – b: Dünnschliffbilder mit Querschnitten von *Microcodium*-Strukturen: Auf eine dunkle mikritische Hülle folgen polygonale kalzitisierte Cortex-Zellen. Der Zentralkanal im Inneren ist mit Mikrit gefüllt. Balkenmaßstab = 100 µm, gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5a – b: Thin section photograph of *Microcodium* structures cross sections: On a dark micritic shell are following polygonal calcified cortical cells. The inner central canal is filled with micrite. Scale bar = 100 µm, cross-polarized light

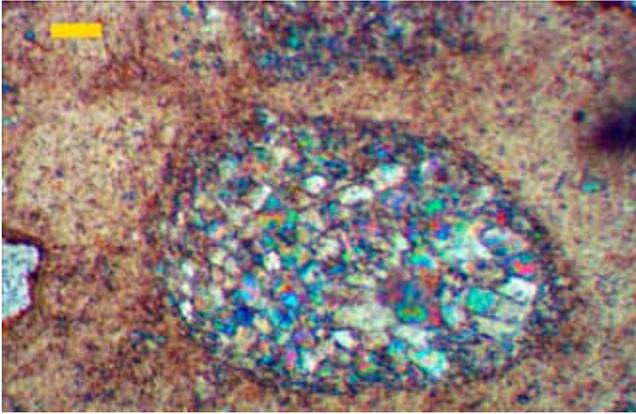


Abb. 5c:
Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt von Cortezzellen, die mit sparitischem Kalzit gefüllt sind.
Balkenmaßstab = 50 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5c:
Thin section photograph of a longitudinal section showing cortical cells filled with sparitic calcite.
Scale bar = 50 μm , cross-polarized light

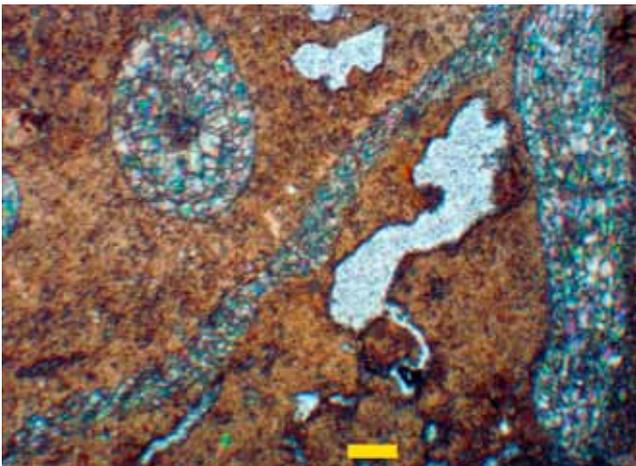


Abb. 5d:
Dünnschliffbild mit einer Microcodium-Struktur (oben links) neben Längsschnitten von Wurzelgewebe (rechts und diagonal). Balkenmaßstab = 80 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5d:
Thin section photograph of Microcodium structure (top left) next to longitudinal sections of root textures (right and diagonal). Scale bar = 80 μm , cross-polarized light

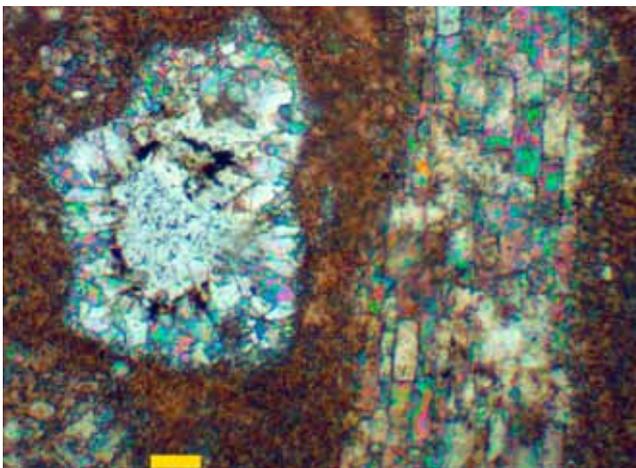


Abb. 5e:
Dünnschliffbild, das rechts einen Porenraum zeigt, der mit drusigem Kalzitcement ausgefüllt ist. Links ein Längsschnitt durch kalzitisierte Cortezzellen mit polygonalen bis länglichen Umrissen.
Balkenmaßstab = 50 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5e:
Thin section photograph showing to the right a pore space filled with drusy calcitic cement. To the left a longitudinal section of calcified cortical cells with polygonal and slightly elongated shapes. Scale bar = 50 μm , cross-polarized light



Abb. 5f:
Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch eine Wurzelspitze. Auf die mikritische Rhizodermis folgen kalzitisierte Cortezzellen. In der Mitte ist ein Stück des Zentralkanals angeschnitten. Balkenmaßstab = 200 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5f:
Thin section photograph of a root top in a longitudinal section. Micritic rhizodermis are following calcified cortical cells. In the centre a part of the central canal is cut. Scale bar = 200 μm , cross-polarized light

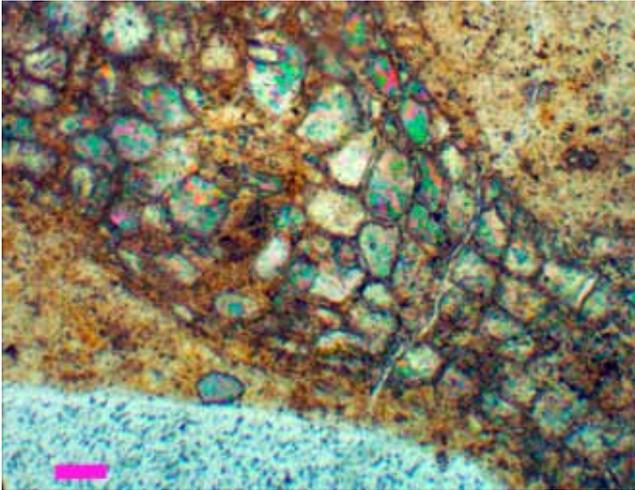


Abb. 5g: Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch einen Wurzelrest mit kalzitisierten polygonalen Cortezellen. Balkenmaßstab = 50 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5g: Thin section photograph of root remains with calcified polygonal cortical cells in a longitudinal section. Scale bar = 50 μm , cross-polarized light

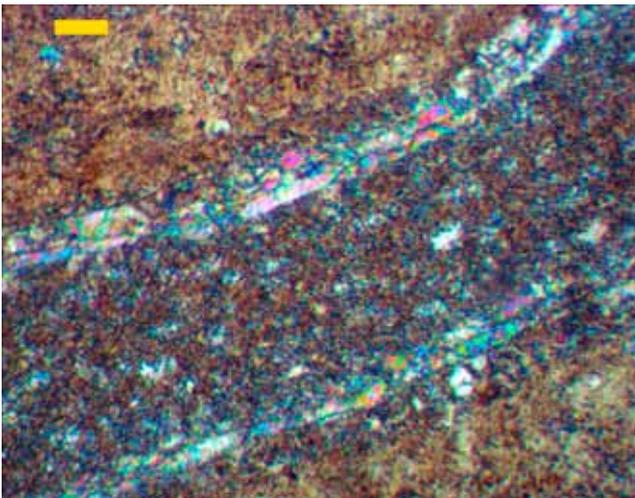


Abb. 5h: Dünnschliffbild mit einem Längsschnitt durch einen Wurzelrest mit sparitischer Hüllstruktur und weitgehend mikritisierem Inneren. Balkenmaßstab = 100 μm , gekreuzte Polarisatoren

Fig. 5h: Thin section photograph of root remains with a sparitic shell structure and a largely micritic core in a longitudinal section. Scale bar = 100 μm , cross-polarized light

Längsschnitte durch die röhrenförmigen Kalkkörperchen zeigen ebenfalls dunkle mikritische Hüllen, an die sich gewebeartige Internstrukturen anschließen (Abb. 5e – g). Bei den hier in Quer- und Längsschnitten sichtbaren Aggregaten handelt es sich um *Microcodium*-Strukturen, die allgemein als kalzitische Wurzelstrukturen gedeutet werden (KLAPPA 1980, ESTEBAN & KLAPPA 1983, KOŠIR 2004). Diese Mikrofaziesstruktur wurde bisher aus geologischen Profilen unterschiedlichster Altersstellung überwiegend im Zusammenhang mit Calcrete/Caliche vor dem Hintergrund arider Klimaverhältnisse beschrieben. Von HARTKOPF-FRÖDER, HISS & LEINEFELDER (1989) liegt ein eindeutiger Beleg für *Microcodium* aus onkoidischen Süßwasserkalken von Nordrhein-Westfalen vor, die unter Kaltwasserbedingungen im Holozän abgesetzt wurden.

Genese der Süßwasserkalke

Die Kalke vom Kleinen Werl wurden ohne Zweifel im holozänen Seebecken eines Vorläufers des heutigen Scharmütelsees abgesetzt. Aus der geologischen Situation im Zusammenhang mit den archäologischen Funden im Bereich der heutigen Insel lässt sich ihre Bildung auf ein prä-mesolithisches Alter einengen. Aus der Altersstellung der untersten Seewasserterrasse sowie in Analogie zu palynologisch relativdatierten benachbarten Seekreide-/mergelvorkommen (s. STRAHL 2005) kommt die Jüngere Dryas als Untergrenze des Zeitraumes für die Kalkbildung in Frage. Für die Jüngere Dryas ist von einem maximalen Seewasserspiegel von +42 m NHN, also 4 m über dem gegenwärtigen Niveau auszugehen. Der Seewasserspiegel zum Zeitpunkt der nachpleistozänen Kalkbildung muss bis zum Präboreal noch über dem Niveau von 39 bis 40 m über NHN gelegen haben. Von der nachmesolithischen bis zur spätslawischen Zeit war der Seewasserspiegel bis auf ein Niveau von ca. +36 m NHN abgesunken. Damals verlief die Uferlinie einige hundert Meter weiter beckenwärts, so dass der Kleine Werl durch eine Landeinheit mit dem Westufer verbunden war. Die ehemaligen Flachwasserkalke müssen nach ihrer Bildung eine flache Bedeckung von klastischen und organogenen Verlandungssedimenten erhalten haben. Mit fallendem Grundwasserspiegel und fortschreitender Verlandung gerieten die Kalke in den Bereich der bewurzelten Bodenzone und waren so spätdiagenetischen biogenen Überprägungen ausgesetzt (vgl. Bildungsschema in Abb. 6). Der Kalkstein wurde durch die kalklösende Wurzeltätigkeit von Pionierpflanzen perforiert. Durch den nachfolgenden Kalzitorsatz sind sekundäre Wurzelstrukturen in Gestalt von *Microcodium* erhalten geblieben. Die ursprünglichen kalkabscheidenden Pflanzen, die an dieser Stelle entscheidend für das limnische Kalkvorkommen verantwortlich waren, wurden durch Umkristallisierung leider texturell weitgehend aufgelöst.

Da es sich um ein relativ eng begrenztes limnisches Traverthinorkommen handelt, ist davon auszugehen, dass dort ursprünglich ein submerser Austritt von karbonatreichem Grundwasser vorhanden war, der eine Karbonatausfällung unter Mitwirkung von Mikro- oder Makrophyten begün-

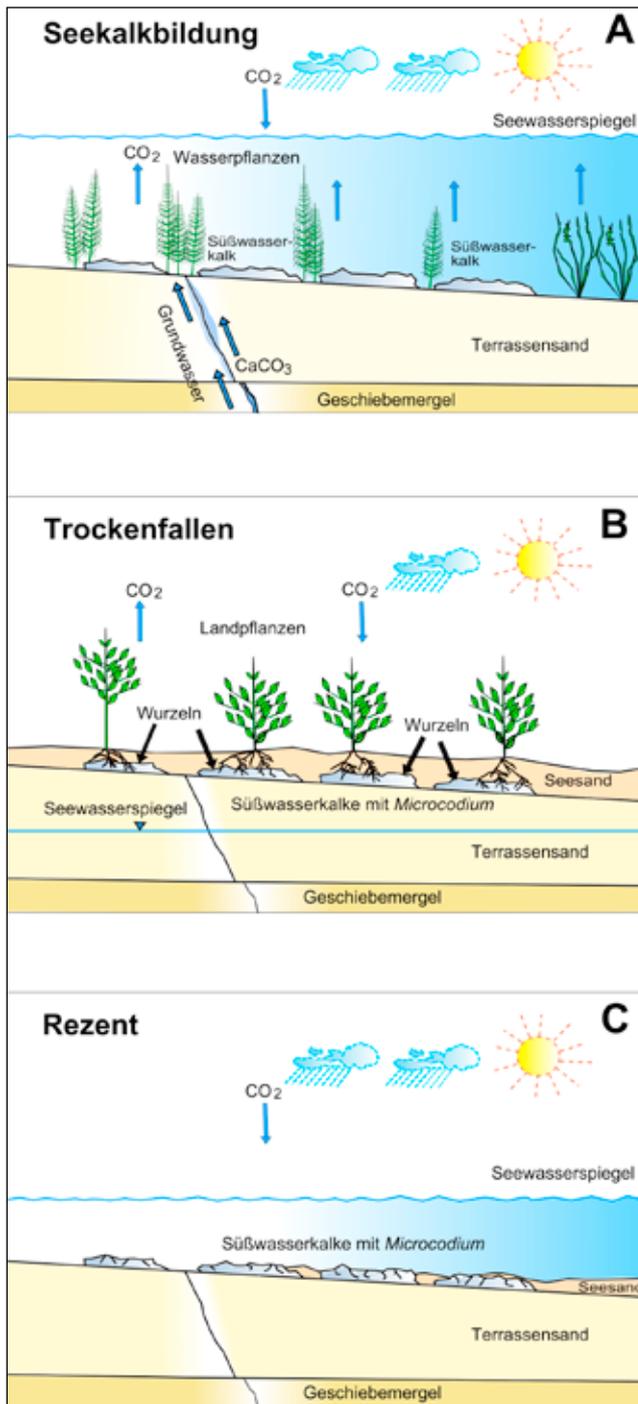


Abb. 6: Schematisches Bildungsmodell für die Süßwasserkalke vom Kleinen Werl.

A: Süßwasserkalkbildung unter Mitwirkung von kalkabscheidenden Wasserpflanzen.

B: Aufgrund des Seewasserspiegelsrückgangs kommt es zu einem Trockenfallen, wodurch die Süßwasserkalke in der ungesättigten Bodenzone eine biochemische Korrosion durch Pflanzenwurzeln erfahren. In diesem Zusammenhang kommt es zur Bildung von Microcodium-Strukturen, die als postsedimentäre Mikrofaziesmerkmale gelten.

C: Rezenter Zustand: Die Süßwasserkalke des Kleinen Werls geraten durch den nachmittelalterlichen Wiederanstieg des Seewasserspiegels erneut unter Wasserbedeckung.

Fig. 6: Schematically formation model of the freshwater limestones near the island Kleiner Werl.

A: Formation of freshwater limestone with participation of water plants secreting calcium carbonate.

B: The emergence as a result of decreasing seawater level leads to biochemical corrosion of freshwater limestone in the unsaturated soil zone, induced by plant roots. In this context the formation of Microcodium structures is to be seen as postsedimentary microfacies characteristics.

C: Recent situation: Due to the postmedieval rerise of the lakewater level the freshwater limestone near the island Kleiner Werl again covered by water.

stigt hat. Ein rezenter Quellaustritt befindet sich etwa 2 km südöstlich vom Kleinen Werl, direkt am Westufer des Sees. Dort, als auch auf der dem Kleinen Werl gegenüberliegenden Uferseite des Sees deuten oberflächennahe tertiäre Lockergesteinsschollen auf das Vorhandensein von glazitektonischen Störungszonen hin. Diese glazigenen Deformationen kommen als bevorzugte Migrationsbahnen für Grundwasser in Frage. An solchen präformierten Stellen, an denen karbonatreiches Grundwasser in das Seebecken eintritt, wäre allein schon durch die Druckentlastung eine anorganische Karbonatbildung möglich, die unter Flachwasserbedingungen zweifellos auch biologisch unterstützt worden wäre.

Zusammenfassung

Im Bereich des Kleinen Werls, einer Insel im etwa 50 km östlich von Berlin gelegenen Scharmützelsee kommt ein holozäner Süßwasserkalk vor. Das travertinartig poröse Festgestein tritt in kleinen Schollen in der Flachwasserzone auf. Anhand der geologischen und archäologischen Rahmenbedingungen könnte die Kalkausfällung zwischen der Jüngeren Dryas und dem Präboreal erfolgt sein. Das Gestein zeigt im Dünnschliff eine mikritische Grundmasse. Es enthält auffällige röhrenartige Kalkkörperchen, die im Querschnitt prismatische Kalzitkristalle zeigen,

die von mikritischen Hüllstrukturen umgeben sind. Die Durchmesser dieser Aggregate sind kleiner als 0,5 mm. In Längsschnitten der kalkigen Filamente werden zellenartige Strukturen sichtbar. Dabei umgibt gewöhnlich ein heller sparitischer Kortex einen dunkleren mikritischen Kern. Diese sehr charakteristischen Mikrofaziesstrukturen werden als *Microcodium* gedeutet. Es handelt sich dabei um sekundäre Bildungen, die durch kalklösende und kalkabscheidende Tätigkeit von Pflanzenwurzeln entstanden sind. Diese Strukturen belegen eine biochemische Korrosion der Seekalke, die in der ungesättigten Bodenzone stattgefunden hat.

Summary

A holocene freshwater limestone occurs in the lake Scharmützelsee nearby the island Kleiner Werl, which is located around 50 km in the east of Berlin. The porous travertine bedrock forms small patches in the shallow water zone. Based on the geological and archaeological conditions, the precipitation of the limestone may have occurred between the Younger Dryas and the Preboreal. The carbonate rock shows in the thin section a micritic matrix. It contains tubular fabrics with prismatic calcite crystals in the cross section, which are surrounded by micritic envelope structures. The diameters of these aggregates are less than 0.5 mm. Cellular structures are visible in the longitudinal sections of the calcareous filaments. In general the dark micritic core is surrounded by a light sparitic cortex. These very characteristic microfacies structures are interpreted as *Microcodium*. They are secondary structures, which are caused by a carbonate solution and precipitation activities of plant roots. The structures indicate a biochemical corrosion of the limnic limestone, which took place (in earlier stages) during the exposure in the unsaturated soil zone.

Danksagung

Meiner Frau Barbara danke ich für die Hilfe bei den zahlreichen Bootstouren zum Fundplatz und für die Bestimmung der Wildtierknochen vom Kleinen Werl. Für die anregende Diskussion über die Mikrofazies von Travertinen danke ich Frau Dr. Yvonne Kamradt von NaturPfade Jena. Außerdem danke ich Herrn Dr. Adrian Košir vom Paläontologischen Institut am ZRC SAZU in Ljubljana (Slovenien) für seine freundlichen Kommentare zu den hier abgebildeten *Microcodium*-Strukturen.

Literatur

BREDAHL, H. (2001): Geotechnischer Bericht Nr. 502/1/01. – Bericht GEOCON GmbH, 16 S., Fürstenwalde (unveröffentl.)

- DRIESCHER, E. (2003): Veränderungen an Gewässern Brandenburgs in historischer Zeit. – Studien und Tagungsberichte **47**, 144 S., Potsdam (Landesumweltamt Brandenburg)
- ERDOĞAN, Y. (2011): Engineering properties of Turkish travertines. – *Scientific Research and Essays* **6**, 21, S. 4551 – 4566, Cham (Springer)
- ESTEBAN, M. & C. KLAPPA (1983): Subaerial exposure environment. – In: SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & C. H. MOORE (eds.): *Carbonate Depositional Environments*. – American Association of Petroleum Geologists, Memoir **33**, S. 1 – 54, Tulsa
- FÜCHTBAUER, H. & G. MÜLLER (1977): Sedimente und Sedimentgesteine. – *Sediment-Petrologie*, Teil III, 784 S., Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung)
- GOLUBIĆ, S. et al. (2008): Travertines and calcareous tufa deposits: An insight into diagenesis. – *Geologia Croatica* **61**, 2/3, S. 363 – 378, Zagreb
- KAMRADT, Y. (2009): Die thüringischen Travertine: Verbreitung und Genese am Beispiel ausgewählter Vorkommen. – Dissertation Universität Jena, 200 S., Aachen (Shaker-Verlag)
- KHOURY, H. N. (2012): Long-term analog of carbonation in travertine from Uleimat Quarries, Central Jordan. – *Environ. Earth. Sci.* **65**, S. 1909 – 1916, Cham (Springer)
- GAGEL, C. (1928): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lieferung 267, Blatt Herzberg; Blatt Nr. 2047. – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- HARTKOPF-FRÖDER, C., HISS, M. & R. LEINEFELDER (1989): Holozäne Süßwasserkalke im Alme- und Arftetal südlich von Büren (Kreis Paderborn, Nordrhein-Westfalen). – *Münster. Forsch. Geol. Paläont.* **69**, S. 262 – 289, Münster
- HENNIG, I. (1973): Zur periglazialen Talentwicklung im norddeutschen Jungmoränengebiet. – *Schr. Naturw. Ver. Schlesw. Holst.* **43**, S. 25 – 28, Kiel
- KLAPPA, C. (1980): Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. – *Sedimentology* **27**, S. 613 – 629, Oxford
- KLÖDEN, K. F. (1829): Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniß der Mark Brandenburg. – 2. Stück, S. 39 – 450, Berlin (Dieterici'sche Buchdruckerei)
- KOŠIR, A. (2004): *Microcodium* revisited: Root classification products of terrestrial plants on carbonate-rich substrates. – *Journal of Sedimentary Research* **74**, 6, S. 845 – 857, Darlington

PLATT, N. (1989): Lacustrine carbonates and pedogenesis: Sedimentology and origin of palustrine deposits from the Early Cretaceous Rupelo Formation, W Cameros Basin, N Spain. – *Sedimentology* **36**, S. 665 – 684, Oxford

PENTECOST, A. (2005): Travertine. – 445 S., Berlin-Heidelberg (Springer Verlag)

STRAHL, J. (2005): Zur Pollenstratigraphie des Weichsel-spätglazials von Berlin-Brandenburg. – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **12**, 1/2, S. 87 – 122, Kleinmachnow

TÄUSCHER, L. (2009): Historische und aktuelle Untersuchungen der Algen-Besiedlung im Land Brandenburg (Deutschland) – ein bibliographischer Überblick als Grundlage für Checklisten und Rote Listen der Algen. – *Rostock. Meeresbiolog. Beitr., Heft 22*, S. 87 – 101, Rostock

ZWENGER, W. (1998): Geotechnischer Bericht, Nr. 212/1/98. – Bericht GEOCON GmbH, 36 S., Fürstenwalde (unveröffentl.)

Anschrift des Autors:

Dr. Wolfgang Zwenger
c/o GEOCON GmbH
Seestr. 16
15848 Rietz-Neuendorf
info@geocon-net.de

Buchbesprechung

BÖRNER, A. (2013):

Mecklenburgische Seenplatte.

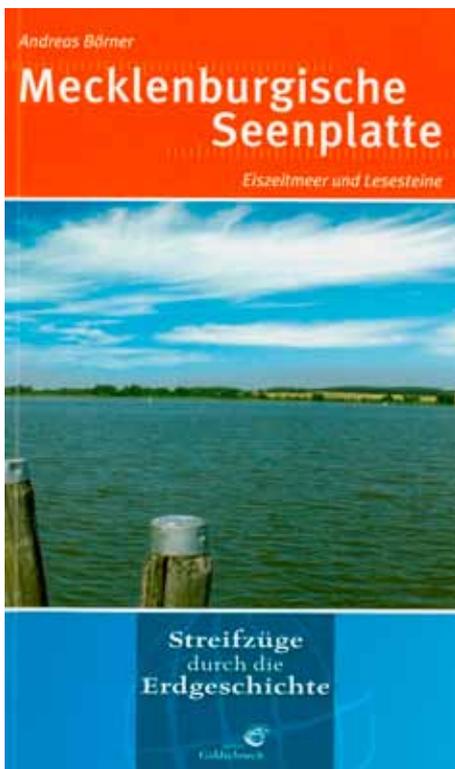
Eiszeitmeer und Lesesteine

In: MEYER, G. [Hrsg.]: Streifzüge durch die Erdgeschichte
124 S., 52 Abb., 4 Tab.

Wiebelsheim – edition Goldschnecke im Quelle & Meyer
Verlag GmbH & Co

ISBN 978-3-494-01528-6

Preis: 14,95 €



Bereits im Vorwort weist der Herausgeber darauf hin, dass es sich nicht um ein erdgeschichtliches Fachbuch handeln soll. Vielmehr wird der geologisch interessierte Reisende zur Mecklenburgischen Seenplatte über geologisch-genetische Hintergründe des zu Sehenden informiert – und das gelingt sogar. Aber auch Deutungen von Ortsnamen, Hinweise auf randliche touristische Ziele, Badestellen oder einfach nur schöne Plätze bereichern das kleine Werk ungemein. Selbst ein Hinweis auf eines der Lieblingsgetränke des Autors fehlt nicht.

Didaktisch folgt der Führer dem üblichen Aufbau. Kurz und knapp werden der erdgeschichtliche Aufbau des Untergrundes, die Landschaftsgenese sowie die kulturgeschichtliche Entwicklung in einem allgemeinen Teil erläutert. Es schließen sich acht Exkursionen an, die das Gebiet

zwischen Neubrandenburg, Neustrelitz, Wesenberg, Röbel und Waren bestreichen. Ob es hierbei jedoch gelingt, den beschriebenen Wegen zu folgen, muss an dieser Stelle offen bleiben. Hilfreich sind jedoch in jedem Fall die vielen Querverweise und die geographische Koordinatentabelle (WGS 84) im Anhang. Erklärungen von Fachtermini am Rand des laufenden Textes runden die Lesbarkeit zusätzlich ab. Auch das Ortsverzeichnis mit den Seitenverweisen vereinfacht den Umgang sehr. Was jedoch das Kapitel Datierungen an Wissenszuwachs leisten soll, erschließt sich vermutlich nur dem Autor. Wenn dann auch noch die gebräuchlichsten relativen Datierungsmethoden im Pleistozän, die Kleingeschiebe- und die Leitgeschiebeanalyse, keine Erwähnung finden, sollte man hierauf ganz verzichten.

Doch insgesamt ein pfiffiger kleiner Exkursionsführer mit Mehrwert, den man bei diesem Preis empfehlen muss, jedoch immer eine gute Gebietskarte dabei haben sollte.

Uwe Strahl

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 135 – 139	3 Abb., 1 Tab., 1 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	------------------------

Bau- und Skulpturgesteine des Mittelalters in der Mark Brandenburg

Sandstones used for medieval buildings and sculptures in the Mark Brandenburg

JÖRG BOWITZ & ANGELA EHLING

1 Einleitung

Viele Jahrhunderte hindurch war die Frage nach der Herkunft der Bau- und Bildhauersteine nicht von Interesse. Erst seit Ende des 20. Jahrhunderts, mit den Entwicklungen und Anforderungen in der Denkmalpflege einerseits, deren moderne wissenschaftlich-technische Möglichkeiten zur Restaurierung und Konservierung die genaue Kenntnis der Gesteine erfordert, und den Forschungen und Fragestellungen der Kunsthistoriker andererseits, ist die Provenienzanalyse von Naturwerksteinen in den Vordergrund getreten.

In Brandenburg ist die Frage deshalb besonders interessant, weil es über keine eigenen anstehenden Gesteine verfügt. Die reichlich vorhandenen Findlinge waren zu hart für hochwertige Werksteinbearbeitungen oder gar Bildhauerarbeiten. Auch der einzige anstehende Stein, der Rüdersdorfer Muschelkalk, eignet sich nicht für diese Zwecke.

Aus der Zeit des Mittelalters existieren nur wenige schriftliche Aufzeichnungen zu den verwendeten Baumaterialien bzw. Bildhauersteinen. Es sind also in der Regel die Bauwerke bzw. Objekte selbst, denen wir das Geheimnis ihrer Herkunft entlocken müssen.

2 Methodik

Die Infrarotspektroskopie ermöglicht eine zerstörungsfreie und mobile Untersuchung von Sandsteinen zur Mineralanalytik und zur Identifizierung des verbauten Sandsteins. Grundlage dafür ist die Reflexionsspektroskopie im nahen Infrarotbereich (NIR-Spektroskopie). Auf Grund der höheren Energie des nahen infraroten Lichts im Vergleich zum mittleren Infrarot und der geringeren Absorptionskoeffizienten gibt es eine größere Eindringtiefe (Millimeter statt Mikrometer) und ermöglicht damit eine einfache und zerstörungsfreie Messung in diffuser Reflexion. Im NIR-Bereich können u. a. Tonminerale, Sulfate, Hydroxide und Karbonate schnell und unmittelbar vor Ort bestimmt werden. Dabei lassen sich nicht nur verschiedene Tonminerale bestimmen, sondern es

können z. B. auch unterschiedlich geordnete Kaolinite und verschiedene Illit-Varietäten aufgrund von Form und Größe der Absorptionsbanden identifiziert werden. Unterschiedliche Tonminerale und/oder Mineralvarietäten in Verbindung mit ihren relativen Anteilen in einem Sandstein formen die Spektren der Sandsteine in charakteristischer Weise. Daneben beeinflussen auch andere Komponenten wie Limonit, Hämatit und amorphe Kieselsäure die Spektren. Sandsteine, die äußerlich nach Farbe und Textur sehr ähnlich sind, zeigen so in vielen Fällen ganz charakteristische Spektren, die sich bereits visuell unterscheiden lassen und durchaus als „spektrale Kennlinien“ bezeichnet werden können. Diese Kennlinien ermöglichen in vielen Fällen eine Bestimmung der Sandsteinart (Provenienzanalyse). Bisher wurden zur Provenienzanalyse digitale Referenzbibliotheken mit über 1 000 NIR-Spektren der wichtigsten Bausandsteine in Deutschland und angrenzender Gebiete erstellt. Nur durch diese zerstörungsfreie Methodik war es möglich, auch kunsthistorisch wertvolle Bildhauerwerke zu untersuchen und die verwendeten Sandsteine zu bestimmen. Zum Einsatz kam das mobile Spektrometer PIMA (Portable Infrared Mineral Analyzer) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Dienstbereich Berlin.

3 Ergebnisse

Die bisherigen Provenienzuntersuchungen an mittelalterlichen Skulpturen und bildhauerisch gearbeiteten Objekten in Brandenburg (siehe Tab. 1; sowie zahlreiche Objekte im Norden Sachsen-Anhalts) haben gezeigt, dass vier unterschiedliche Sandsteine verwendet wurden (Abb. 1):

- Buntsandstein aus Bernburg: Bernburger Sandstein,
- Rhät-Sandstein oder Seehausener Sandstein oder, wegen seiner räumlichen Nähe zu Magdeburg und/oder seiner dort häufigen Verwendung, auch als Magdeburger Sandstein bezeichnet,
- der Sandstein aus dem Unterkarbon von Gommern-Pretzien, der wegen seiner außerordentlichen Festigkeit auch als Gommern-Quarzit bezeichnet wird,

Stadt	Objekt	Bauzeit	Sandstein
Havelberg Dom	Quadermauerwerk	1170; 1279 – 1330 Umbau nach Brand	Gommern-Quarzit Seehausener Sandstein
	Altarretabel mit Anbetung 3 Könige Altarretabel mit Marienkrönung Madonna, S-Teil Lettner	1365 – 1370 1365 – 1370 1360er Jahre	Bernburger Sandstein
	Lettner Taufe Maßwerk, Gesims	1415 1590	Rhät-Sandstein Domkuhlen Seehausener Sandstein Seehausener Sandstein
Havelberg	Heilig-Geist-Kapelle: Tympanon – Votivrelief mit Geißelung u. Kreuzigung	1390er Jahre	Bernburger Sandstein
Brandenburg	Dom: Grabmal Bischof von Brandenburg	1373 – 1393	Bernburger Sandstein
Berlin Märkisches Museum	Spandauer Madonna	1290	Bernburger Sandstein
	Grabplatte: Fragment	1300	Seehausener Sandstein
	Haus Blankenfelde, Kapitell	1470	Elbsandstein
Cottbus	Franziskaner Klosterkirche: Epitaph	14. Jhdt.	Bernburger Sandstein
Neuruppin	Dominikaner Klosterkirche St. Trinitatis Hl. Dominik, sog. Bruder Wichmann	um 1370	Bernburger Sandstein
Perleberg	Jakobi Kirche: Kreuzigungsrelief	um 1370	Bernburger Sandstein
Gruhno	Taufe	romanisch	Elbsandstein

Tab. 1: Einige der untersuchten mittelalterlichen Objekte in der Mark Brandenburg.

Tab. 1: A few investigated medieval objects in the Mark Brandenburg.

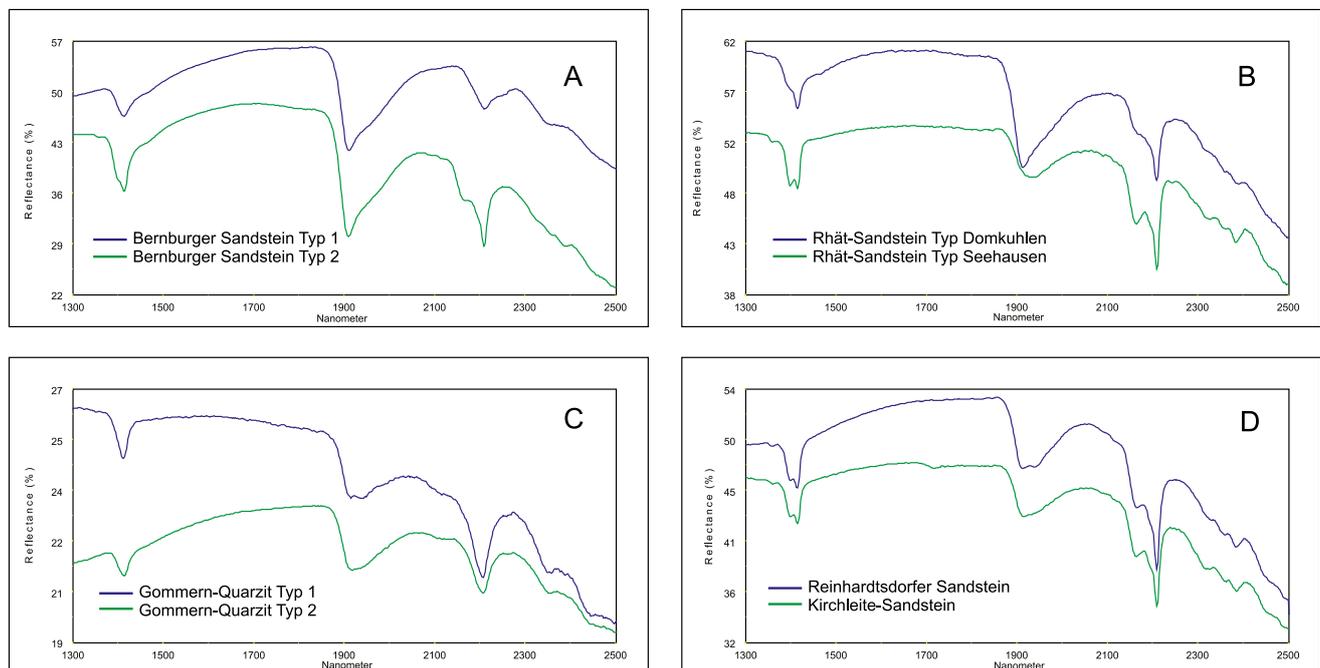


Abb. 1: NIR-Spektren der verwendeten Bau- und Skulpturgesteine des Mittelalters in der Mark Brandenburg.

Fig. 1: NIR-Spectra of sandstones used for medieval buildings and sculptures in the Mark Brandenburg.

- Kreide-Sandstein aus dem Mittelturon des Elbsandstein-gebirges: Kirchleite-Sandstein.

Die Spektren des Bernburger Buntsandsteins (Abb. 1A) zeigen bei allen Typen einen sehr ähnlichen Kurvenverlauf. Abweichungen sind lediglich aufgrund etwas schwankender Tonmineralogie zu erkennen. Während Typ 1 durch Illit, Muskowit und teilweise durch Smektit gekennzeichnet wird, tritt bei Typ 2 zusätzlich Kaolinit auf. Verschiedene Typen des Rhät-Sandsteins, die auch deutliche unterschiedliche Spektren aufweisen (Abb. 1B), sind überwiegend durch unterschiedlich geordnete Kaolinite begründet. Typ Seehausen besitzt deutlich besser geordnete Kaolinite, erkennbar an den gut ausgebildeten Doppelbanden bei 1 400 nm und 2 200 nm. Die Tonmineralzusammensetzung (Muskowit, Illit) bei allen untersuchten Proben des Gommern-Quarzits ist sehr konstant. Die unterschiedlichen Kurvenverläufe trotz gleicher Reflexionsbanden in der Abbildung 1C treten aufgrund unterschiedlicher Färbungen auf: Typ 1 dunkelgrau, Typ 2 hellgrau. Die Abbildung 1D zeigt, dass die Elbsandsteine trotz unterschiedlicher Abbaugebiete im NIR sehr ähnliche charakteristische Spektren zeigen und somit gut zu identifizieren sind.

4 Diskussion

Warum wurden gerade diese Sandsteine verwendet? Steine, auch Sandsteine sind schwer. Der Transport derselben stellte im Mittelalter ein großes Problem und einen großen Kostenfaktor dar. Deshalb wurden für die Errichtung von Bauten möglichst nahe bzw. an Wasserwegen gelegene Sandsteinvorkommen genutzt. Gleichzeitig spielten Landbesitzverhältnisse eine Rolle und nicht zuletzt beförderte der Bau großer Kirchen die regionale Entwicklung der Steinbruchindustrie, des Steinmetzhandwerks und der Bildhauerkunst. Auf diese Zusammenhänge ist auch die Verwendung der genannten Sandsteinarten in Brandenburg zurückzuführen.

Zu den Ältesten der untersuchten Bauten gehört der Havelberger Dom. Für die Errichtung des aufgehenden Mauerwerks wurde hier vornehmlich der Gommern-Quarzit verwendet, der seit dem 19. Jahrhundert vornehmlich als Pflasterstein weite Verwendung im Norden Deutschlands fand und große Bekanntheit erlangte. Durch archäologische Funde ist nachgewiesen, dass der Gommern-Quarzit schon vor mehr als 4 000 Jahren zum Bau von Grabkammern genutzt wurde. Die Steinbrüche entwickelten sich mit fortschreitendem Abbau zu Kesselbrüchen, d. h. der Abbau erfolgte von der Oberfläche in die Tiefe. Es ist anzunehmen, dass die oberen Bänke etwas weniger hart waren als die später abgebauten tieferen und deshalb eine Werksteinbearbeitung für Quadersteine zuließen. Der Transport war relativ unkompliziert über die Elbe möglich.

Der Gommern-Quarzit im Kurzporträt:

Gestein: Dickbankiger, feinkörniger, intensiv kieselig gebundener, zumeist quarzitischer Quarzsandstein von weißer

bis hellgrauer Farbe; meist hart und spröde, nur in den oberen Bänken etwas weniger fest.

Bewertung: Nur die weniger festen Bänke waren für eine Bearbeitung geeignet; die quarzitischen Bänke lieferten Spaltmaterial.

Ausgangspunkt für die Nutzung des Bernburger und des Rhät-Sandsteins war der Bau des Magdeburger Doms (Baubeginn 1208) – der erste bedeutende gotische Sakralbau im Osten Deutschlands, möglicherweise auch schon sein Vorgängerbau, der ottonische Dom. Der sogenannte Domfelsen befindet sich unmittelbar an der Elbe. Folgt man den Wasserwegen über Elbe und Saale ca. 60 km nach Süden, so schneidet die Saale in Bernburg mächtige, bauwürdige und gut bearbeitbare Sandsteinvorkommen an. Die Sandsteine bildeten z. T. die unmittelbaren Uferhänge und waren somit leicht zu entdecken, abzubauen und zu transportieren. Die ersten Steinbrüche befanden sich unmittelbar an der Saale im heutigen Stadtgebiet (heute zumeist überbaut). Der Transport erfolgte flussabwärts über Saale und Elbe auf Kähnen und Flößen.

Es ist bisher nicht bekannt, ob nur die grobe Zurichtung der Werksteine für den optimalen Transport vor Ort in Bernburg erfolgte oder ob sich dort im 11. – 13. Jahrhundert auch ein Zentrum des Steinmetzhandwerks befand und schon genormte Quader, Säulentrommeln o. ä. vorgefertigt worden sind. Die endgültige Bearbeitung erfolgte erst durch die jeweils von Großbaustelle zu Großbaustelle wandernden Steinmetze bzw. Bildhauer an der Bauhütte des Doms, dessen Baukörper, bis auf den oberen Teil der Westtürme fast ausschließlich aus Bernburger Sandstein besteht.

Bekannt ist, dass sich etliche, auch bekannte Bildhauer in Zusammenhang mit dem Dombau in Magdeburg niederließen und zunächst den Bernburger Sandstein verwendeten, um Ihre Skulpturen zu fertigen. Die untersuchten Skulpturen in der Mark Brandenburg aus der Zeit zwischen 1290 und 1380 sind vermutlich Auftragsarbeiten dieser Magdeburger Bildhauer, die dafür „ihr“ Sandsteinmaterial, den Bernburger Sandstein nutzten (siehe Abb. 2).

Unter Einbeziehung vieler anderer Untersuchungen in Sachsen-Anhalt scheint sich abzuzeichnen, dass der Bernburger Sandstein vom 10./11. Jahrhundert bis zum Ende des 14. Jahrhunderts der dominierende Bau- und Bildhauerstein im Norden Sachsen-Anhalts und Brandenburgs war. Seit der 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts wurde der „Bernburger Sandstein“ von Magdeburg ausgehend langsam abgelöst durch den „Seehausener Sandstein“ und tritt außerhalb seiner Abbauregion ab ca. 1400 scheinbar gar nicht mehr in Erscheinung, obwohl noch bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts Steinbrüche in und um Bernburg in Abbau standen.

Der Bernburger Sandstein im Kurzporträt:

Gestein: Dickbankiger bis plattiger, meist geschichteter, fein- bis mittelkörniger, hauptsächlich kieselig gebundener, feldspatführender Quarzsandstein von weißer, grauer, gelb-



Abb. 2: „Spandauer Madonna“ (1290) im Märkischen Museum aus Bernburger Sandstein

Fig. 2: „Madonna of Spandau“ (1290) in the Märkische Museum made of Bernburger sandstone

licher, grüner sowie roter Farbe und wechselnder Festigkeit; mitunter enthält er Sandlöcher, Tongallen, Karbonat-Konkretionen; erhalten sind darin auch Wellenrippeln, Trockenrisse und Pflanzenfossilien aus der Zeit der Ablagerung in einem mäandrierenden Flusssystem.

Bewertung: Die Buntsandsteine von Bernburg sind in ihren Eigenschaften sehr vielfältig – bunt, homogen und inhomogen, fest und weniger fest. Daraus resultierte einerseits, dass sie für alle Baubereiche Material liefern konnten, bei falscher Qualitätsauswahl aber auch schnell Schäden aufwiesen. Die für Skulpturen verwendeten Varietäten sind meist von ausgesucht guter Werksteinqualität, namentlich homogen und fest.

Der Siegeszug des Seehausener Sandsteins hängt ebenfalls unmittelbar mit dem Dombau zu Magdeburg zusammen. 1257 gelangte die Region um Seehausen mit ihren Sand-

stein-Vorkommen (30 km südwestlich von Magdeburg) in den Besitz des Erzbistums Magdeburg. Anhand des Baufortschritts am Magdeburger Dom ist belegt, dass seit dem Ende des 13. Jahrhunderts am Magdeburger Dom zunächst im aufgehenden Mauerwerk, später auch bei den Bildhauerarbeiten und ab 1400 für die bildhauerisch bearbeiteten Objekte in der Mark Brandenburg drei Jahrhunderte lang ausschließlich der Seehausener Sandstein bzw. „Magdeburger Sandstein“ (aus anderen Brüchen nördlich von Seehausen kommend) auftritt.

Die Steinbrüche bei Seehausen werden 1365 erstmals schriftlich erwähnt: „Lodewicus episcopus Halberstadensis hefft gegeben eynen morgen landes by der steynkulen to Zehusen dem closter to meyendorp“. Aus anderen Schriftstücken des 14. und 15. Jahrhunderts geht hervor, dass 200 bis 300 Arbeiter dort beschäftigt waren (Rechnungen „Lapidarum Seehusanorum“). Der Transport der Steine erfolgte auf Ochsenkarren über 30 km auf unbefestigten Wegen bis nach Magdeburg. Die Karren waren sehr flach mit niedrigen Scheibenrädern; die grob zugehauenen Steinblöcke wurden darauf festgezurt, die Tonnage pro Karren sicher, den Wegsamkeiten entsprechend, gering. Für den Weg nach Magdeburg brauchte man ungefähr zwei Tage, bei schlechten Witterungsbedingungen sicher länger. In den Wintermonaten ruhten sowohl der Abbau als auch der Transport der Sandsteine.

Von Magdeburg aus konnten die Sandsteine weiter auf dem Wasserwege transportiert werden (siehe Abb. 3).

Der Seehausener Sandstein im Kurzporträt:

Gestein: Dickbankiger, homogener, feinkörniger, kieselig gebundener Quarzsandstein von meist hellgelber und weißer Farbe sowie schwankender Festigkeit.

Bewertung: Wegen seiner Feinkörnigkeit, Homogenität und guten Bearbeitbarkeit ein klassischer Bildhauerstein, der auch in anderen Bereichen des Hochbaus als Werkstein geeignet ist.

Der Abbau der Sandsteine im Elbsandsteingebirge und ihr Transport auf der Elbe sind zumindest seit der Romanik belegt. Ein Beleg ist die romanische Taufe in Gruhno, im Süden Brandenburgs. Für solche relativ kleinen, jedoch bedeutsamen Objekte spielten Transportwege keine Rolle.

Unklar ist, wann die Elbsandsteine erstmalig in größeren Mengen nach Brandenburg gelangten. Seit der Mitte des 16. Jahrhunderts waren sie über drei Jahrhunderte die dominierenden Baugesteine in Berlin und Brandenburg. Für die Zeit davor wurde bisher nur ein Beleg von 1470 gefunden (siehe Tab. 1).

Der Kirchleite-Sandstein im Kurzporträt:

Gestein: Dickbankiger, fein- bis mittelkörniger, kieselig gebundener Sandstein, hellgrau mit gelblichen Wolken und Schlieren, auch mit schichtparallele Schlieren dunkler organischer Substanz und fossilen Grabgängen.



Abb. 3: Taufe (1580) im Havelberger Dom aus Seehausener Sandstein

Fig. 3: Baptismal font (1580) in the Havelberg Cathedral made of Seehausener sandstone

Bewertung: Ein sehr gut geeigneter Bausandstein für alle Bereiche des Hochbaus, auch als Bildhauerstein, der im Gebiet um den Königstein jahrhundertlang abgebaut wurde und am häufigsten in Berlin und Brandenburg (zu späteren Zeiten) anzutreffen ist.

Zusammenfassung

Die Infrarotspektroskopie ermöglicht eine zerstörungsfreie und mobile Untersuchung von Sandsteinen zur Mineralanalytik und zur Identifizierung des verbauten Sandsteins. Durch diese Methodik war es möglich, auch kunsthistorisch wertvolle Bildhauerwerke zu untersuchen und die verwendeten Sandsteine zu bestimmen. Zum Einsatz kam das mobile Spektrometer PIMA (Portable Infrared Mineral Analyzer).

Die bisherigen Provenienzuntersuchungen an mittelalterlichen Skulpturen und bildhauerisch gearbeiteten Objekten in der Mark Brandenburg haben gezeigt, dass vier unterschiedliche Sandsteine verwendet wurden: Buntsandstein

aus Bernburg, Rhät-Sandstein aus der Region westlich Magdeburg, Unterkarbon-Sandstein aus Gommern-Pretzien und Kreide-Sandstein aus dem Elbsandsteingebirge. Die Verwendung dieser verschiedenen Sandsteine zeigt klare Zusammenhänge sowohl mit dem Dombau zu Magdeburg als auch den vorhandenen Transportwegen auf dem Wasser.

Summary

The non-destructive and mobile investigation of the mineralogy and provenance of sandstones is possible by Infrared Spectroscopy. Using this method even art historic valuable sculptures could be investigated for the determination of the sandstone. We used the mobile spectroscop PIMA (Portable Infrared Mineral Analyzer).

The results of the hitherto provenance investigations of medieval sculptures and sculptured objects in the Mark Brandenburg show, that four different sandstones had been used: Bunter sandstone from Bernburg, Rhätian sandstone from the region west of Magdeburg, Lower Carboniferous sandstone from Gommern-Pretzien and Cretaceous sandstone from the Elbsandsteingebirge. The use of the different sandstones is clearly connected with the building of the Magdeburg Cathedral as well as the existing routes of transport along the rivers.

Literatur:

SIEDEL, H., GÖTZE, J., KLEEBERG, K. & G. PALME (2008): Bausandsteine in Sachsen. – In: EHLING, A. (Hrsg.): Bausandsteine in Deutschland. – S. 162 – 167, Hannover (Schweizerbart)

Anschrift der Autoren:

Dr. Jörg Bowitz
Schönwalder Str. 60
13505 Berlin
Joerg.bowitz@yahoo.de

Dr. Angela Ehling
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Dienstbereich Berlin
Wilhelmstr. 25 – 30
13593 Berlin
angela.ehling@bgr.de

Aus dem Landesamt

Personalia

Am 31.12.2012 beendete der ehemalige Leiter des Bergamtes Senftenberg und spätere Abteilungsleiter, Herr Peter Kendziora, seinen Dienst in der Bergbehörde des Landes Brandenburg. Peter Kendziora war einer der wesentlichen Gestalter der ab 1991 neu etablierten Bergverwaltung in Brandenburg. Zuletzt leitete er das Dezernat Sanierungsbergbau.



Herr Peter Kendziora (links) begrüßt Herrn Dr. Waldemar Hofmann.

Ebenso trat Herr Dr. Peter Nestler, der langjährige Leiter des Dezernates Altbergbau, mit Wirkung vom 01.01.2013 in den Ruhestand.



Feierlicher Moment während der Verabschiedung: Dr. Peter Nestler (rechts) mit dem Präsidenten des LBGR Herrn Dr. Klaus Freytag.

Die Dezernate „Sanierungsbergbau“ und „Altbergbau“ wurden verschmolzen. Zum Leiter des so entstandenen Dezernates „Sanierungs- und Altbergbau“ wurde Herr Holger Vöhl berufen.

Zum 31.04.2013 wurde Herr Michael Pawlitzky in den Ruhestand verabschiedet. Seit vielen Jahren in Leitungsfunktionen im Bereich des Staatlichen Geologischen Dienstes in Brandenburg tätig, führte er seit 2007 das Dezernat „Hydrogeologie, Thematische Kartenwerke“.



Herr Michael Pawlitzky (links) erhält aus den Händen des Präsidenten Herrn Dr. Klaus Freytag die Urkunde anlässlich seines Eintritts in den Ruhestand.

Die Funktion des Dezernatsleiters übernahm ab 01.08.2013 Herr Dietmar Brose.

Das Dezernat Tiefengeologie konnte ab 01.01.2013 durch die Neueinstellung von Frau Lena Wiese personell gestärkt werden. Frau Wiese wird hier überwiegend Aufgaben im Sachbereich Bohrlochbergbau wahrnehmen.

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 141 – 152	14 Abb., 34 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	------------------

Geologie und baugeschichtliche Verwendung des Großen Steins/Amt Steins von Oderberg-Neuendorf im Landkreis Barnim (Brandenburg)

Geology and architectural history of the „Großer Stein“ (Big Rock)/Amt Stein from Oderberg-Neuendorf in the administrative district of Barnim (Brandenburg)

BARBARA & WOLFGANG ZWENGER

1 Einleitung

In der Liste der Naturdenkmale des Landkreises Barnim wird unter der Nummer 176-01 ein „Findling aus Biotitgranit“ in der Gemarkung Neuendorf bei Oderberg geführt. Er liegt am Waldrand etwa 500 m westlich von Neuendorf in der Nähe der alten Feldsteinpflasterstraße nach Brodowin. Der Großeschiebeblock wurde in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch als Amt Stein bezeichnet, wobei Bezug auf das damalige Schulamt Neuendorf genommen wurde (LEONARDI 1794). Vom einstigen Amt Stein ist nur noch ein Spaltrest vorhanden. Die ursprüngliche Bezeichnung wurde auf den amtlichen preußischen Meßtischblättern Ende des 19. Jahrhunderts getilgt und durch den Eintrag „Großer Stein“ ersetzt. Damit geriet offenbar die Historie des ehemaligen Amt Steins endgültig in Vergessenheit. Der verbliebene Restblock ist mit seinem Volumen von 47 m³ das viertgrößte eiszeitliche Geschiebe im Land Brandenburg (GÖLLNITZ 2003). Die dicht gestaffelten Bohrlochreste an der 6 m breiten Spaltfläche geben dem Neuendorfer Stein ein einzigartiges Gepräge (Abb. 1). Daraus lässt sich erahnen, dass hier der Ursprung großdimensionaler Steinmetzarbeiten liegen muss. Eine erfolgreiche Werksteingewinnung wird jedoch in diesem Zusammenhang anhand der bauhistorischen und geotouristischen Literatur durchgängig verneint. Stattdessen findet man im Schrifttum wiederholt Behauptungen, wonach das Gestein zu weich gewesen wäre und bei der Spaltung zerbrochen sei (s. ADAM & SCHMIDT 2010, DOMNICK & EBERT 2013). Gegen diese Ansichten spricht die ungewöhnlich große Zahl von gut erhaltenen Bohrlochresten auf der relativ ebenen Spaltfläche (Abb. 2). Der Block muss daraufhin sauber in der von den Bohrlochresten vorgezeichneten Ebene gebrochen sein. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass die dort einst tätigen Steinmetze mühsam 40 laufende Bohrmeter ausgeführt haben, ohne bei der langwierigen Arbeit die Unbrauchbarkeit des Gesteins vorab erkannt zu haben. Außerdem stellt sich die Frage, warum nach der angeblich glücklosen Spaltung die vermeintlich unbrauchbaren Reste so vollständig abgeräumt wurden.

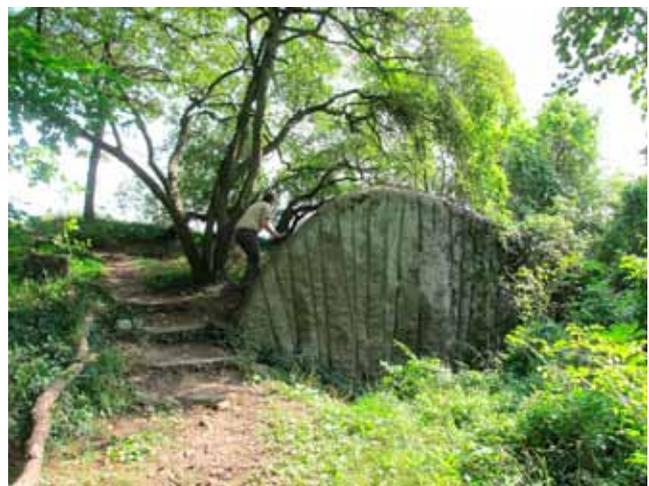


Abb. 1: Der Große Stein – ein Spaltrest des ehemaligen Neuendorfer Amt Steins; Blick nach Osten auf die Spaltfläche mit den Resten von 21 Bohrlochresten.
Fig. 1: Großer Stein – a residual of the former Amt Stein of Neuendorf; looking east at the cleavage plane with the remains of 21 boreholes.



Abb. 2: Reste von Bohrlochresten an der Spaltfläche
Fig. 2: Residuals of boreholes on the cleavage plane

2 Der bauhistorische Kontext

Kürzlich aufgefundene schriftliche Quellen belegen, dass es dem Berliner Baumeister und Steinmetz C. G. CANTIAN (1794 – 1866) in den 1820er Jahren gelang, aus dem Neuendorfer Großgeschiebblock acht jeweils 14 Fuß lange Säulen herzustellen, die im Zeitraum von 1844 bis 1847 im Aachener Dom eingebaut wurden. Vorausgegangen waren eindrucksvolle Granitarbeiten gleich zu Beginn seiner Steinmetzkarriere. Den Auftakt bildete eine Granitschale, die der englische Gesandte W. CAVENDISH, 6. Duke of Devonshire, im Jahre 1826 bei CANTIAN bestellt hatte. Diese war offenbar größer ausgefallen als ein ähnliches Stück, welches der preußische König WILHELM III. zuvor für sein Charlottenburger Schloss erworben hatte. Der Monarch ließ daraufhin den Steinmetz wissen, dass „das größte Produkt der Art im Lande bleiben soll“ (zit. EINHOLZ 1997). CANTIAN ging natürlich auf diesen Wunsch ein und antwortete, „er kenne einen Stein bei Neuendorf unweit Oderberg, der wohl eine Schale von 17 Fuß Durchmesser ergäbe, also ansehnlicher ausfallen würde als die berühmte Porphyrschale im Rundsaal des Vatikans“ (zit. RAVE 1942). Er veranschlagte die Summe von 12 000 Talern und erbat sich zweieinhalb Jahre Fertigungszeit aus. Zu diesen Konditionen erhielt er durch den Geheimen Kabinettsrat D. ALBRECHT umgehend den königlichen Auftrag. Der Architekt K. F. SCHINKEL, der zur gleichen Zeit mit dem Museumsbau für die königlichen Kunstsammlungen in Berlin befasst war, wurde zu den Plänen CANTIAN's befragt. Er war davon recht angetan und schlug in seiner Antwort vom 25.11.1826 die Mitte der Rotunde als Aufstellungsort für die 17 Fuß große Schale vor. Eigens dafür fertigte SCHINKEL Zeichnungen an und unterbreitete konstruktive Vorschläge, wie das schwierige Unterfangen zu bewerkstelligen sei. Nachdem man CANTIAN am 25.03.1827 die Erstattung der Reisekosten aus der königlichen Schatulle zugesichert hatte, besah er sich die größten ihm bekannten Findlinge in der Mark Brandenburg etwas näher. Weil ihm alsdann der ursprünglich ausgewählte Neuendorfer Stein hinsichtlich seines Gefüges „manches zu wünschen übrig ließ“, schied dieser plötzlich aus (EINHOLZ 1997). Stattdessen begann CANTIAN am 03.06.1827 mit der Freilegung des Großen Markgrafensteins in den Rauener Bergen bei Fürstenwalde (Spree). Der Koloss wurde mit eigens von ihm entwickelten Hebezeugen gewendet, um das mächtige Mittelstück abspalten zu können. Bereits im September teilte CANTIAN mit: „..., daß der Findling sogar einen Durchmesser von 22 Fuß zulasse, ja, daß es ausgesprochen bedauerlich sein würde, die fehlerlose Platte auf nur 17 Fuß zu reduzieren. S.M. der König möchten befehlen wie weiter vorgegangen werden solle.“ (zit. EINHOLZ 1997, S. 42). Damit durchkreuzte CANTIAN die Planungen für das bereits im Bau befindliche Berliner Museum empfindlich. Denn eine 22 Fuß große Schale konnte aus ästhetischer und statischer Sicht unmöglich in der Rotunde aufgestellt werden. Es hat zwei Jahre gedauert, bis der darüber äußerst verärgerte WILHELM III. einer Außenaufstellung der Schale im Berliner Lustgarten zugestimmt hat. Die eigentliche Übergabe an das Königliche Museum erfolgte erst am 10.11.1834. Den Neuendorfer Amt Stein hatte der

geschäftstüchtige CANTIAN freilich inzwischen längst spalten lassen. In der gleichen Zeit hat er auch den sogenannten Grenzstein von Fürstenwalde (Spree) bearbeitet und daraus acht, bis zu 7 m lange Säulenschäfte gefertigt (ZWENGER & ZWENGER 2000). Dazu gehörten u. a. die berühmte Adlersäule des Berliner Stadtschlusses und die Vincken-Säule in Duisburg. Als diese nach fast zwei Jahrzehnten endlich aufgestellt wurden, war ihre Herkunft eigentlich schon vergessen oder wurde nicht mehr korrekt wiedergegeben. Selbst KLOEDEN (1832), der die Orte des Geschehens offenbar zu spät aufgesucht hatte, machte darüber irreführende Angaben.

Vieles spricht dafür, dass CANTIAN den Neuendorfer Amt Stein ebenso wie den Fürstenwalder Grenzstein, bereits im Jahre 1827 in Angriff genommen und möglicherweise die Baustellen sogar parallel betrieben hat. Nach erfolgreicher Spaltung des Großen Markgrafensteins im August 1827 wird er sicherlich einen Teil seiner Arbeiter zum nahegelegenen Fürstenwalder Grenzstein abgezogen haben. Denn die 50 Arbeiter, die er nach eigenen Angaben in den Rauener Bergen zur Verfügung hatte (CANTIAN 1830, S. 162), wird er nicht permanent an dieser Stelle benötigt haben. Dass er gleichzeitig bei Rauen, Fürstenwalde und bei Oderberg tätig war, schildert GOETHE (1828) bereits im Folgejahr in CVII–CVIII von „Über Kunst und Alterthum“. Er wusste selbst im fernen Weimar, dass es in der Nähe der Markgrafensteine einen dritten großen Stein gab. Ebenso war ihm bekannt, dass man im Begriff war, aus diesem Stein und aus anderen Graniten in der Nähe von Oderberg, Säulen herzustellen. Die diesbezüglichen Textpassagen in dem voran zitierten Werk, der zugehörige Briefwechsel, als auch die Belegstücke in GOETHE's Gesteinssammlung fanden bisher nicht die nötige Beachtung.

3 Ein Belegstück vom Neuendorfer Amt Stein in GOETHE's Gesteinssammlung

In der Weimarer Gesteinssammlung von J. W. v. GOETHE befindet sich ein angeschliffenes Spaltstück vom Neuendorfer Amt Stein (Abb 3). In dem recht frühen Katalog von SCHUCHARDT (1849; S. 191) darf man das Stück in den „Geognostischen Struktur- und Suiten-Sammlungen“ unter den Graniten lediglich vermuten, da der Name bzw. die Herkunft des Exemplares nicht aufgeführt wird. Dort werden ab Nr. 737 lediglich „diverse angeschliffene Granite von nordischen Geschiebeblöcken der Mark“ genannt. Die Ausnahme bildet die Nr. 741 mit: „1 dergl. großes, angeschliffenes Stück vom Großen Markgrafenstein“. Darauf folgt Nr. 742-746: „5 dergl. angeschliffene aus der Gegend von Oderberg“. Dieser sehr knappe Eintrag weist zwar die richtige Richtung, bringt jedoch keine Gewissheit über das gesuchte Stück. Erst der von PRESCHER (1978) überarbeitete Katalog vermerkt mit veränderter Zählung unter der Nr. 1628: „Amt-Stein unweit Oderberg“. MEYER (2010), der speziell die Eiszeitgeschiebe GOETHE's durchgesehen hat, ergänzte den PRESCHER-Katalog mit den Angaben: „Granit. Vom sogen. Amt-Stein unweit Oderberg, mittelkörnig, hellgrau, hellrötlicher Feldspat bis 1 cm.“ Ein mögliches Liefergebiet für das Geschiebe hat er leider nicht



Abb. 3: Angeschliffene Gesteinsprobe aus der Gesteinssammlung von J. W. v. GOETHE, die er 1827 von seinem Großneffen A. NICOLOVIUS aus Berlin erhalten hatte.

Fig. 3: Polished sample from the rock collection of J. W. v. GOETHE, which he had received in 1827 from his grandnephew A. NICOLOVIUS from Berlin.

benannt. Auf dem augenscheinlich älteren, vielleicht sogar dem Originaletikett steht: „Vom sogenannten Amt Stein unweit Oderberg.“ Das zweite Etikett zu dem Stück enthält: „G. N. M (für GOETHE Nationalmuseum) Inv. Nr. VIII, 2.22, Granit, Amt Stein bei Oderberg.“ In Anlehnung an den großen Dichter wird hier dessen Schreibweise „Amt Stein“ ebenfalls verwendet. GOETHE erhielt die Gesteinsprobe von seinem Großneffen, dem Juristen ALFRED NICOLOVIUS. Diese gehört zu einer Suite von ursprünglich 59 eiszeitlichen Geschieben aus der Mark Brandenburg. Bereits im Jahre 1819 hat GOETHE von F. NICOLOVIUS eine Sendung von „Berliner Gebirgsarten“ erhalten, die ebenfalls vorzugsweise aus Granitgeschieben bestand. Aufgrund der Granitarbeiten, die im nachfolgenden Jahrzehnt in Berlin für Aufsehen sorgten, wünschte sich GOETHE aktuelles Belegmaterial hierzu. Der erste Teil wurde von A. NICOLOVIUS zusammen mit verschiedenen Kunstgegenständen am 25.11.1827 aus Berlin abgeschickt. Darunter befand sich auch ein Exemplar der bekannten Lithographie von F. J. TEMPELTY, nach einer Zeichnung des Landschaftsmalers J. SCHOPPE, welche den im Juni 1827 noch unversehrten Großen Markgrafenstein zeigt. Im Antwortbrief GOETHE'S vom 12.01.1828 heißt es dazu: „Ferner sollst du den schönsten Dank haben für die Granitmuster; auch für den lithographierten großen Felsblock; gib mir doch einige ausführliche Notiz von der Fabrik, in welcher man diesen festen Stein bearbeitet; man hat wenn ich mich nicht irre Säulen in's neue Museum daraus gedreht“. Mit „Granitmuster“ meinte GOETHE die voran erwähnten geschliffenen Gesteinsproben, wozu auch das Stück „Vom sogenannten Amt Stein unweit Oderberg“ gehört. Weil der Kontext zu dem Neuendorfer Stück nicht bekannt war, blieb es bisher unbemerkt. Die Granite aus der Umgegend von Oderberg wurden von GOETHE (1828) ebenfalls in „Granitarbeiten in Berlin“, CVII–CVIII, in „Über Kunst und Alterthum“ angesprochen (s. SCHMID 1949). Er wusste, dass die „Granitmassen welche sich in der Umgegend von Oderberg versammeln“

architektonisch genutzt werden sollen. Sein Hauptinteresse galt verständlicherweise CANTIAN'S Hauptwerk, der Granitschale aus dem Großen Markgrafenstein. Ihn faszinierte sowohl der künstlerische Aspekt als auch die Frage, ob die märkischen Granite wohl an Ort und Stelle gebildet worden waren. Nur ein einziges Mal hatte er an der Seite seines Herzogs im Jahre 1778 kurz Berlin besucht und dabei die Mark Brandenburg durchquert. Letzterer hatte übrigens auf seiner letzten Reise A. v. HUMBOLDT persönlich nach den märkischen Graniten befragt, so sehr war auch er an dem Thema interessiert (SEMPER 1914). Für GOETHE war sein Freund K. F. ZELTER der wichtigste Mittelsmann in Berlin, der ihn von dort mit den damals aktuellen Informationen versorgte. Dieser stellte auch den Kontakt zu CANTIAN her, den er anerkannt „unseren Obersteinmetz“ nannte. Von ihm erhielt GOETHE im Juni 1828 auf dessen mehrfache Nachfrage eine persönliche Schilderung „über die Verhältnisse in den Rauhischen Bergen“, welche ZELTER seinem Brief vom 05.06.1828 beigelegt hatte (HECKER 1915). Ein Belegstück des inzwischen berühmt gewordenen Granitgeschiebes von dort hatte er ja bereits in seiner Sammlung, ebenso weitere Granite aus der „Gegend von Oderberg“. Neben dem hier in Rede stehenden Neuendorfer Amt Stein gehört zu der Kollektion ein angeschliffener Bornholm-Hammergranit (Nr. 1626). Aus diesem Gestein besteht das von CANTIAN geschaffene Postament des Reiterstandbildes von Friedrich II., welches in Berlin Unter den Linden aufgestellt ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass A. NICOLOVIUS alle diese geschliffenen Proben, direkt aus der Werkstatt von CANTIAN, für seinen Großonkel bezogen hat. Sicherlich haben auch andere Berliner Werkstätten damals eiszeitliche Geschiebe verarbeitet. Doch keine andere hat wie CANTIAN „Oderberger Granit“ als Ausgangsmaterial so herausgestellt, als handle es sich dabei um ein Lokalgestein. Auf der Gewerbeausstellung des Jahres 1844 im Berliner Zeughaus präsentierte der inzwischen berühmte Steinmetzbetrieb neben einer 21 Fuß langen Säule aus dem sogenannten Fürstenwalder Grenzstein „einen Säulenstamm aus Oderberger Granit“ von 14 Fuß Länge (4,34 m) und 1 Fuß 9 Zoll Durchmesser (NEUKRANTZ 1845). Selbst GANSEL & PRANTZ, die Nachfolger der „Cantian'schen Steinmetz- und Bildhauerwerkstatt“, warben im Jahre 1867 auf S. 167 im Wochenblatt Nr. 14, des Architekten-Vereins zu Berlin mit: „zu billigen Preisen mit einer auf unserem Lager befindlichen polierten Granitsäule von dunkelbraunem Oderberger Granit.“

GOETHE hatte die Oderberger Stücke und den Beleg vom Markgrafenstein seiner Sammlung von Graniten zugeordnet, die mit unveränderter Systematik in seinem Gartenpavillon am Frauenplan aufbewahrt wird. Granit besaß für ihn eine besondere Anziehungskraft und galt ihm als Inbegriff von Festigkeit und Beständigkeit. Aus neptunistischer Sicht zählte er Granite zu den ältesten Gesteinen, so dass er sie als „Urfelsboden“ ansah. Für GOETHE waren „die im nördlichen Deutschland umherliegenden Granite, Zeugnisse eines im Untergrund vorhandenen Urgebirges“. In seinen Betrachtungen über die „Erratischen Blöcke“ räumte er aus eigener Anschauung den alpinen Gletschern die Fähigkeit zur Gesteinsverfrachtung ein. Einen Transport skandinavischer Gesteine durch „hohes

„Meer und große Kälte“ hielt er ebenfalls für möglich und lässt diese Idee in „Wilhelm Meisters Wanderjahre“ aussprechen. Er blieb allerdings nicht konsequent beim Gedanken der Drifttheorie und schrieb wenig später: „Mir mache man aber nicht weis, daß die in den Oderbrüchen liegenden Gesteine, daß der Markgrafenstein bei Fürstenwalde weit hergekommen sei; an Ort und Stelle sind sie liegengeblieben, als Reste großer in sich zerfallender Felsmassen (zit. BÖRNER et al. 1963).“

K. F. KLOEDEN, dessen „Beiträge zur Geognosie und Mineralogie der Mark Brandenburg“ von ZELTER nach Weimar geschickt wurden, sollte ihm weitere Aufklärung über die märkischen Granite verschaffen (HECKER 1915). Das kam allerdings nicht zustande, weil die von KLOEDEN (1829) verfasste Erdgeschichte nicht der neptunistischen Denkweise GOETHE's entsprach (ENGELHARDT 2003, S. 338). Er hätte zudem KLOEDEN auch gern von den Gedanken einer ehemaligen Rollsteinflut in Norddeutschland abgebracht. Die voran schon angesprochene Ambivalenz in GOETHE's Anschauungen zum Geschiebetransport äußert sich selbst in kleinen Notizen zu seiner Gesteinsammlung. Die von A. NICOLOVIUS im Jahre 1827 erhaltene Sammlung versah er zunächst mit dem Beisatz: „namentlich aus der Umgebung Berlin (vorzüglich nordische Geschiebe).“ Später hat er das in Klammern gesetzte wieder ausgestrichen (SEMPER 1914, S. 337). Offenbar passte eine nordische Herkunft der märkischen Granite am Ende seines Lebens doch nicht so recht in sein geologisches Weltbild.

4 Der Große Stein – Ein Restblock des ehemaligen Neuendorfer Amt Steins

Nur der Kleine Markgrafenstein hat ein Volumen von mehr als 100 m³. Zu dieser Größenklasse dürfte der Neuendorfer Amt Stein vor seiner Spaltung ebenfalls gehört haben. Der

Restblock, der heute „Großer Stein“ genannt wird, ist nur ein übriggebliebenes Drittel des Amt Steins. Die nach Westen gerichtete Spaltfläche ist unmittelbar über Flur beachtliche 6 m breit. Damit überschreitet sie die mit 5,8 m vermessene, größte oberirdische Achse des Kleinen Markgrafensteins (ZWENGER 2000). Die größte oberirdisch messbare Dicke des Neuendorfer Steins beträgt etwa 4 m. Darüber hinaus dürfte der Findling noch mindestens 1 m in den Boden hineinragen. Die nach Westen gerichtete Spaltfläche zeigt die Reste von 21 Bohrlöchern, die jeweils etwa 5 cm Durchmesser haben. Sie sind fächerartig und relativ dicht nebeneinander angeordnet. Das längste Bohrloch misst 2,93 m. Die Bruchkanten der Bohrlochhälften sind nach mehr als 180 Jahren auffallend gut erhalten. Der Block ist offenbar perfekt an der perforierten Stelle auseinandergebrochen. Das war am Großen Markgrafenstein nicht der Fall, wie man aus den Beschreibungen von CANTIAN (1830) weiß. Man sieht außerdem noch heute, dass die Spaltfläche nur maximal 1,9 m den Bohrungen folgt und abschert.

Vom Neuendorfer Amt Stein sind leider keine Ausgangsmaße überliefert. Man kann diese nur näherungsweise aus den Dimensionen des Restblocks und der Größe der daraus gewonnenen Bauteile ermitteln. Für die ursprünglich von CANTIAN dort geplante kreisrunde Schale mit 17 Fuß (5,33 m) Durchmesser dürfte die 6 m-Achse knapp ausreichend gewesen sein. Die aus dem Mittelstück des Großen Markgrafensteins abgespaltene Rohplatte war mit 9 Fuß (2,8 m) doppelt so dick wie das fertige Stück. Das weist auf den nötigen Sicherheitsabstand hin, der bei diesen Arbeiten nötig war. Wenn man also aus dem Neuendorfer Amt Stein möglichst unversehrt Rohlinge für 4–5 m lange Säulen gewinnen wollte, wird man diese womöglich auch parallel zur größten Achse angeordnet haben. Die sicherste Variante dürfte zudem eine Zweiteilung des abzuspaltenden Mittelstückes gewesen sein (Abb. 4). Für acht Rohlinge mit einem

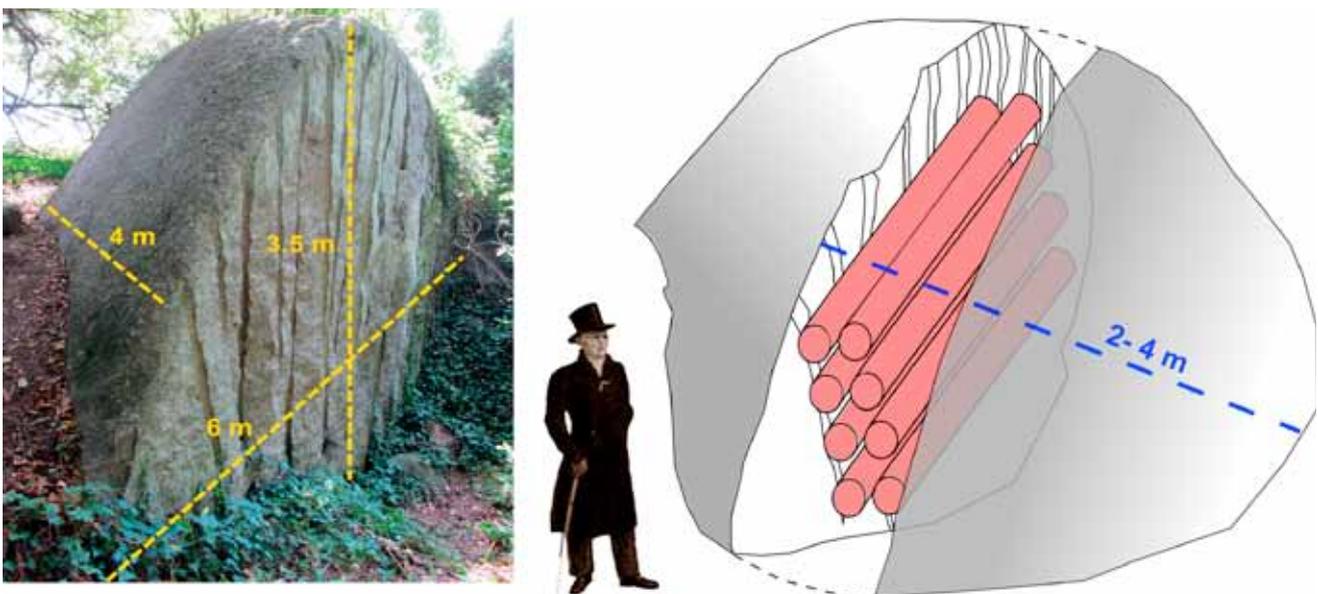


Abb. 4: Rekonstruktion – links: Restblock; Mitte: Steinmetz CANTIAN; rechts: Anordnung der Säulenrohlinge
 Fig. 4: Reconstruction – left: residual block; centre: stonemason CANTIAN, right: arrangement of the column blanks

halben Meter Durchmesser müsste der Block zwischen 1,5 und 2 m stark gewesen sein, je nachdem wie viel Gesteinsmaterial man als Sicherheitsabstand bzw. Verlust hinzu-rechnet. Billigt man dem abgespaltenen Teil eine ähnliche äußere Form zu, wie sie der verbliebene Restblock besitzt, dann ist ein ursprüngliches Maß von 6 bis 8 m entlang der Ost–West-Achse durchaus möglich. Aus der etwa 10 cm tiefen Keilrinne in der Mitte des Restblocks kann man darauf schließen, dass dieser noch weiter zerlegt werden sollte (Abb. 5). Weil es augenscheinlich nicht dazu kam, ist womöglich die Sage von der angeblichen Unbrauchbarkeit des Steins entstanden.

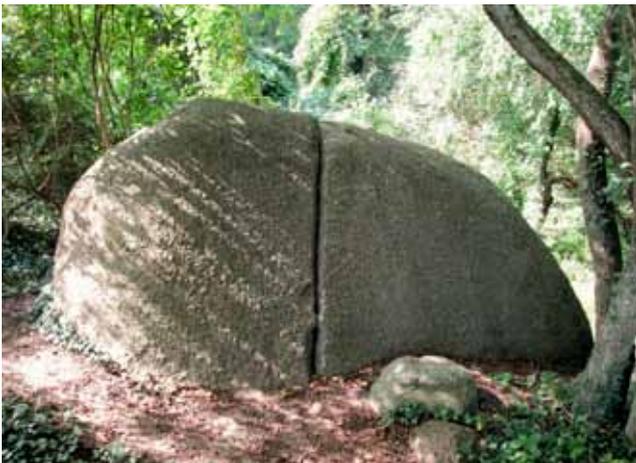


Abb. 5: Die Keilrinne auf der Oberfläche des Restblocks deutet auf eine beabsichtigte Spaltung hin.

Fig. 5: The groove on the surface of the residual block indicates a previous intention to cleave.

5 Die Granitsäulen aus dem Amt Stein im karolingischen Oktogon des Aachener Doms

Alle bisher besprochenen Spuren deuten unzweifelhaft darauf hin, dass es C. G. CANTIAN war, der die Spaltung des Neuendorfer Amt Steins veranlasst hat. Die Frage nach dem bisher unbekanntem Verwendungszweck wird durch einen Befehl des Preussischen Königs WILHELM IV. vom 25.05.1842 beantwortet. Darin hat er die Wiederherstellung der antiken Säulen in den Arkaden des Aachener Doms angeordnet. Denn bei der Besetzung der Stadt durch das französische Revolutionsheer im Jahre 1794 waren die kostbaren Spolien demontiert und nach den Befreiungskriegen nur zum Teil zurückgegeben worden. Im Allerhöchsten Kabinettschreiben seiner Majestät hieß es: „Die zur Completierung der unteren Reihe dann erforderlichen acht Säulen wird der Baurath Cantian zu Berlin von Oderberger Granit liefern (zit. NÖGERATH 1844).“ Vorausgegangen war ein Gutachten, welches J. J. NÖGERATH (1788 – 1877), damaliger Professor für Mineralogie und Geologie an der Universität Bonn, im Auftrage des preussischen Königs angefertigt hat. Darin wurden u. a. die Verluste wertvoller Bauteile beschrieben, welche durch die französische Besetzung in der nachfolgenden preussischen

Rheinprovinz zu beklagen waren. Denn nicht nur in Aachen, sondern auch am Kölner Dom und anderen sakralen Bauten hatte man kostbare Bauelemente und Ausstattungen geraubt. Insbesondere antike Spolien, die von jeher als Herrschaftssymbole galten, wurden gezielt ausgebaut und in den Pariser Louvre geschafft. Es galt also, die aus Frankreich zurückgeführten Spolien neu zu ordnen, wieder einzubauen und fehlende Bauteile durch geeignete Nachbildungen zu ersetzen. Wie das zu geschehen hatte, wurde im konkreten Fall klar geregelt: „Seine Majestät der König hat unter dem 23. November 1842 folgende Summe zu verwilligen geruht: Für die von Baurath Cantian von Oderberger Granit zu liefernden Säulen 52 198 Taler 20 Silbergroschen.“ Welches preussische Oderberg gemeint war, geht aus einer Fußnote hervor: „Oderberg in der Mark Brandenburg. Der Granit findet sich hier in großen ursprünglich aus Skandinavien herrührenden sogenannten erratischen Blöcken.“ Ob allerdings der Befehl von WILHELM IV. aus dem Jahre 1842 tatsächlich umgesetzt wurde, dafür fehlen schriftliche Belege im Dombauarchiv zu Aachen. Aus der Literatur ist lediglich bekannt, dass die Wiederaufstellung der Säulen im Oktogon zwischen 1844 und 1847 erfolgte (MAINTZ 2012; S. 12). Ohne eine Materialprüfung vor Ort erschien die eigentlich sensationelle Wiederfindung der historischen Quelle zunächst ein wenig widersprüchlich. Die Tatsache, dass zwei Jahre nach dem königlichen Befehl eine der für Aachen vorgesehenen Säulen aus „Oderberger Granit“ noch auf der Berliner Bauausstellung zu sehen war, ließ leichte Zweifel aufkommen (NEUKRANTZ 1845), während die im zugehörigen Ausstellungskatalog angegebene Säulenlänge von 14 Fuß zu den in Aachen verbauten Säulen passt. Da es bekanntermaßen bei anderen Werken CANTIAN’S noch viel länger gedauert hat, bis diese endgültig aufgestellt wurden, durfte man annehmen, dass das beim Aachener Dom auch der Fall gewesen ist und der Einbau der Säulen erst zwischen 1844 und 1847 erfolgte.

Das Gestein der in Rede stehenden Säulen wird in allen einschlägigen kunsthistorischen Führern der letzten einhundert Jahre stets als „Odenberger Granit“ bezeichnet (s. FAYMONVILLE 1909, BUCHKREMER 1955, MAAS & SIEBIG 2002). Es gibt zwar einen Ort Odenberg in Hessen. Dort steht jedoch kein Granit, sondern Diabas an, der allein aus farblicher Sicht nicht zu den rötlichen antiken Säulen passen würde. Offenbar handelt es sich bei „Odenberg“ statt „Oderberg“ um die fortwährende Übernahme eines simplen Druckfehlers. Abgesehen davon ist es sehr verwunderlich, dass in mehr als einhundert Jahren niemand geprüft hat, was es mit dem vermeintlichen „Odenberger Granit“ auf sich hat. Schließlich stehen die Säulen in unmittelbarer Nachbarschaft zum berühmten Kaiserthron KARL’S DES GROSSEN, der wegen seiner fraglichen Baumaterialien mehrfach untersucht wurde.

Die von CANTIAN gelieferten Säulen waren für das Obergeschoß des karolingischen Oktogons, genauer dessen unteren Arkadenumgang bestimmt. Es handelt sich um die vier Säulenpaare, die außerhalb der Haupthimmelsrichtungen platziert sind (Abb. 6). Die Säulenschäfte sind 3,53 – 3,57 m



Abb. 6: Säulen aus dem Neuendorfer Amt Stein im Oktogon des Aachener Doms; Säulenpaare rechts und links, mittig ein antikes Säulenpaar
 Fig. 6: Columns of the Neuendorf Amt Stein in the octagon of Aachen Cathedral; pairs of columns to the right and left, centre shows an antique pair of columns

lang und besitzen basal einen Umfang von 1,34 bis 1,37 m. Die geringfügig wechselnden Säulenlängen werden durch die Maße der Sockel und Kapitelle kompensiert. Die Säulen sind nichttragende Zierelemente in dem achteckigen Bau. Deshalb konnte man sie im 18. Jahrhundert relativ gefahrlos ausbauen bzw. herausbrechen und durch die Fensteröffnungen nach draußen transportieren. Bei den Säulengeschwistern, die an den Haupthimmelsrichtungen in den unteren Arkaden eingestellt sind, soll es sich um im Jahre 1815 von Frankreich zurückgegebene antike Spolien handeln. Von den anderen aus Aachen konfiszierten Säulen befinden sich seit 1800 nach SAVOY (2010) acht größere Säulen aus „grauem Granit“ in den Kolonaden des Antikenmuseums des Pariser Louvre zwischen dem „Salle de Hommes illustres“ und dem „Salle des Saisons“. Die Säulenschäfte sollen Ende des 8. Jahrhunderts aus Rom und Ravenna herangeschafft worden sein, weil KARL DER GROSSE Spolien aus den Residenzen der römischen Kaiser zur Unterstreichung seiner eigenen Macht an seinem Herrschaftssitz bevorzugte. Aus Macht- und Prestigegründen ließ sie wiederum auch NAPOLEON I. im Pariser Louvre aufstellen. Besonders begehrt waren über all die Jahrhunderte stets Säulen aus Granit. Diesem so-



Abb. 7: Vergleich einer angeschliffenen Probe vom Großen Stein/Amt Stein bei Neuendorf mit einer Säule im Aachener Dom.
 Fig. 7: Comparison of a polished rock sample of the Großer Stein/Amt Stein near Neuendorf with a column of the Aachen Cathedral.

nannten Gestein der Könige gab natürlich auch WILHELM IV. den Vorrang. Seine Schenkung für den Aachener Dom sollte außerdem nach seinen Wünschen aus „vaterländischem Gestein“ sein. Das trifft zwar für den märkischen Fundort zu, nicht aber auf die noch zu besprechende geologische Herkunft des Oderberg-Neuendorfer Granitgeschiebes. Angesichts der kunsthistorischen Symbolik passen die Säulen aus „Oderberger Granit“ eigentlich nicht so recht zu ihren transalpinen, antiken Geschwistersäulen.

Die Klärung der Frage, ob die im Aachener Dom eingestellten Säulen tatsächlich vom ehemaligen Neuendorfer Amt Stein stammen, ist nur durch Direktvergleich vor Ort anhand angeschliffenen Vergleichsmaterials möglich. Letzteres ist im Umfeld des Restblocks in Form von kleineren Spaltresten ausreichend vorhanden. Außerdem wurden optische Scans von den Gesteinsoberflächen der Säulen hinzugezogen. Die Abbildung 7 zeigt, dass das Vergleichsmaterial hinsichtlich der Farben und des Gefüges den Säulen sehr nahe kommt. Zu beachten ist freilich der Umstand, dass unter den vier Arkadenbögen jeweils andere Lichtverhältnisse herrschen, was sich im divergierenden Farbspektrum der einzelnen Säulen widerspiegelt. Aus diesem Grund werden in der Abbildung 7 mehrere Farbvarianten der Gesteinsoberflächen gezeigt. Außerdem ist festzustellen, dass das Gesteinsmaterial der einzelnen Säulen nicht völlig homogen ist. Insbesondere die Anteile dunkler Gemengteile (Biotit, Hornblende), die in Schlieren das Gestein durchziehen, wechseln von Säule zu Säule sehr deutlich. Das ist angesichts der metamorphen Überprägung des Gesteins nicht verwunderlich und auch am Rohmaterial des Neuendorfer Geschiebeblocks zu verfolgen. Im normalen Betrachtungsabstand weisen die Säulen eine rötliche Grundfarbe auf. Betrachtet man die geschliffenen Flächen allerdings aus der Nähe, dann dominiert die weißorangene bis weißgraurote Farbe der Feldspäte. Die Rottöne der Säulen sind etwas kräftiger im Vergleich mit dem frisch angeschliffenen Probenmaterial. Dass sich die Rottöne von polierten Granitoberflächen im Zuge der Alterung verstärken, kann man auch anderenorts beobachten, vorzugsweise dann, wenn Werksteine länger der Witterung ausgesetzt waren. Die antiken Schwesersäulen passen hinsichtlich Gefüge und Farbspiel gut zu den CANTIAN'schen Säulen. Bei näherer Betrachtung erkennt man sie an ihren dunklen Xenolitheneinschlüssen.

6 Petrografie und Herkunft des Amt Steins

Die angewitterte Oberfläche des Großgeschiebeblocks wirkt durch seine biotitreiche Grundmasse dunkelgrau. An den Bruchflächen treten aus der dunklen, feinkörnigen Grundmasse weißorangene Feldspäte hervor, welche normalerweise die Hauptgemengteile des Gesteins stellen. Ihre Farbwirkung tritt erst im Anschliff so richtig hervor. Bei den Feldspäten handelt es sich überwiegend um 5 – 10 mm große Mikroklinkristalle. Die Mikrokline variieren in ihrer Größe und in ihren Umrissen. Es treten sowohl leistenförmige Kristalle mit deutlichen, geraden Kanten, als auch unregelmäßig eckige Aggregate auf (Abb. 8). Bereits im



Abb. 8: Probe vom Askersund-Granit neben einem angeschliffenen Spaltrest vom Neuendorfer Amt Stein.

Fig. 8: Sample of the Askersund granitoid beside a polished sample of Amt Stein near Neuendorf.

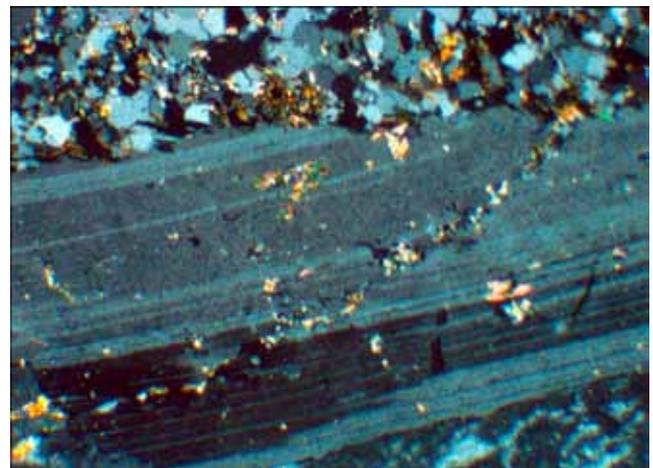


Abb. 9: Dünnschliffbild einer Probe vom Amt Stein: Plagioklaskristalle mit Lamellenstruktur, Frakturen und randlichen Korrosionen; Bildlänge = 2,5 mm, gekreuzte Polarisatoren

Fig. 9: Thin section photograph of Amt Stein: plagioclase crystals with lamellar structure, fractures and edge corrosion, image length = 2.5 mm, cross-polarized light

Anschliff sind Schraffuren und Zwillingsbildungen an Feldspäten erkennbar. Im Dünnschliff zeigen die Kalifeldspäte perthitische Flammentexturen. Die Kristalle sind zudem meistens randlich korrodiert und sehr häufig frakturiert, was neben den Mischkristallbildungen deutliche Hinweise für metamorphe Überprägungen des Gesteins sind (Abb. 9). Die größeren Frakturrisse der Feldspäte sind in der Regel von feinkörniger Grundmasse erfüllt, die zusammen mit Quarz auch in ihren Zwickelräumen anzutreffen ist. Die Kalifeldspäte sind nicht selten von weißgelben bis gelblichgrünen Plagioklasen umgeben. Die Plagioklase zeigen deutliche Zwillingslamellen, ebenso Verbiegungen und treppenförmige Frakturen (Abb. 10). Quarze kommen als 0,2 – 3 mm große, anhedrale Kristalle in der Umrandung der Plagioklase und der Kalifeldspäte vor. Sie sind gemeinsam mit Biotit und Hornblende in den Frakturrisen von Feldspäten

anzutreffen (Abb. 11). Als akzessorische Nebengemengteile lassen sich Titanitkristalle in Dünnschliffen beobachten. Die Biotite sind pleochroitisch und wechseln im polarisierten Licht von gelbbraunen zu dunkelbraunen Farben. Sie stellen neben Hornblende das dominierende Mineral in der Gesteinsgrundmasse dar. Diese dunklen Gemengteile umfließen die Feldspäte, insbesondere dann, wenn sie größere Anteile an der Gesteinszusammensetzung erreichen. Bei Grundmasseanteilen von mehr als 10 bis 15 Vol % sind Flaser- und Augentexturen zu beobachten.

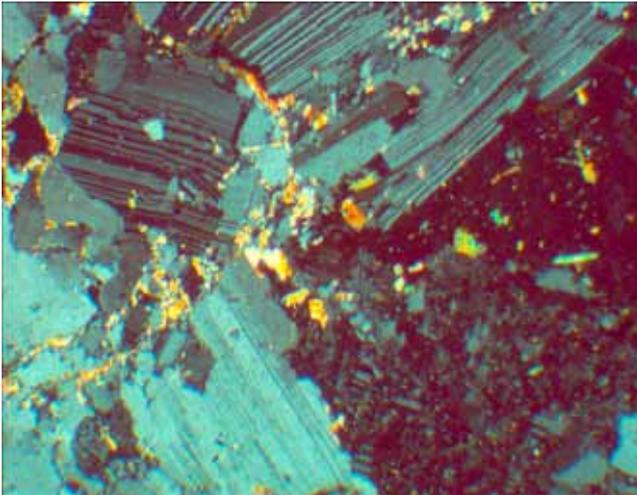


Abb. 10: Dünnschliffbild einer Probe vom Askersund-Granitoid: Plagioklaskristalle mit treppenförmigen Frakturen; Bildlänge = 2,5 mm, gekreuzte Polarisatoren

Fig. 10: Thin section photograph from Askersund granitoid: plagioclase crystals with step-like fractures; image length = 2.5 mm, cross-polarized light

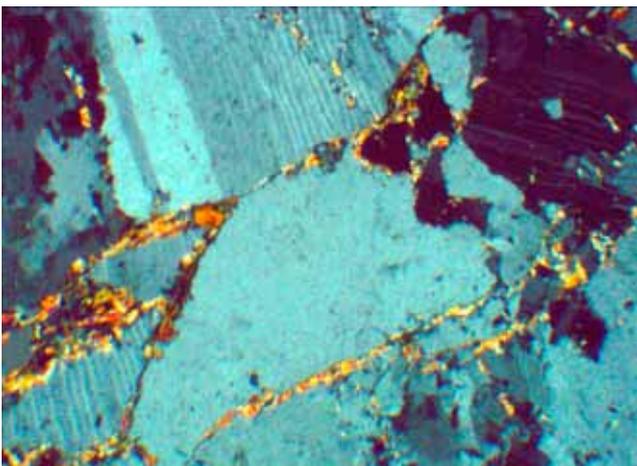


Abb. 11: Dünnschliffbild einer Probe vom Amt Stein: Biotit in Frakturrisen; Bildlänge = 2,5 mm, gekreuzte Polarisatoren

Fig. 11: Thin section photograph of Amt Stein: biotite in fissures; image length = 2.5 mm, cross-polarized light

Mit den voran geschilderten Gesteinsmerkmalen weist der Geschiebeblock von Neuendorf große Ähnlichkeiten mit den Askersund-Granitoiden auf. Das sind die Gesteinskomplexe, die in der Grundgebirgskarte des Schwedischen Geologischen Dienstes (SGU) in einem ca. 1 000 km² großen Ausstrichgebiet, unmittelbar nördlich von Askersund am Vätternsee in Schweden vorkommen (Abb. 12). Es handelt sich dabei um verschiedenförmige Übergänge von Biotitgranit und Monzonit zu Gneisen, die in der geologischen Karte als Askersund-Granitoide zusammengefasst werden. Im Gebiet zwischen Olshammar, Laxå und Askersund sind diese Gesteine gut aufgeschlossen. Allerdings wechseln in dem recht großen Gebiet die Zusammensetzung und die texturale Ausbildung der in ihrem Grundmuster ähnlichen Gesteine lokal sehr häufig. Die größten Übereinstimmungen mit dem Großgeschiebe von Neuendorf ergeben sich zu den Gesteinen, die bei Ramshult etwa 20 km nordwestlich von Askersund anstehen. In der flachwelligen Waldlandschaft gibt es einzelne Felsklippen und kleine Wegeinschnitte, an denen sich die Askersund-Granitoide gut studieren lassen (Abb. 13 – 14). In der Gegenüberstellung von Proben aus dem Anstehenden mit dem Geschiebematerial sieht man bereits makroskopisch deutliche Übereinstimmungen (Abb. 9). Auch der Vergleich anhand von Dünnschliffen zeigte Parallelen in den voran besprochenen gesteinsmikroskopischen Merkmalen. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung haben die hier beschriebenen Askersund-Gesteine einen monzonitischen Charakter. Nach den äußeren Texturmerkmalen (Augen- bzw. Flasertextur) und der in den Dünnschliffen nicht zu übersehenden metamorphen Überprägungen müsste man die Gesteine von Ramshult streng genommen als Gneise bezeichnen.

ÅHÄLL & LARSON (2000) ordnen den Gesteinskomplex in der Umgegend von Askersund aufgrund ihres radiometrischen Alters von 1,5 bis 1,8 Milliarden Jahren dem Sveco-karelichen Orogen zu. Sie sind demzufolge älter als die zum TIB (Transscandinavian Igneous Belt) gehörenden Filipstad-Granite. Diese strukturgeologische Neuerung ist insofern von Bedeutung, als die Filipstad-Granite schon recht lange als Leitgeschiebe in der Geschiebeliteratur etabliert sind (HESEMANN 1966, ZANDSTRA 1988). In der von SMED & EHLERS (2002; S. 43) vorgelegten Karte der Herkunftsgebiete südschandinavischer Leitgeschiebe schließt der „Filipstad-Granitstreifen“ auch das Gebiet der Askersund-Granitoide ein, was strukturgeologisch und petrographisch nicht ganz korrekt ist. Dennoch wird an dieser Stelle darauf verzichtet, neue Askersund-Leitgeschiebe zu kreieren. Wie bei allen Leitformen sollte zunächst der Versuch unternommen werden, wiedererkennbare petrographische Grundmuster herauszufinden, die eine Einengung des möglichen Liefergebietes möglich machen. Insofern soll die hier vorgenommene Zuordnung des Großen Steins/ Amt Steins von Neuendorf zu den Askersund-Granitoiden als ein Vorschlag gewertet werden. Nachzutragen ist der Hinweis, dass diese Gesteine in Ostbrandenburg nicht unbedingt selten sind.



Abb. 12: Das Ausstrichgebiet der Askersund-Granitoide am Vätternsee in Schweden, Liefergebiet für den Großen Stein/ Amt Stein (nach HÖGDAHL, ANDERSON & EKLUND 2004; Bedrock map: SGU 2012).

Fig. 12: The outcrop area of Askersund granitoids close to the lake Vättern in Sweden, the delivery area for the Amt Stein/Großer Stein (after HÖGDAHL, ANDERSON & EKLUND 2004; Bedrock map: SGU 2012).



Abb. 13: Felsenklippe aus Askersund-Granit nahe Ramshult, ca. 20 km nördlich von Askersund.

Fig. 13: Rocky cliff of Askersund granitoid near Ramshult, about 20 km north of Askersund.

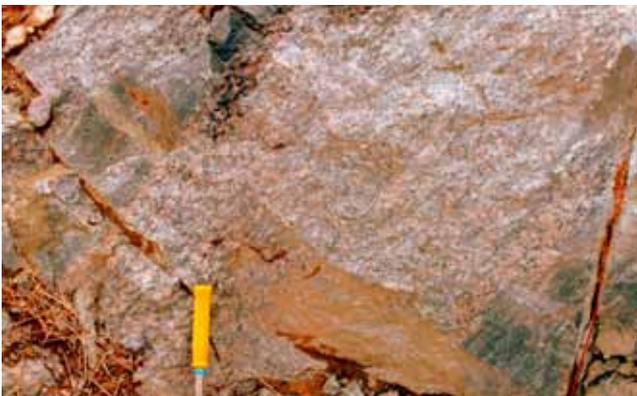


Abb. 14: Askersund-Granit im Anstehenden bei Ramshult.

Fig. 14: Outcrop of Askersund granitoid near Ramshult.

Danksagung

Der Aachener Dombaumeister, Herr Helmut Maintz, war so freundlich, uns im Vorfeld Bauzeichnungen und Fotos zu überlassen und vor Ort einzuweisen. Dafür möchten wir ihm und seinen Mitarbeitern an dieser Stelle herzlich danken. Zu Dank sind wir auch Frau Gisela Maul verpflichtet, die es uns als zuständige Kustodin der Klassik Stiftung Weimar ermöglicht hat, bisher unbekanntes Vergleichsmaterial vom Neuendorfer Amt Stein in der Gesteinssammlung von J. W. v. GOETHE zu studieren. Freundliche Unterstützung bei der Realisierung dieser Arbeit haben wir außerdem von Herrn Peter Suhr, LfULG Freiberg sowie von Herr Prof. em. Dr. Klaus Jürgen Endtmann, Eberswalde, erfahren, wofür wir uns außerdem ganz herzlich bedanken möchten.

Zusammenfassung

Der Große Stein von Neuendorf bei Oderberg (Landkreis Barnim) zählt zu den größten Geschiebeblöcken in Brandenburg. Dabei handelt es sich um einen 6 x 4 x 3,6 m großen Restblock, der vor seiner Spaltung als Neuendorfer Amt Stein

bezeichnet wurde. Aus dem Granit fertigte der Berliner Steinmetzbetrieb C. G. CANTIAN acht Säulen mit 3,53 – 3,57 m Länge. Diese wurden nach der Order des preußischen Königs WILHELM IV. in der Zeit von 1844 bis 1847 unter der Werksteinbezeichnung „Oderberger Granit“ im karolingischen Oktogon des Aachener Doms eingebaut. Eine Gesteinsprobe vom ehemaligen Neuendorfer Amt Stein gelangte 1827 in die Gesteinssammlung J. W. v. GOETHE's. Nach seiner Spaltung wurde der Restblock in den amtlichen preußischen Karten als Großer Stein dargestellt und die bauhistorischen Zusammenhänge gerieten so schon früh in Vergessenheit. Als Liefergebiet für den Riesenfindling kommt die Region um Askersund am Vätternsee (Schweden) in Betracht.

Summary

The "Großer Stein" (Big Rock) of Neuendorf near Oderberg (administrative district of Barnim) is one of the largest erratic boulders in the region of Brandenburg. With its dimension of 6 x 4 x 3.6 meters it is only a residual of a much larger boulder block named Neuendorfer Amt Stein before its cleavage. The Berlin C. G. CANTIAN crafted eight columns from this granite block, 3,53 – 3,57 m in length. Labeled as „Oderberger granite“ they were placed at the Carolingian octagon of Aachen Cathedral by the order of the Prussian King WILHELM IV during the period of 1846/47. A rock sample from this former Neuendorfer Amt Stein has been added to the rock collection of J. W. v. GOETHE in 1827. After its cleavage the remaining block got named "Großer Stein" in the official Prussian maps and the architectural historical context soon fell into oblivion. The region of Askersund near Vättern-Lake (Sweden) is considered as delivery area of the giant boulder.

Literatur

- ADAM, S. & M. SCHMIDT (2010): Feldsteinbauten in Brandenburg – Die Spur der Steine. – 156 S., Potsdam (Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg)
- ÅHÄLL, K.-I. & S. Å. LARSON (2000): Growth-related 1.85–1.55 Ga magmatism in the Baltic Shield; a review addressing the tectonic characteristics of Svecofennian, TIB 1-related, and Gothian events. – GFF **122**, 2, S. 193 – 206, Stockholm
- BÖRNER, P. et al. (1963): Johann Wolfgang Goethe-Schriften zur Geologie, Mineralogie und Meteorologie. – dtv-Gesamtausgabe **38**, 208 S., München
- BUCHKREMER, J. (1955): 100 Jahre Denkmalpflege am Aachener Dom – Dom zu Aachen. – Beiträge zur Baugeschichte **III**, 112 S., Aachen

- CANTIAN, C.G. (1830): Einige Nachrichten von der Bearbeitung und dem Transport der für das Museum zu Berlin bestimmten, 22 Fuß im Durchmesser haltenden Schale aus einem Granit-Block. – *Crelles Journal für die Baukunst* **2**, 1, S. 158 – 166, Berlin
- DOMNICK, H. & W. EBERT (2013): Findlinge – Zeugen der Eiszeit. – <http://www.eiszeitstrasse.de>
- EINHOLZ, S. (1997): Die Große Granitschale im Lustgarten. Zur Bedeutung eines Berliner Solitärs. – In: *GESCHICHTSVEREIN BERLIN* (Hrsg.): *Der Bär von Berlin*. – Jahrbuch des Vereins Geschichte für Berlin **46**, S. 41 – 62, Berlin, Bonn
- ENGELHARDT, W. v. (2003): Goethe im Gespräch mit der Erde. – 376 S. Weimar
- FAYMONVILLE, K. (1909): Der Dom zu Aachen und seine liturgische Ausstattung vom 9. bis zum 20. Jahrhundert. – 450 S., München (Verl. F. Bruckmann)
- GOETHE, J. W. v. (1827): Goethe an Nicolovius. Nicolovius an Goethe. – *GOETHE'S Werke*, Weimarer Ausgabe **25.XI**, 43, S. 236 u. 408, Weimar
- GOETHE, J. W. v. (1828): Über Kunst und Alterthum **6**, 2, S. 217 – 432, Stuttgart
- GÖLLNITZ, D. (2003): Findlinge in Brandenburg (Eine Liste der Findlinge > 10 m³). – *Brandenburg. geowiss. Beitr.* **10**, 1/2, S. 198 – 199, Kleinmachnow
- HECKER, M. (1915): Der Briefwechsel zwischen Goethe und Zelter im Auftrage des Goethe- und Schillerarchivs nach den Handschriften. Band 2, 1819 – 1832. – 611 S., Leipzig (Inselverlag)
- HESEMANN, J. (1966): Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. – 267 S., Krefeld
- HÖGDAHL, K., ANDERSON, U. & O. EKLUND (2004; eds.): The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) in Sweden: a review of its character and evolution. – *Geological Survey of Finland, Special Paper* **37**, 125 S., Espoo
- KLOEDEN, K. F. (1828): Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniß der Mark Brandenburg. – 1. Stück, Berlin (Nauck'sche Buchdruckerei)
- KLOEDEN, K. F. (1829): Über die Gestalt und die Urgeschichte der Erde. – 384 S., Berlin (Nauck'sche Buchdruckerei)
- KLOEDEN, K. F. (1832): Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniß der Mark Brandenburg. – 5. Stück, Berlin (Dieterici)
- LEONARDI, F. G. (1794): Erdbeschreibung der Preußischen Monarchie. – **3**, Ausgabe 2, 923 S., Halle (Hemmerde & Schwertschke)
- MAAS, W. & P. SIEBIG (2002): Der Aachener Dom. – 164 S., Köln (Greven Verlag)
- MAINTZ, H. (2012): Sanierung Mosaiken, Marmorverkleidung und Fußböden im Zentralbau des Aachener Doms. – Veröffentlichungen für die Mitglieder des Karlsverein-Dombauvereins **14**, 114 S., Aachen
- MEYER, K.-D. (2010): Skandinavische Eiszeitgeschiebe in Goethes Gesteinssammlung. – *Der Geschiebesammler* **43**, 1, S. 29 – 41, Wankendorf
- NEUKRANTZ, A. F. (1845): Ausführlicher Bericht über die große allgemeine deutsche Gewerbe-Ausstellung in Berlin. – 662 S., Berlin (SimionVerlag)
- NÖGERATH, J. (1844): Zur architektonischen Mineralogie der preußischen Rheinprovinz. – *Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde* **18**, S. 482 – 490, Berlin
- PRESCHER, H. (1978): Goethe Sammlungen zur Mineralogie, Geologie und Paläontologie. – Katalog, 716 S., Berlin (Akademie Verlag)
- RAVE, P. O. (1942): Die Granitschale im Lustgarten. – *Zeitschr. des Ver. f. d. Geschichte Berlins* **59**, Jg., 3, S. 110 – 118, Berlin
- SAVOY, B. (2010): Kunstraub: Napoleons Konfiszierungen in Deutschland und die europäischen Folgen; mit einem Katalog der Kunstwerke aus deutschen Sammlungen im Musée Napoléon. – 496 S., Wien (Böhlau Verlag)
- SEMPER, M. (1914): Die geologischen Studien Goethes, Beiträge zur Biographie Goethes und zur Geschichte und Methodenlehre der Geologie. – 388 S., Leipzig (Verlag Veit & Comp)
- SCHMID, G. (1949; Hrsg.): *GOETHE die Schriften zur Naturwissenschaft 2*. – Schriften zur Geologie und Mineralogie 1812 – 1832, 438 S., Weimar (Verl. Hermann Böhlau Nachfolger)
- SCHUCHARDT, CH. (1849): Goethes Sammlungen. Dritter Teil: Mineralogische und andere naturwissenschaftliche Sammlungen. – 297 S., Jena (Friedrich Frommann)
- SMED, P. & J. EHLERS (2002): Steine aus dem Norden: Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland. – 2. verbess. Auflage, 194 S., Berlin, Stuttgart (Bornträger)

ZANDSTRA, J. G. (1988): Nordelijke kristallijne gidsgesteenten. – 469 S., Leiden, New York, København, Köln (E. Ej. Brill Publ.)

ZWENGER, W. (2000): Petrographie und Heimat der Markgrafensteine in den Rauener Bergen bei Fürstenwalde (Spree). – Archiv f. Geschiebekunde **2**, 12, S. 897 – 903, Hamburg

ZWENGER, B. & W. ZWENGER (2000): Die Wiederauffindung des Grenzsteines bei Fürstenwalde (Spree) – ein verschollener Verwandter der Markgrafensteine. – Archiv f. Geschiebekunde **2**, 11, S. 820 – 832, Hamburg

Anschrift der Autoren:

Barbara & Wolfgang Zwenger
c/o GEOCON GmbH
Seestr. 16
15848 Rietz-Neuendorf
info@geocon-net.de

Kurzmitteilung

Übersichtskarte „Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin“ erschienen

Im Juni 2013 hat das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) eine Übersichtskarte nebst Beiheft zum „Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin“ i. M. 1 : 300 000 herausgegeben. Diese Karte liefert eine Gesamtübersicht zu den in Nutzung befindlichen Rohstofflagerstätten und Geopotenzialen und verdeutlicht auf diese Weise den Rohstoffreichtum des Flächenlandes Brandenburg. Neben der Darstellung der klassischen Rohstoffgewinnungsvorhaben auf Braunkohle, Steine- und Erden, Erdöl, Erdgas und Sole zeigt die Karte weitergehende Nutzungen des tiefen Untergrundes, wie beispielsweise die Speicherung von Erdgas oder die Gewinnung von Erdwärme. Darüber hinaus dargestellt sind die durch das LBGR sowohl geologisch als auch genehmigungsrechtlich begleiteten Projekte und Aufgaben, die sich im Rahmen der Wiedernutzbarmachung bzw. Sanierung ehemaliger Braunkohlentagebaue ergeben. Vervollständigt wird die Karte mit einer Übersicht über die für die jeweiligen Projekte bergrechtlich verantwortlichen Unternehmen.

Angelika Seidemann und Hans-Georg Thiem



Kurzmitteilungen

Zum Gedenken an Dr. Klaus Erd

* 9. April 1933, † 27. Dezember 2012

Die Berliner und Brandenburger Geowissenschaftler trauern um ihren ehemaligen Kollegen und Freund Dr. Klaus Erd. Er verstarb nach langer Krankheit, nur wenige Monate vor seinem 80. Geburtstag, am 27. Dezember 2012 im Kreise seiner Familie in Berlin. Mit Klaus Erd verliert die Quartärforschung einen ihrer profiliertesten deutschen Pollenanalytiker der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Geboren wurde Klaus Erd am 9. April 1933 als Ältester von 5 Söhnen eines Lehrerehepaares in Aussig, heute Ustí nad Labem. Hier, im ehemaligen Sudetenland, besuchte er bis 1945 die Oberschule. Nach der Übersiedlung ins Nachkriegsdeutschland legte er am Wittenberger Melanchthon-Gymnasium sein Abitur ab und nahm im Jahre 1952 ein Biologie-Studium an der Pädagogischen Hochschule Potsdam auf. Unter der Leitung seines Lehrers, Prof. Dr. W. R. Müller-Stoll, hatte sich hier eine Gruppe engagierter Botaniker zusammengefunden, die in der traditionsreichen Gärtnerei des Parks von Sanssouci eine botanische Lehr- und Forschungsstätte aufgebaut hatte. Zuerst beteiligte sich Klaus Erd an den pflanzenphysiologischen Studien, bis er sich vornehmlich der Pollenanalyse und vegetationsgeschichtlichen Studien widmete. Die Pollenanalyse speziell quartärer Ablagerungen wurde über Jahrzehnte zum bestimmenden Element seines Berufslebens. Die große Vielzahl von Publikationen in nationalen und internationalen Zeitschriften sowie unzählige unveröffentlichte Untersuchungsberichte¹ sind dafür ein eindrucksvolles Zeugnis.

Mit seiner Staatsexamensarbeit „Über die bisherige botanische Erforschung des Paludinen-Interglazials und des Jungpleistozäns in Brandenburg“ schloss Klaus Erd sein Studium ab und nahm 1957 seine Tätigkeit als Pollenanalytiker im Geologischen Dienst Mitte in Berlin auf. Dies fiel in die Zeit, in der man in Brandenburg begonnen hatte, die wieder angelaufene Kartierung mit tiefen Bohrungen, u. a. zur Feststellung der Tiefenlage der Quartärbasis, zu unterstützen. Durch die weite Verbreitung quartärer Interglazialablagerungen gerade in der brandenburgischen Region bot sich ihm hier ein umfangreiches und interessantes pollenanalytisches Betätigungsfeld. Fördernde Unterstützung in geologischen Fragen erfuhr er dabei durch A. G. Cepek, woraus sich in den Folgejahren eine enge Zusammenarbeit zwischen beiden entwickelte. Zu Beginn seiner Arbeiten musste Klaus Erd allerdings feststellen, dass trotz der vielen Interglazialvorkommen im Brandenburgischen sich deren paläobotanische Untersuchung bis dahin im Wesentlichen



nur auf die Bestimmung der aufgefundenen Makroreste beschränkt hatte und nur ganz vereinzelt Ergebnisse zu Pollenanalysen vorlagen.

Die ersten pollenanalytischen Untersuchungen führten ihn in die Niederlausitz, nach Mühlrose/Sa., Kerkwitz bei Guben sowie nach Eichow und Kittlitz bei Lübbenau, wo bei Rohstoff-Erkundungsarbeiten organogene Bildungen erbohrt worden waren. Diese identifizierte er pollenanalytisch als Bildungen des Eem-Interglazials, teilweise in Überlagerung durch Interstadiale der Unteren Weichsel-Kaltzeit. Mit dem Richtprofil Kittlitz begründete Klaus Erd 1967 seine noch heute in Nordost- und Mitteldeutschland gültige vegetationsgeschichtliche Gliederung des Eem-Interglazials. Darüber hinaus wies er in dem überlagernden frühweichselzeitlichen Profilabschnitt jeweils drei stadiale und interstadiale Phasen nach. Außerdem führten seine Untersuchungen im Lausitzer Urstromtal zur Identifizierung weichselzeitlicher Interstadiale im oberen Talsandprofil, die nachfolgend für CEPEK (1965) gewichtiges Argument zur Ausgliederung einer fluviatilen weichselzeitlichen „Oberen Talsandfolge“ waren.

Anfang der 1960er Jahre wechselte Klaus Erd in das neu gegründete Zentrale Geologische Institut (ZGI) der DDR in der traditionsreichen Berliner Invalidenstraße 44, die bis 1939 Sitz der Preußischen Geologischen Landesanstalt war. In der Arbeitsgruppe Paläobotanik unter der Leitung von Dr. W. Krutzsch erweiterte sich sein Arbeitsfeld auch auf Gebiete außerhalb Brandenburgs und Ostberlins. Seine pollenanalytischen Arbeiten führten ihn daher auch nach Thüringen und Mecklenburg sowie nach Sachsen und Sachsen-Anhalt. Im thüringischen Voigtstedt untersuchte er in Zusammenarbeit mit A. Steinmüller die in den dortigen Abgrabungen aufgeschlossenen prä-elsterzeitlichen Schichtenfolgen und etablierte 1965 mit der Voigtstedt- und der Artern-Warmzeit zwei Interglaziale innerhalb des Cromer-Komplexes. Sie fanden nachfolgend Eingang in die Pleistozän-Gliederung für das Gebiet der DDR. Darüber hinaus beteiligte er sich mit pollenanalytischen Untersuchungen an

Arbeiten zur Festlegung der Plio-/Pleistozän-Grenze (AHRENS et al. 1968).

Immer wieder galt sein Interesse vor allem den brandenburgischen Interglazialen, so den für mittelbrandenburgische Verhältnisse sehr tief liegenden Holsteinprofilen, exemplarisch von Kremmen und Germendorf bei Oranienburg, sowie dem überregional wichtigen Profil von Neuruppin/Wuthenow (CEPEK & ERD 1975). Ganz besondere Aufmerksamkeit widmete Klaus Erd jedoch der 1961 abgeteufelten Kartierungsbohrung Pritzwalk in der Prignitz. Sie wurde für ihn zum wichtigsten Baustein seiner noch heute gültigen vegetationsgeschichtlichen Gliederung des Holstein-Interglazials, mit der er die alte Gliederung nach SZAFFER (1953) präziserte und erweiterte. Mit dem Richtprofil von Pritzwalk gelang es Klaus Erd, die hier über dem Holstein ohne Sedimentationsunterbrechung folgende limnisch-fluviatile Sequenz pollenanalytisch als kaltzeitlich zu identifizieren und mit der frühsaalezeitlichen Fuhne-Kälteschwankung in Sachsen-Anhalt zu korrelieren. Von besonderer quartärstratigraphischer Bedeutung ist die Erstbeschreibung der im Hangenden folgenden organogenen Serie als Ablagerung einer post-holsteinzeitlichen Warmzeit, die in die Zeit vor dem 1. Saaleeisvorstoß (Drenthe) einzuordnen ist. Für die beiden pollenanalytisch als kalt- bzw. warmzeitlich charakterisierten Abfolgen prägten Erd und vor allem Cepek die biostratigraphisch definierten Termini Fuhne-Kaltzeit (in Anlehnung an die Fuhne-Kälte-Schwankung) und Dömnitz-Warmzeit. Sie präsentierten sie erstmalig auf der DEUQUA-Tagung 1964 in Lüneburg und führten sie in die geowissenschaftliche Literatur ein (CEPEK 1967, ERD 1973). Inzwischen sind Fuhne-Kaltzeit und Dömnitz-Warmzeit als akzeptierte Zeiteintervalle des Unteren Saale-Komplexes Bestandteil Stratigraphischer Tabellen für das Quartär in Deutschland und das Profil Pritzwalk zum Para-Stratotyp für den Übergang Elster → Holstein und Holstein → Fuhne erklärt worden. Mit der Dissertation über die Holstein- und Dömnitz-Warmzeit im Richtprofil von Pritzwalk erfolgte 1972 seine Promotion zum Dr. rer. nat. an der Humboldt-Universität zu Berlin.

1963 bis 1967 und später noch einmal von 1980 bis 1983 war Klaus Erd Leiter der Arbeitsgruppe Paläobotanik am ZGI. Ab 1969 waren seine Arbeiten vornehmlich auf die DDR-weiten Arbeiten an der Lithofazieskarte Quartär (LKQ)1 : 50 000 ausgerichtet. Unter seiner fachlichen Anleitung standen ihm zur Bewältigung des großen Probenanfalls aus allen Regionalgebieten I. Fischer im ZGI sowie M. Seifert in Freiberg und E. Köhler in Halle unterstützend zur Seite. In Erinnerung geblieben sind viele gemeinsame Tagungsbesuche und Exkursionen, u. a. mit der LKQ-Themengruppe nach Thüringen (Voigtstedt) und in die Oberlausitz sowie auf die Inseln Hiddensee und Rügen. Hier am Kap Arkona auf Rügen erläuterte Klaus Erd den Exkursionsteilnehmern seine pollenanalytischen Ergebnisse der dort aufgeschlossenen Abfolge, die dann als viel diskutierte intra-saalezeitliche, sogenannte Rügen-Warmzeit über lange Zeit Bestandteil der von Cepek vertretenen Pleistozän-Gliederung in der DDR gewesen ist.

Während seiner Zeit beim ZGI war Klaus Erd in verschiedenen nationalen und internationalen wissenschaftlichen Gremien tätig und pflegte enge wissenschaftliche Kontakte und einen regen Erfahrungsaustausch vor allem mit sowjetischen und polnischen Palynologen. Kontakte allerdings zu Kollegen und Einrichtungen in der damaligen Bundesrepublik waren ihm, wie so vielen anderen ZGI-Kollegen auch, aus familiären Gründen weitestgehend verwehrt worden, und so musste er Behinderungen im Beruf und ebenso im persönlichen Leben hinnehmen. Nach dem Fall der Mauer überwand er sehr schnell seine Isolation und stellte verloren gegangene Verbindungen zu Pollenanalytikern in den alten Bundesländern, in Westberlin sowie in Westeuropa wieder her bzw. knüpfte sie neu. Mit eigenen Beiträgen nahm er von neuem aktiv an nationalen und internationalen Tagungen teil.

Die letzten Arbeitsjahre bis 1998 war Klaus Erd als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg in Kleinmachnow tätig. Mit vielen pollenanalytischen Untersuchungen, zumeist nur in Berichten dokumentiert, hat er die hier wieder aufgenommene Geologische Kartierung aktiv unterstützt; wertvoll vor allem seine Arbeiten in den Niederlausitzer Braunkohle-Tagebauen, die dazu beigetragen haben, die neue Sicht auf die dort aufgeschlossenen Quartärfolgen, insbesondere des Saale-Komplexes, zu festigen. Immer hatte er ein offenes Ohr für die Fragen der kartierenden Geologen und sich mehrmals auch selbst mit Hacke und Spaten an den Geländearbeiten beteiligt.

Klaus Erd war 54 Jahre mit seiner Frau Christel verheiratet, die er während des Studiums an der Pädagogischen Hochschule kennengelernt und 1958 geheiratet hatte. Er hat zwei Kinder, eine Tochter und einen Sohn, sowie einen Enkel. Während seines Ruhestandes konnte er sich dann wieder intensiv seiner Familie, seiner Liebe zur Natur und den Pflanzen widmen. Zahlreiche Reisen führten ihn mit seiner Frau in mehrere Länder Europas, was er sehr genoss. Seit seinem 75. Geburtstag belasteten ihn allerdings zunehmend schwere Erkrankungen. Alle Bemühungen um eine Verbesserung seines Gesundheitszustandes waren vergeblich. Längere Krankenhausaufenthalte verschlimmerten die Situation, so dass ab Januar 2012 die Unterbringung in einem Köpenicker Pflegeheim notwendig geworden war. Hier fand er eine fachgerechte, liebevolle Betreuung, und auch seine Familie war immer an seiner Seite.

Das Weihnachtsfest 2012 verbrachte Klaus Erd noch einmal im Kreise seiner Familie. Dann verließ ihn die Kraft, und nur einen Tag nach Weihnachten starb er, erlöst von seinen teuflischen Gebrechen.

Klaus, mach's gut – mit Deinen wissenschaftlichen Leistungen hast Du Dir bleibende Verdienste erworben, und auch in Zukunft wird niemand über das Quartär in Berlin und Brandenburg ohne Nennung Deines Namens schreiben können! Wir werden Dich als Freund und Kollegen in bester Erinnerung behalten!

Ausgewählte Schriften:

- AHRENS, H., BÜLOW, W. v., CEPEK, A. G., ERD, K., JÄHNICHEN, H., KRUTZSCH, W., LOTSCH, D., MAI, D. H. & A. STEINMÜLLER (1968): Zur Plio/Pleistozän-Grenze in der Deutschen Demokratischen Republik. – XXIII International Geological Congress **10**, S. 65 – 77, Prag
- CEPEK, A. G. (1965): Geologische Ergebnisse der ersten Radiokarbondatierungen von Interstadialen im Lausitzer Urstromtal. – *Geologie* **14**, 5/6, S. 625 – 657, Berlin
- CEPEK, A. G. & K. ERD (1975): Das Holstein-Interglazial im Raum Neuruppin - ein neues pollenstratigraphisches Richtprofil und seine quartärgeologische Bedeutung. – *Z. geol. Wiss.* **3**, 9, S. 1151 – 1178, Berlin
- ERD, K. (1960a): Die bisherige botanische Erforschung des Paludinen-Interglazials in Brandenburg. Beiträge zur Flora und Vegetation Brandenburgs 25. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Potsdam, Math.-Naturw. Reihe* **6**, 1/2, S. 59 – 68, Potsdam
- ERD, K. (1960b): Die bisherige botanische Erforschung des Jungpleistozäns in Brandenburg. Beiträge zur Flora und Vegetation Brandenburgs 26. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Potsdam, Math.-Naturw. Reihe* **6**, 1/2, S. 69 – 81, Potsdam
- ERD, K. (1960c): Das Eem-Interglazial von Kerkwitz-Atterwasch bei Guben. Beiträge zur Flora und Vegetation Brandenburgs 28. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Potsdam, Math.-Naturw. Reihe* **6**, 1/2, S. 107 – 118, Potsdam
- ERD, K. (1960d): Eem-interglaziale Pollendiagramme aus Südost-Brandenburg. – *Ber. Geol. Ges. DDR* **5**, 4, S. 344 – 345, Berlin
- ERD, K. (1965): Pollenanalytische Untersuchungen im Altpleistozän von Voigtstedt in Thüringen. – *Paläontolog. Abh. A* **II**, 2/3, S. 259 – 272, Berlin
- ERD, K. (1967): Eem-Warmzeit und Frühweichsel-Kaltzeit im Richtprofil Kittlitz bei Lübbenau (Niederlausitz). In: *Quartärforschung und angewandte Geologie in Brandenburg, Kurzrefer. u. Exk.-führer 7. Treffen Sekt. Quartärgeologie, DGGW in Berlin*, S. 12 – 13, Berlin
- ERD, K. (1972): Holstein- und Dömnitz-Warmzeit im Richtprofil von Pritzwalk/Prignitz. Ein Beitrag zur pollenanalytischen Gliederung des Mittelpleistozäns. – *Dissertation Humboldt-Universität Berlin*, 186 S., 9 Anl., 9 Taf., Berlin
- ERD, K. (1973): Vegetationsentwicklung und Biostratigraphie der Dömnitz-Warmzeit (Fuhne/Saale 1) im Profil von Pritzwalk (Prignitz). – *Abh. ZGI* **18**, S. 9 – 48 und VII – VIII, Berlin
- SZAFER, W. (1953): Stratygrafia plejstocenu w Polsce na podstawie florystycznej. – *Rocz. Pol. Tow. Geol.* **22**, S. 1 – 99, Kraków

Lothar Lippstreu
Jaqueline Strahl

1 Anmerkung der Redaktion: Das vollständige Schriften- und Berichtsverzeichnis von Klaus Erd sind als PDF bei der Redaktion der Brandenburgischen Geowissenschaftlichen Beiträge abrufbar. Beide werden nach Ablauf der zweijährigen Sperrfrist auch online verfügbar sein.

Prof. Dr. Peter Bankwitz verstorben



Am 23. Juni 2013 verstarb Prof. Dr. Peter Bankwitz kurz nach Vollendung seines 82. Lebensjahres. Große Anerkennung und Achtung erwarb er sich als Strukturgeologe, Tektoniker, Fernerkunder, Regionalkenner für Mitteleuropa, Geodynamiker, Methodenentwickler, kompetenter Leiter und Schulengründer, Impulsgeber, Komplexforscher ..., kurz: als Vollblutgeologe.

Peter Bankwitz hat Geologie nie nur als Spartenwissenschaft verstanden, sondern seine unbändige Neugier trieb ihn zu einem Komplexforscher im Humboldt'schen Sinn, der es verstand, seine Mitarbeiter mitzureißen. Das methodisch ebenfalls sehr vielschichtig aufgestellte Zentralinstitut für Physik der Erde an der Akademie der Wissenschaften der DDR bot ihm hierzu (für DDR-Verhältnisse) optimale Rahmenbedingungen. Die Anerkennung blieb nicht aus: Leiter der Abteilung Grundgebirge im Bereich Geologie, dann Bereichsleiter Geologie, Ernennung zum Professor für Geologie, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Auszeichnung mit dem Nationalpreis der DDR für Wissenschaft und Technik, Ehrungen durch geologische Fachgesellschaften etc.

Seine Forschungsergebnisse machten ihn schnell zu einem international anerkannten und gesuchten Gesprächspartner. Doch die volle Bandbreite der Verdienste um die Entwicklung der Geowissenschaften wird andernorts gewürdigt.

Peter Bankwitz zeigte gleichwohl auch großes Interesse an der häufig etwas im Schatten der globalen Geodynamik stehenden regionalen Geologie. Als brandenburgischem Geologen waren ihm intensive Kontakte zur Landesgeologie selbstverständlich. Vorträge im Rahmen der *Kleinmachnower Gespräche*, Exkursionsführungen insbesondere zur Mitteldeutschen Kristallinzone (die dank seiner Mitwirkung zur *Central European Crystalline Zone* wurde), Diskussionen am reichen Bohrkernbestand Brandenburgs und eine stets abrufbare Rolle als ein versierter Gesprächspartner belegen sein fortwährendes Interesse an den regionalgeologischen Gegebenheiten Brandenburgs auch (und besonders) nach dem Ende der beruflichen Tätigkeit.

Eine Würdigung von Prof. Dr. Peter Bankwitz wäre jedoch ohne einen Verweis auf seine wichtigste Partnerin und Ehefrau Elfriede Bankwitz, ebenfalls Geologin, unvollständig. Dieses konstruktive und ergebnisreiche gemeinsame Wirken wird uns lange unvergesslich bleiben. Die Geologie Brandenburgs hat einen Freund verloren.

Werner Stackebrandt, Potsdam

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 die Schriftsätze „Times New Roman“ oder „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 CS3 (.ai), Corel-Draw X4 (.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, SCHWAB et al. (1977)

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

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.	Standicherheit 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

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)

Landkreise Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz; Landkreis Teltow Fläming; Landkreis Uckermark; Landkreis Potsdam-Mittelmark, kreisfreie Stadt Potsdam, kreisfreie Stadt Brandenburg a. d. Havel; Landkreis Havelland; Landkreis Spree-Neiße; Landkreis Dahme-Spreewald; Landkreis Prignitz; Landkreis Ostprignitz-Ruppin; Landkreis Oberhavel; Berlin; 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 verfügbar.
Ein vollständiges Vertriebsverzeichnis können Sie im LBGR anfordern.

Zu beziehen über:

Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg,

Vertrieb: Telefon: (0355) 48640-0, Telefax: (0355) 48640-510

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

