LANDESAMT FÜR BERGBAU, GEOLOGIE UND ROHSTOFFE BRANDENBURG

1/2
2014

Brandenburgische
Geowissenschaftliche Beiträge

Rohstoffbericht Brandenburg 2014

Rohstoffnutzung und Wiedernutzbarmachung

Titelbilder (von links oben/unten nach rechts)**:**
Glazigen deformiertes Tertiär im Tagebau Cottbus-Nord
Glazigenic disturbed tertiary sediments in lignite open cast mine Cottbus-Nord

Foto: U. MÜNCH, 12.03.2007

Schaufelradbagger 1519 SRs 6300 im Vorschnitt des Tagebaus Welzow-Süd
Bucket wheel excavator 1519 SRs 6300 in the precut of the lignite open cast mine Welzow-Süd

Foto: A. SONNTAG, 07.01.2006

Bohranlage im Feld Reudnitz zur Erkundung eines Erdgasvorkommens
Drill unit for exploration of natural gas in the Reudnitz concession

Foto: Bayerngas GmbH, 04.09.2014

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

Rohstoffbericht Brandenburg 2014

Rohstoffnutzung und Wiedernutzbarmachung

Cottbus 2014

	INHALT	CONTENTS	Seite
Klaus Freytag	Vorwort	Foreword	3
Michael Göthel & Norbert Hermsdorf	Überblick zur regionalgeologischen Situation im Land Brandenburg einschließlich Berlin	Overview of the regional-geological situation in the state of Brandenburg including Berlin	5 – 18
Michael Göthel	Stratigraphie von Brandenburg 2014	Stratigraphy of the state of Brandenburg 2014	19 – 22
Dirk Zorn	Das Geowissenschaftliche Archiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg in Cottbus	The geological archive of the Geological Survey of Brandenburg in Cottbus	23 – 26
Michael Göthel	Das Bohrkern- und Probenarchiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg in Wünsdorf – die Lithothek zur Rohstoffsicherung Brandenburgs	The drill core and sample archive of the Geological Survey of Brandenburg in Wünsdorf – the lithological library for the securing of raw materials in the state of Brandenburg, Germany	27 – 30
Karina Pulz & Jürgen Hackl	Zum rechtlichen Rahmen der Rohstoffsicherung und -gewinnung im Land Brandenburg	About legal conditions for saving and digging mineral resources in the state of Brandenburg	31 – 36
Wolfgang Buckwitz & Heike Redlich	Braunkohlenbergbau im Land Brandenburg	Lignite mining in the state of Brandenburg	37 – 52
Holger Vöhl & Uwe Neumann	Der Sanierungsbergbau im Land Brandenburg	The mining rehabilitation in the state of Brandenburg	53 – 62
Elke Wetzel	Oberflächennahe Steine- und Erden-Rohstoffe im Land Brandenburg	Pit and quarry raw materials in the state of Brandenburg (Germany)	63 – 104
Thomas Höding	Nutzung und Potenziale des tiefen Untergrundes in Brandenburg, Teil 1: Kohlenwasserstoffe, tiefliegende feste mineralische Rohstoffe, Speicherpotenziale	Use and potential of the deep underground in the state of Brandenburg, part 1: hydrocarbons, deep-seated raw materials, storage potential	105 – 128
Michael Göthel	Nutzung und Potenziale des tiefen Untergrundes in Brandenburg, Teil 2: Erdwärme-Erschließung durch Systeme der Tiefen Geothermie, Wärmespeicherung und Thermalsolegewinnung	Use and potential of the deep underground in the state of Brandenburg, part 2: Development of the geothermal energy by deep geothermal systems, storing of thermal energy, and usage of the thermal brine	129 – 138
Klaus Göttlich	Endgültig stillgelegter Braunkohlentiefbau in Brandenburg	Abandoned lignite underground mining in the state of Brandenburg	139 – 148

Vorwort

Brandenburg ist Rohstoffland, davon zeugt der vorliegende Rohstoffbericht 2014.

Insbesondere mit der Bereitstellung von Braunkohle leistet das Land Brandenburg einen bedeutenden Beitrag zur dauerhaften sicheren und preisverträglichen Energieversorgung. Die Brandenburger Energierohstoffe sind wichtiger Baustein auf dem Weg der Energiewende.

Die oftmals als „Streusandbüchse“ bezeichnete Mark beherbergt wertvolle mineralische Rohstoffe, die die Basis für Produktion und Innovation im Bereich der Grundstoffindustrien sichert. Mit weit über das Land verbreiteten hochwertigen Bausand- und Kiesvorkommen werden ortsnah Infrastrukturmaßnahmen oder Weiterverarbeitungsbetriebe versorgt. Gute logistische Anbindungen gestatten, hochwertige Sande weit über unsere Landesgrenzen hinaus zu vermarkten. Tone und Spezialtone finden vielfältigste Anwendungen im Bereich der Dachsteinindustrie, im Hoch- und Tiefbau sowie in der chemischen Industrie.

Das Land Brandenburg ist Kreuzungspunkt bedeutsamer europäischer Energieversorgungsleitungen. An diesen Kreuzungspunkten gelegene Speicherpotentiale für Erdgas gestatten eine bedarfsgerechte Verteilung von Energieströmen aus diesem Netz.

Das Wissen über die Rohstoffpotenziale, ihre räumliche Ausdehnung, Qualität und Gewinnbarkeit und nicht zuletzt den Umfang der Vorräte ist grundlegende Voraussetzung für einen nachhaltigen Umgang mit unseren heimischen Ressourcen.

Das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) übernimmt hier mit der Inventarisierung und Öffentlichkeitsmachung dieser, unserer Potenziale eine Schlüsselaufgabe.
Im Geologischen Dienst Brandenburg wird angefangen von der Erhebung der rohstoffgeologischen Grundlagen, über die Aufarbeitung der Daten bis hin zur Verfügbarmachung gemäß europäischer Standards der Boden für die anschließende politische und wirtschaftliche Entscheidung bereitet. Die rohstofflichen Genehmigungsverfahren werden in den Fachabteilungen erarbeitet und in Abstimmung mit vielen anderen Behörden, Akteuren und der Öffentlichkeit im Land beschieden. Das LBGR stellt damit sicher, dass Investoren und wirtschaftlichen Aktivitäten der Weg für eine positive Zukunft bereitet wird. Gerade die mittelständisch geprägte Rohstoffindustrie findet im Land Brandenburg die erforderliche Planungssicherheit und die öffentliche Akzeptanz für ihre Vorhaben.

Der Rohstoffbericht Brandenburg 2014 erweitert gegenüber dem Bericht des Jahres 2007 seine Inhalte um die Themen des stillgelegten Bergbaus (Altbergbau), die vielfältigen Aktivitäten der Braunkohlesanierung im Süden des Landes und die national wie international wahrgenommenen Erfolge in der Wiedernutzbarmachung. Im Bereich der rohstofflichen Datenvorhaltung werden die Modernisierungen in Form der digitalen Datenaufbereitung und Verfügbarmachung beschrieben. Aktuell berücksichtigt der Rohstoffbericht 2014 besonders die neuen Aktivitäten und Potenziale der Erdöl- und Erdgasexploration.

Der Rohstoffbericht 2014 reiht sich nahtlos in die Strategien der Europäischen Union (EU) sowie des Bundes zur Verbesserung und Nachhaltigmachung der Rohstoffversorgung der Gesellschaft ein.

Wir hoffen, mit dem Rohstoffbericht 2014 ihr Interesse am Rohstoffland Brandenburg zu wecken, das LBGR steht ihnen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zur Verfügung.

Mit bestem Gruß und Glück auf

Dr. Klaus Freytag
Präsident
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 5 – 18	6 Abb., 51 Zit.

Überblick zur regionalgeologischen Situation im Land Brandenburg einschließlich Berlin

Overview of the regional-geological situation in the state of Brandenburg including Berlin

Michael Göthel & Norbert Hermsdorf

1 Grundgebirge

Brandenburg ist Bestandteil des variszisch konsolidierten Teil Europas (Abb. 1), das im Karbon als Folge der Kontinent-Kontinent-Kollision Gondwana – Laurussia (Laurentia – Baltica – Avalonia) vor etwa 345 bis 320 Millionen Jahren unter Subduktion des Rheischen Ozeans und Entstehung der variszischen Gebirgskette gebildet wurde (siehe Einlegeblatt zum nachfolgenden Beitrag M. Göthel in diesem Heft). Die Krustennaht bzw. Suturzone wird u. a. durch die Mitteldeutsche Kristallinzone repräsentiert (Zeh & Will 2010). Daran ist der Kupfergürtel Europas gebunden, wozu auch die **polymetallische Erzlagerstätte Spremberg** gehört. Postvariszische hydrothermale und tektonische Prozesse führten in der Umgebung kohlenstoffreicher Schwarzschiefer zur zonalen Anreicherung von Kupfer, Silber und anderen Edelmetallen in Abhängigkeit ihres Standardelektronenpotentials.

Die ältesten Gesteine Brandenburgs befinden sich im Südosten und gehören zum Lausitzer Block des Saxothuringikums, einem Krustenteil des Randes von Gondwana (Perigondwana, Linnemann et al. 2014). Es sind turbiditische Grauwacken, die als Lausitz-Gruppe zusammengefasst und östlich Senftenberg im **Hartgesteinstagebau Koschenberg** zur Schotter- und Splittverwertung abgebaut werden (Details zu den Steine- und Erden-Rohstoffen in Brandenburg vgl. Beitrag E. Wetzel in diesem Heft). Altersdatierungen von 555 und 543 Millionen Jahren (Linnemann et al. 2004, 2010) belegen ihre Einordnung ins Ediacarium des Neoproterozoikums und jüngsten Ober-Proterozoikums*. In diese Grauwacken intrudierten vor 542 Millionen Jahren, hauptsächlich ab dem Unterkambrium und bis vor 539 Millionen Jahren (Linnemann et al. 2004, 2010) die Lausitzer Granodiorite, die in der sächsischen Oberlausitz abgebaut werden und vor allem als Pflastersteine, Gehwegplatten und Fassaden auch in Brandenburg Verwendung finden. Dieses magmatische Ereignis beendete die cadomische Vorkonsolidierung des Lausitzer Blocks, bevor er im Karbon in die variszische Gebirgsbildung mit einbezogen wurde. Im Bereich der fiederartig zergliederten SW–NE verlaufenden Doberluger und Plieskendorfer Störungszone (Göthel & Grunert 1996), die das nördlich an den Lausitzer Block anschließende Torgau-Doberlug-Synklinorium queren, sind die Grauwacken der Lausitz-Gruppe mit der Rothstein-Formation, die ebenfalls im Ediacarium gebildet wurde, durch Seitenverschiebung segmentartig verschuppt. Sie wird von schwarzen Kieselgesteinen charakterisiert, aus denen der Rothsteiner Felsen nördlich Bad Liebenwerda besteht. Zusammen mit Mafiten, Grauwacken-Turbiditen und Schwarzschiefern bilden sie als Melange das cadomische Fundament des Torgau-Doberluger Synklinoriums. Die Schwarzschiefer der Rothstein-Formation gaben wegen der Kohlenstoffaffinität des Urans Anlass zu einer umfangreichen Erkundung durch die SDAG Wismut. Darüber folgt im Torgau-Doberlug-Synklinorium das u. a. Kalkstein führende Unterkambrium (Zwethau-Formation, Heuse et al. 2010), gefolgt von durch Quarzit-Schichten gekennzeichnetem Mittelkambrium. Im Zentrum des Synklinoriums lagert darüber Unterkarbon, welches die **Steinkohlen-Lagerstätte Doberlug-Kirchhain** beinhaltet (Details zu den Rohstoffen des tieferen Untergrundes in Brandenburg vgl. Beitrag T. Höding in diesem Heft). Unter dem flözführenden Gebirge treten Kalkgrauwacken auf, die nach Osten in die so genannten „Kohlenkalke“ übergehen. Südöstlich der Plieskendorfer Störungszone kennzeichnen diese schwarzen Kalksteine das Unterkarbon im östlichsten Teil des Synklinoriums.

Die Begrenzung des Torgau-Doberlug-Synklinoriums im Norden durch die Südliche Phyllitzone als Teil der Mitteldeutschen Kristallinzone (Kopp, Bankwitz & Köhler 2001) wird durch SW–NE verlaufende und fiederartig angeordnete Störungszonen (Göthel & Grunert 1996) segmentiert. Dazu gehören von West nach Ost die Züllsdorfer, die Herzberger und die Drehnaer Störung. Ein solches Segment wird durch den Gabbro von Züllsdorf eingenommen, dessen Altersdatierung von 491 Millionen Jahren (Hammer-

* Zum aktuellen Stand der Stratigraphie Brandenburgs siehe Einlegeblatt zum nachfolgenden Beitrag M. Göthel in diesem Heft

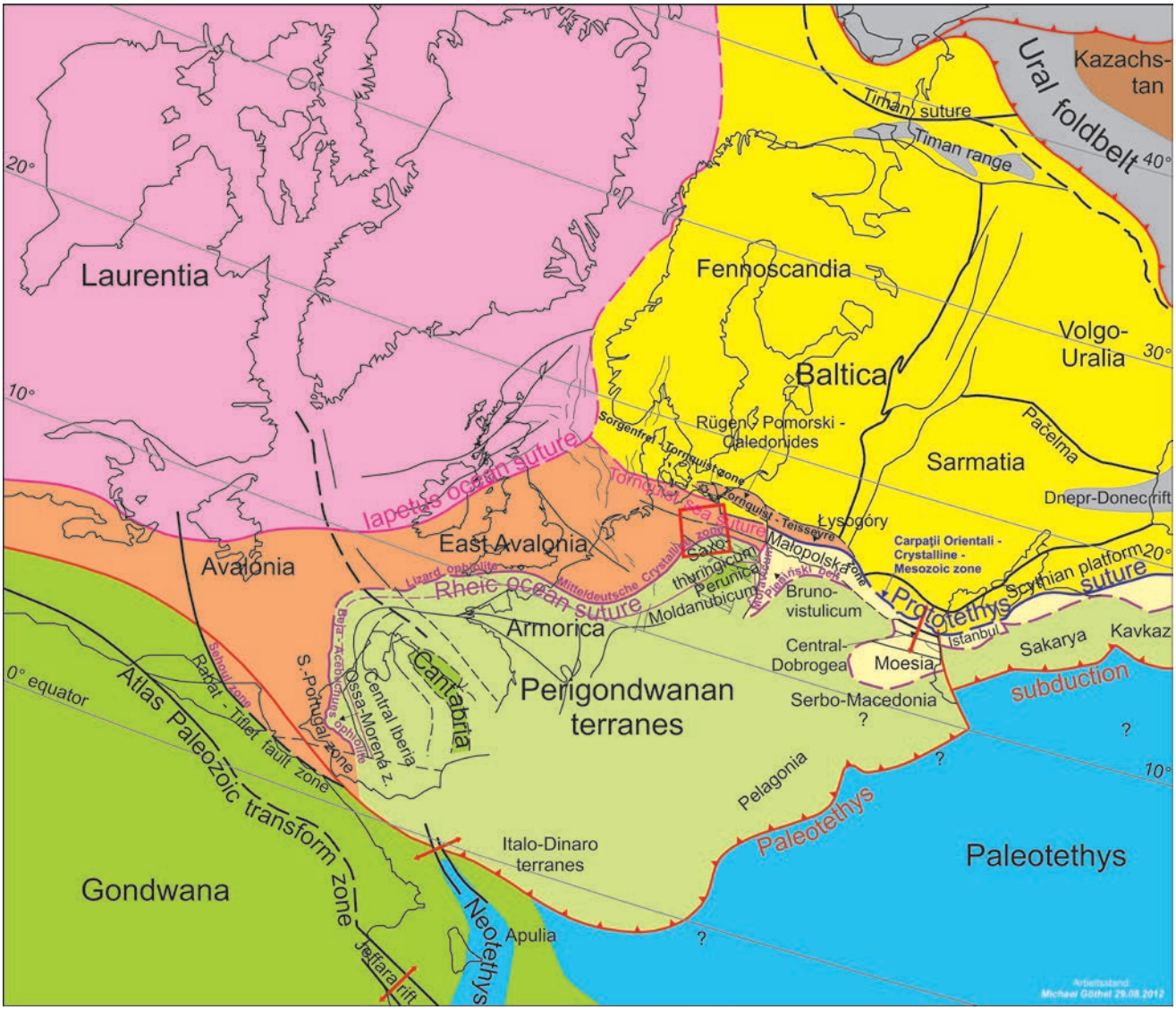


Abb. 1: Geotektonische Situation Europas im Ober-Perm:
Position der kontinentalen Krustenplatten, paläozoisch akkretionierter Terranes und Interpretation des Verlaufes der sie begrenzenden Suturzonen sowie Lage der sich schließenden Paläotethys und der sich öffnenden Neotethys (rotes Rechteck – Position Brandenburgs)

Fig. 1: Upper Permian geotectonic Situation of Europe:
Position of the different continental crustal plates, Paleozoic accretionary terranes, and interpretation of their collisional sutur direction as well as area of the closuring Paleotethys and opening Neotethys (according to Adamia et al. 2011, Gee et al. 2008, Hoepffner, Soulaimani & Pique 2005, Kalvoda et al. 2008, Munteanu & Tatu 2003, Pharao & TESZ Project Core Group 2000, Ribeiro et al. 1996, Ruban, Al-Husseini & Iwasaki 2007, Stampfli & Borel 2002, Szaniawski 2008, Vaida, Seghedi & Verniers 2005, Valverde-Vaquero et al. 2000, Ziegler 1990; red rectangle – position of the state Brandenburg)

schmidt, Kopp & Haucke 2003) einen Zusammenhang mit dem Riftereignis nahelegt, welches zur Abspaltung Avalonias von Gondwana und zur Öffnung des Rheischen Ozeans im Ordovizium führte (Kroner & Romer 2013). Weitere Segmente der Südlichen Phyllitzone werden durch die Drehna-Gruppe repräsentiert, in der Hillmersdorfer Phyllite, Drehnaer Quarzphyllite und intermediäre bis saure Vulkanite der Beesdau-Formation zusammengefasst werden. Ihre Altersdatierung von 488 Millionen Jahren (Bankwitz, Bankwitz & Kopp 2001) trägt dazu bei, sie ebenfalls dem Riftereignis am Rand Gondwanas zuzuordnen. Die Andockung Avalonias an Baltica unter Schließung und Subduktion des Tornquist-Meeres erfolgte im späten Ordovizium, vor ca. 450 Millionen Jahren. Daran schloss sich im Silur die Subduktion des Rheischen Ozeans unter Avalonia und Baltica (Osteuropäischer Kraton) an. Im späten Silur ereignete sich währenddessen die Kollision Balticas einschließlich des angedockten Avalonias mit Laurentia (Nordamerikanischer Kraton) unter Schließung des Iapetus-Ozeans. Mit Entstehung des Rhenoherzynischen Meeres, unter Aus-

dünnung der Kruste Ost-Avalonias vor 420 Millionen Jahren und hauptsächlich im Devon, erfolgte die Bildung eines Magmatischen Bogens am Rand Saxothuringikums, aus dem auch der brandenburgische Anteil der Mitteldeutschen Kristallinzone im Unterkarbon hervorging. Davon zeugt die Intrusion der Edukte des Orthogneises von Luckau vor 350 Millionen Jahren (Bankwitz, Kopp & Ehling 2001). Die Intrusion des Plutonit-Komplexes von Pretzsch-Prettin zwischen 336 und 327 Millionen Jahren, zu dem in Brandenburg die intermediären bis sauren Plutonite des Annaburger und Schönewalder Aufbruchs gehören, erfolgte nach der Metamorphose der Orthogneise von Luckau und wird auf die Krustenzerscherung infolge der Transformbewegung zwischen Mitteldeutscher Kristallinzone und Saxothuringikum (Kroner & Romer 2013) zurückgeführt.

Südsüdwestlich grenzt das Görlitzer Schiefergebirge mit der Innerlausitzer Störung als Teil der Innersudetischen Hauptverwerfung an den Lausitzer Block und befindet sich bereits in der sächsischen Lausitz. Nur seine nordwestliche schmale Fortsetzung am Lausitzer Hauptabbruch reicht bis südlich Welzow in die brandenburgische Lausitz hinein. Hauptsächlich wird es von einem variszischen Akkretionskomplex aufgebaut (Göthel 2001). Er wurde vor der Mitteldeutschen Kristallinzone infolge Subduktion basaltischer Kruste und Aufschuppung darauf abgelagerter tiefmariner Ablagerungen (insbesondere Schwarzschiefer, Kieselschiefer und Hornsteine bzw. Cherts des Silurs und Devons) aufgestapelt (Göthel 2001). Dabei wurden auch Segmente der subduzierten Kruste eingeschuppt, was unter Hochdruckmetamorphose entstandene Blauschiefer (Wajsprych & Achramowicz 2003) belegen. Ebenso beinhaltet er seine eigenen Abtragungsprodukte aus dem Ordovizium bis Unterkarbon, wovon Olistholithe, ihre Wildflysch-Matrix und Karbonatturbidite (z. B. vom ehemaligen Steinbruch Geiersberg bei Kunnersdorf) sowie kompositionell hoch reife Quarzite (z. B. vom ehemaligen Steinbruch Horscha) zeugen. Während der Kollision Gondwanas mit Laurussia erfolgte die Einbeziehung der Schelfablagerungen vor dem perigondwanischen Lausitzer Block in eine nun transtensional fortgeführte Stapelung. Dazu ist das Unterkambrium aus den ehemaligen Kalksteinbrüchen von Kunnersdorf und Ludwigsdorf (Charlottenhof-Formation, Heuse et al. 2010), der autochthone Ordovizium- und Silur-Anteil (Göthel 2001) sowie die so genannten „Kohlenkalke“ des Unterkarbons von Förstgen zu zählen. Das Restbecken am Nordrand des Lausitzer Blocks wurde schließlich vom Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat im Unterkarbon aufgefüllt. Es ist vergleichbar mit dem Lydit-Grauwacken-Konglomerat der Werenzhain-Schichten, welches im Torgau-Doberlug-Synklinorium das Hangende des Steinkohlenflöz führenden Unterkarbons von Doberlug-Kirchhain bildet. Nur zeigt die Plättung seiner Gerölle die Einbeziehung des Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerates mit in die variszische Transtensionsdeformation an der Innerlausitzer Störung. Ebenso wie das Kambrium und Unterkarbon des Torgau-Doberlug-Synklinoriums blieb der Dubrau-Quarzit, der als Erosionsrest der Schelfablagerungen des Ordoviziums bereits südlich der Innerlausitzer Störung auf den neoproterozoischen Grauwacken des Lausitzer Blocks lagert, infolge ihrer cadomischen Vorkonsolidierung weitestgehend von der variszischen Deformation verschont.

Während der Kupferschiefererkundung wurden als älteste Ablagerungen bei Spremberg schwarze Schiefer erbohrt, die wegen ihrer Spurenfossilien vergleichbar mit dem unterkarbonen „Kulm“-Dachschiefer von Wurzbach in der Frankenwälder Querzone Thüringens sind. Sie befinden sich bereits nordöstlich des Lausitzer Hauptabbruchs, der das Görlitzer Schiefergebirge nordnordöstlich begrenzt. Demzufolge wurden sie im Unterkarbon zwischen Akkretionskomplex und Mitteldeutscher Kristallinzone abgelagert. In der oben bereits erwähnten Seitenverschiebungszone zwischen Lausitzer Block und Torgau-Doberlug-Synklinorium sind auch schwarze Schiefer des Unterkarbons erbohrt worden, die eine Verbindung zwischen Spremberg und der thüringischen Entwicklung des Unterkarbons nahe legen. Ebenso wurden schwarze Schiefer in der westlichen Prignitz ab 5264 m Teufe erbohrt. Diese wurden in der flyschoiden Stillwasserfazies des variszischen Vortiefenbeckens im jüngsten Visé, hauptsächlich im Namur A und bis ins Namur B reichend abgelagert (Hoth et al. 2005). Sie sind faziell vergleichbar mit denen, die bei Hundisburg (Paech, Kampe & Weyer 2001) im Flechtingener Höhenzug zusammen mit turbiditischen Grauwacken des variszischen Falten- und Überschiebungsgürtels zu Tage treten. Solche Schwarzschiefer wurden in den letzten Jahren wegen ihres hohen organischen Kohlenstoffanteils auf **Schiefergas-Führung** untersucht. Bisher konnten keine wirtschaftlich nennenswerten Mengen in Brandenburg nachgewiesen werden.

2. Tafeldeckgebirge

2.1 Übergangsstockwerk

Der überwiegende Anteil Brandenburgs befindet sich im Bereich der Norddeutsch-Polnischen Senke. Derartig große Sedimentbecken stellen weltweit – auch in Brandenburg – die größten Rohstoff- und Nutzpotenziale dar. Von den Potenzialen sind nicht nur Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas, Salze, Erze und Braunkohle gewinnbar, sie bieten auch Möglichkeiten zur Anlage von Kavernen für die Speicherung von Erdgas und weiteren Stoffen. Darüber hinaus ist aus derartigen Becken Erdwärme mit unterschiedlichen geothermischen Systemen nutzbar.

Die Norddeutsch-Polnische Senke bildete sich aus dem Vortiefenbecken vor dem Falten- und Überschiebungsgürtel des variszischen Gebirges im Perm heraus. Ihre Füllung besteht dementsprechend immer wieder aus dem aufgenommenen und wiederholt umgelagerten Abtragungsschutt des südlich angrenzenden variszischen Gebirges. Extension und Seitenverschiebungen parallel zu Baltica führten an der Wende vom Karbon zum Perm zur Bildung einer Vielzahl kleinräumiger Becken und Vulkane. Während diese Becken zunächst an den Rändern von Vulkanauswürfen aufgefüllt

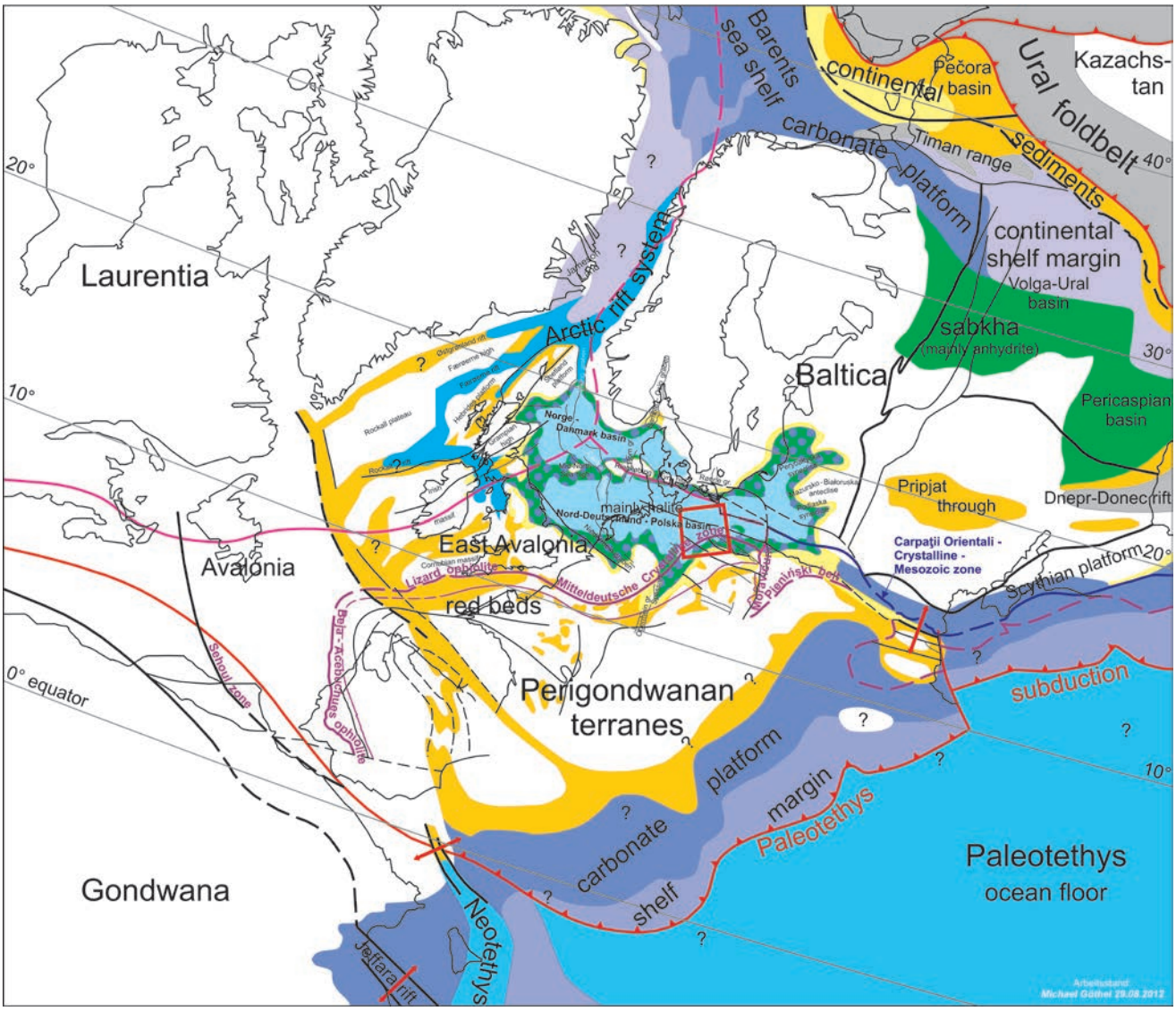


Abb. 2: Paläogeographische Situation Europas im Ober-Perm:
Position des Germanischen Zechstein-Beckens, des Arktischen Rift-Systems und Schelfs sowie weiterer Ablagerungsgebiete mit ihren hauptsächlichen Ablagerungsmilieus sowie geotektonisch akkretionierten und aktiven Zonen (rotes Rechteck – Position Brandenburgs)

Fig. 2: Upper Permian paleogeographic Situation of Europe:
Position of the Germanic Zechstein basin, the Arctic rift system and continental shelfs, and further depositional areas with their mainly environments as well as geotectonical accretionary and active zones (according to Adamia et al. 2011, Gee et al. 2008, Hoepffner, Soulaimani & Pique 2005, Kalvoda et al. 2008, Munteanu & Tatu 2003, Pharao & TESZ Project Core Group 2000, Ribeiro et al. 1996, Ruban, Al-Husseini & Iwasaki 2007, Stampfli & Borel 2002, Szaniawski 2008, Vaida, Seghedi & Verniers 2005, Valverde-Vaquero et al. 2000, Ziegler 1990; red rectangle – position of the state of Brandenburg)

wurden, entwickelten sich in deren Beckenzentren auch Seen. Seeablagerungen konnten sich außerdem in Calderen während der letzten Entwicklungsphase von Vulkanen bilden. Die mehrere Kilometer mächtig werdenden kontinentalen Vulkanite prägen das Unterrotliegend und bilden praktisch das Fundament der sich darüber entwickelnden Norddeutsch-Polnischen Senke. Aus Tiefen von über 4 km können sie wie bei Groß Schönebeck nördlich Berlins mit Stimulierten Geothermalen Systemen zur **Gewinnung von Erdwärme** genutzt werden (Details zur Erdwärmeerschließung vgl. Beitrag M. Göthel in diesem Heft). Ab dem Mittel-Perm setzte der Ausgleich des durch Vulkane geprägten Reliefs ein. Mit Beginn der Sedimentation der Elbe-Subgruppe im Oberrotliegend II (Schneider et al. 2014) war das Relief weitestgehend ausgeglichen. Im Zentrum der Norddeutsch-Polnischen Senke konnte sich anschließend ein weiträumiger See bilden, der durch Ingressionen aus dem Arktischen Riftsystem (Abb. 2) immer wieder nach Ein-

dampfungsphasen, Sabkha- und Dünen-Bildungen geflutet wurde. Insbesondere an die Dünensande des Oberrotliegend II (Büste-Sandstein, Elbe-Basissandstein) sind die **Erdgas-Lagerstätten und Vorkommen** der Altmark und Brandenburgs gebunden.

Die Begrenzung der Norddeutsch-Polnischen Senke im Süden zu den Mittelgebirgen erfolgt mit den fiederartig angeordneten und etwa NW–SE verlaufenden Mitteldeutschen Hauptabbrüchen bruchtektonisch und quert den Süden Brandenburgs. Dazu zählen in Brandenburg von West nach Ost die Schweinitzer Störungszone, die Schönewalder Störungszone, die Innerlausitzer Störung, der Lausitzer Hauptabbruch, die Wünsdorfer Schwereflanke, die Groß Köris-Dissen-Merzdorfer und die Guben-Fürstenwalder Störungszone (Göthel & Grunert 1996). Sie prägen bereits die Oberfläche des Rotliegenden und wurden bis in die Elster-Kaltzeit immer wieder reaktiviert.

2.2 Salinarstockwerk

Die erste, länger andauernde Prägung der Norddeutsch-Polnischen Senke infolge Meeresüberflutungen und Eindampfungen führte zur Bildung des Zechsteinsalinars im Ober-Perm (Göthel 2012a, Abb. 2), welches ihr Salinarstockwerk bildet. Das Fließen der Salze ab 600 m Gebirgsdruck und einer Schräglage größer 2° – meist initiiert durch Bruchtektonik bzw. Erdbeben – führte einerseits zur Bildung von Intrasalinarstrukturen und andererseits zur Bildung von Salzkissen, Salzstöcken und Salzdiapiren. An diese Strukturen können Fallenbildungen für Kohlenwasserstoffe geknüpft sein. Während in Brandenburg die wirtschaftlichen **Erdöl-Vorkommen** ausschließlich an die Intrasalinarstrukturen (Ziegenhardt 1976a, 1976b) des Staßfurtkarbonats geknüpft sind, sind sie beispielsweise im benachbarten Niedersachsen auch an Salinarstrukturen im Suprasalinarstockwerk zu finden. Salinarstrukturen können wie am Beispiel des Salzkissens Rüdersdorf auch zur **Kavernenspeicherung von Erdgas** genutzt werden.

Die bruchtektonische Aktivität der Mitteldeutschen Hauptabbrüche zusammen mit etwa SW–NE verlaufenden Querstörungen ist auch für die Faziesdifferenzierung im unteren Zechstein verantwortlich und umfasst zumindest noch die des Staßfurtkarbonates (Göthel 2012a). Infolge NW–SE gerichteter Seitenverschiebung wechseln in ihrem Strukturinventar und unter ihrem Regime fiederartig angeordnete Kippschollen einander ab, die an einem Ende gehoben und am anderen Ende gesenkt sind. Ebenso können die dazwischen befindlichen Leistenschollen gekippt sein, die den buchtenförmigen Verlauf einer Karbonatsandbarre prägen. Diese Ablagerung eines Meeresspiegelhochstandes (siehe Einlegeblatt zum nachfolgenden Beitrag M. Göthel in diesem Heft) trennt während der Ablagerung des Staßfurtkarbonates faziell die Karbonatplattform von der Hang- und Beckenentwicklung und ist oft als Speichergestein ausgebildet. Weiter kann sich die Karbonatsandbarre auf dem herausgehobenen Schollenteil sporn- oder inselartig in Richtung Becken nach Nordwesten oder Nordnordwesten fortsetzen und damit eine besondere Fallenstruktur bilden. Inselförmige und beckenwärts vorgelagerte Fallen im Staßfurtkarbonat-Speicher können andererseits aber auch aus umgelagerten Karbonaten gebildet worden sein, die während der folgenden Phase des Meeresspiegelniedrigstandes auf der Plattform abgetragen, umgelagert und am Plattformhang als Karbonatkeil (carbonatic lowstand wedge) wieder abgesetzt wurden.

2.3 Suprasalinarstockwerk

Das Suprasalinarstockwerk der Norddeutsch-Polnischen Senke wird von den Sedimenten aufgebaut, die über dem Zechsteinsalinar abgelagert wurden. Sie umfassen Sedimente des jüngsten Ober-Perms (Zechsteinletten und Bröckelschiefer), des Mesozoikums (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias, Dogger, Malm und Kreide) und des Känozoikums (Tertiär bzw. Paläogen und Neogen sowie Quartär, siehe Einlegeblatt zum nachfolgenden Beitrag M. Göthel in diesem Heft). Ihre Lagerung wird im Zentrum der Norddeutsch-Polnischen Senke mehr durch die Bildung der Salinarstrukturen, an ihren Rändern jedoch durch die Bruchtektonik, im Süden durch die der Mitteldeutschen Abbrüche geprägt.

Im Mesozoikum prägen Salinarbildungen den Oberen Buntsandstein, den Mittleren Muschelkalk, im Unteren und Oberen Gipskeuper den Mittleren Keuper sowie lokal den Obermalm. Zusammen mit mächtigen tonigen Ablagerungen können sie als Barriere die Grundwasserleiter bzw. Aquifere begrenzen. In Brandenburg werden Sandstein-Aquifere (Göthel 2006) als **Erdgasspeicher** und bei Tiefen über 1 km zur **Erdwärmegewinnung mit hydrothermalen Systemen** genutzt. Während die Sandsteine im Buntsandstein und Unteren Keuper im Süden Brandenburgs hauptsächlich noch vom Abtragungsschutt des variszischen Gebirges stammen, ist ihre Herkunft in der Solling-Formation auf Grund ihrer Mächtigkeit im Norden aus Baltica anzunehmen und im Mittleren Keuper (Schilfsandstein) und Oberen Keuper (Rhätsandsteine) aus Baltica erwiesen. Im Jura können sie eisenhaltige Ooide führen. Die Zunahme dieser Ooide in z. T. kalkigen Sand- und Schluffsteinen des Bathons und Untercallovs war Anlass zur **Eisenerz-Erkundung in der Prignitz**. Karbonate prägen vor allem den Muschelkalk, der über dem Salzkissen Rüdersdorf zu Tage tritt und dort im **Kalksteintagebau Rüdersdorf** abgebaut wird. Jüngere Karbonate treten zusammen mit Siderit-Ooiden im Dogger, vor allem aber im Malm auf.

Wie die Ablagerungen des Malms sind die der Unterkreide-Ablagerungen vorwiegend in Salzabwanderungssenken Nordbrandenburgs bis südlich Berlins erhalten geblieben. Vor allem sind in der Prignitz die vollständigsten Profile zu finden. Insbesondere dort sind sie nicht durch das Fallen des Meeresspiegels und bei folgenden Transgressionen gleich

wieder abgetragen worden. Andererseits dringen die Transgressionen der Unterkreide erst im Oberalb am weitesten nach Südosten bis nordwestlich Guben vor (Göthel 2012b). Deshalb ist Wealden als basale Unterkreide nur in Salzdiapirrandsenken zu finden und so prägen, zuletzt wie im Dogger, vor allem küstennahe Sandsteine die Unterkreide vom Valangin bis zum Oberbarrême. Vom Apt und Unteralb blieben hauptsächlich küstenferne, z. T. kondensierte und dadurch mit organischem Kohlenstoff angereicherte Tone in den Salzabwanderungssenken Nordwestbrandenburgs erhalten. Die küstennahen Sandsteinbildungen zu dieser Zeit fielen den Erosionen zum Opfer.

Der Kalk- aber auch Schluff- und Sandanteil zeigt die Differenziertheit der Ablagerungen der Oberkreide. Deren Sedimentation (Göthel & Tröger 2002, Göthel 2012b) aber auch deren Abtragung zusammen mit älteren Ablagerungen wird durch Bruchtektonik, insbesondere Überschiebungstektonik der Mitteldeutschen Hauptabbrüche in Brandenburg, gesteuert. Die Sedimentation erfolgte wie in der Subherzynen Senke nördlich des Harzes hauptsächlich in Mulden, die sich vor Überschiebungen und Rückaufschiebungen absenkten. Die jüngere Oberkreide wird in Nordbrandenburg durch Schreibkreidebildung geprägt. Die jüngste Oberkreide Westbrandenburgs wird durch Kalksandsteine gekennzeichnet, die ebenfalls nur in Diapirrandsenken erhalten blieben. Ähnliche Kalksandsteine treten im Unterpaläozän und Mitteleozän Brandenburgs auf.

2.4 Braunkohlen führendes Lockergesteinsgebirge

Die Basis des känozoischen Lockergesteinsgebirges lagert in Brandenburg diachron, hauptsächlich in Abhängigkeit der unterschiedlich verbreiteten Meerestransgressionen, auf der Oberfläche des Präkänozoikums. Dabei führte die Rupelhaupttransgression im Unteroligozän zu der, aus dem Bereich der Nordsee vordringenden, maximalsten Überflutung in Brandenburg. Die Verbreitung des daran gebundenen Rupeltons bildet in Brandenburg hauptsächlich die **Grenze zwischen Süß- und Salzwasserstockwerk**. Die Lausitz überdeckte er nicht gänzlich, da er dort während des Meeresrückzugs an der Basis des Oberoligozäns gleich wieder abgetragen wurde. In diesem Gebiet übernehmen entweder Tonmergelsteine der Oberkreide oder des Keupers die Rolle der Süßwasser-/Salzwassergrenze. Das wichtigste, Süßwasser führende Grundwasserreservoir wird in Brandenburg von küstennahen Sanden des Oberoligozäns und Untermiozäns gebildet. Bei Spremberg können sie direkt auf den Salzwasser führenden Aquiferen des Mittleren Buntsandsteins lagern. Diese Gegebenheit ist bei bergbaulichen und wasserwirtschaftlichen Eingriffen zu berücksichtigen, um eine Versalzung des Süßwasserreservoirs ausschließen zu können. Die fleckenartige Verbreitung des Rupeltons in Brandenburg und Berlin ist weitestgehend auf eiszeitliche Erosionen zurückzuführen, wobei tief einschneidende Quartärrinnen Störstellen der Süßwasser/Salzwassergrenze bilden können und bei Eingriffen, wie der Süßwasser-Gewinnung zu beachten sind. In Salzkissenzwischensenken und Randsenken von Salzdiapiren ist der Rupelton wie auch die der darüber verbreiteten Braunkohlenflöze des Untermiozäns einer Erosion an der Quartärbasis oft entgangen (Abb. 3).

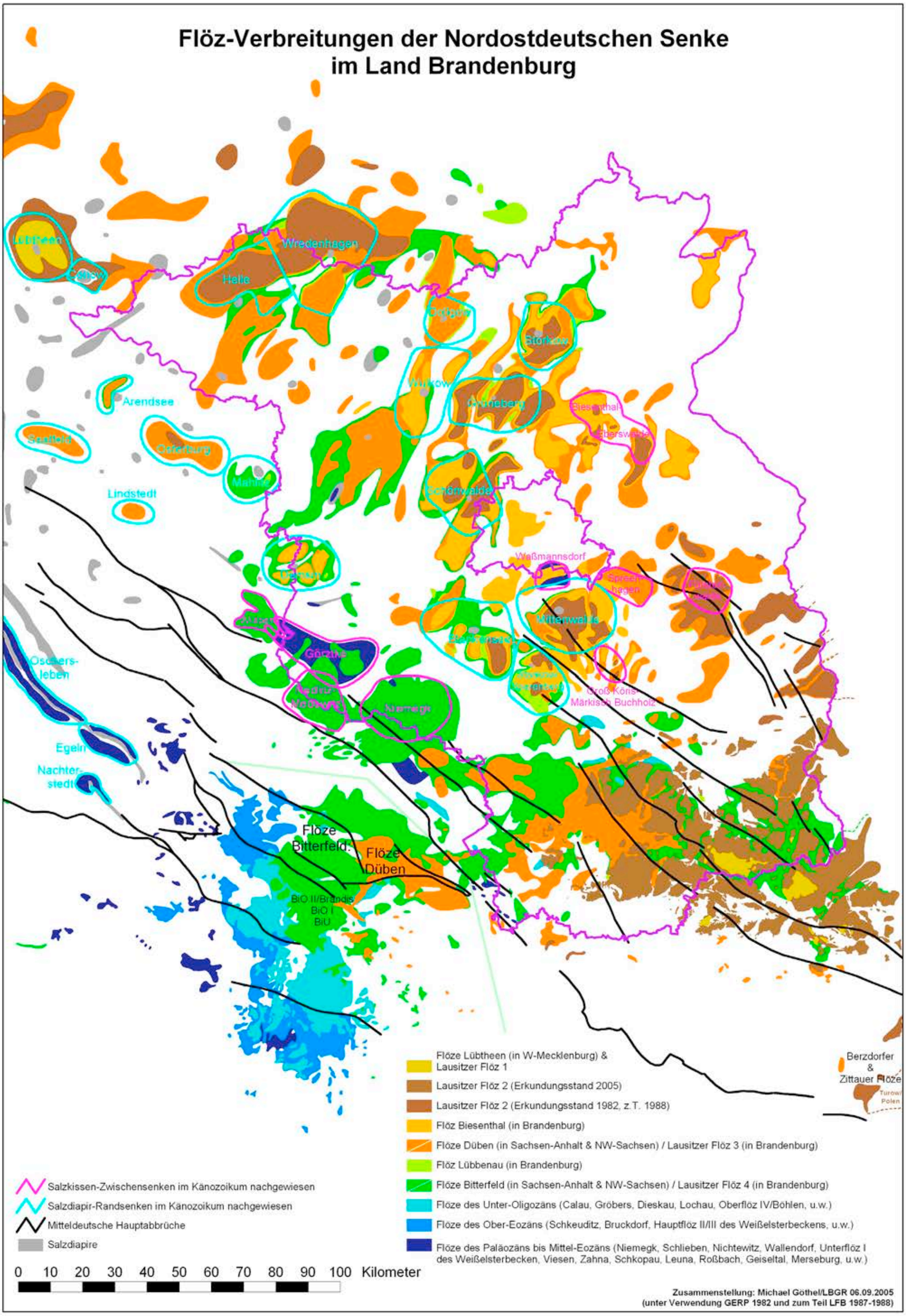
Mit den Meerestransgressionen setzten oft Küstenvermoorungen ein, an denen die **Braunkohlenflöze Brandenburgs** im Untermiozän geknüpft sind (Göthel 2004). Dazu gehört vor allem das vor ca. 16,5 Millionen Jahren gebildete Lausitzer Flöz 2, welches in den Tagebauen der sächsischen und brandenburgischen Lausitz gewonnen wird (Abb. 4). Während die Verbreitung der Flöze des Mittel- und Oberpaläozäns auf Scheiteleinbrüche von Salzdiapiren und Salzkissenzwischensenken und die nächst folgenden Flözbildungen im Mitteleozän und Unteroligozän auf Subrosionssenken über dem Zechstein- und Rötsalinar und bruchtektonisch bedingten Grabenbildungen lokal beschränkt bleiben, stellt das Lausitzer Flöz 4 (Flöz Bitterfeld, einschließlich Flöz Lübbenau) das erste weit über Brandenburg hinaus verbreitete Flöz dar. Sind die fleckenförmigen Verbreitungsareale des Lausitzer Flözes 3 noch über ganz Brandenburg verteilt, bleiben die Verbreitungsareale des Lausitzer Flözes 2 hauptsächlich auf die Lausitz, auf Salzkissenzwischensenken Ostbrandenburgs sowie auf Randsenken von Salzdiapiren südlich und nördlich Berlins sowie der nördlichen Prignitz beschränkt. Das Lausitzer Flöz 1 gehört ins Mittelmiozän. Seine Verbreitung ist hauptsächlich auf die Tertiärhochflächen der Lausitz begrenzt. Wegen seiner Nähe zur Erdoberfläche war es zuerst Gegenstand der Braunkohlengewinnung und ist demzufolge überwiegend abgebaut. Weitere Details zur Braunkohlengewinnung einschließlich des historischen Braunkohlentiefbaus in Brandenburg sind den Beiträgen von W. Buckwitz & H. Redlich bzw. K. Göttlich in diesem Heft zu entnehmen.

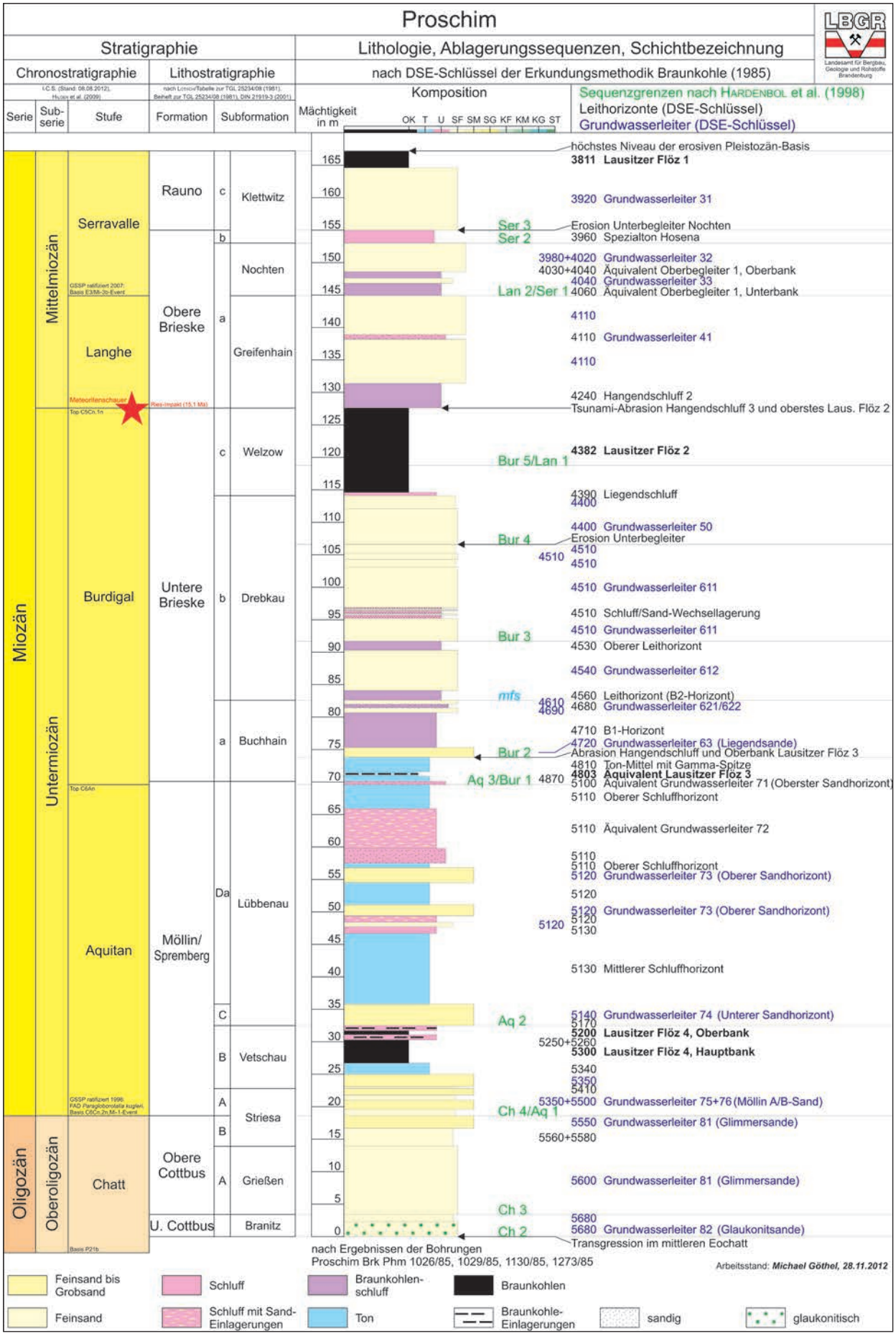
2.5 Quartäres Lockergesteinsgebirge

Überlagert wird die oben beschriebene Schichtenfolge durch eine durchschnittlich 50 bis 80 m, lokal über 500 m mächtige Folge quartärer Ablagerungen. Sie sind das Ergebnis der verschiedenartigsten Aufschüttungs- und Abtragungsprozesse während des mehrfachen Vorrückens und anschließenden Zerfalls und Abschmelzens von zum Teil mehreren hundert Metern mächtigen Inlandeismassen, die ihren Ursprung im skandinavischen Gebirge hatten und bis an den Rand der deutschen Mittelgebirge vordrangen und damit auch das Brandenburger Territorium bedeckten. Mit

Abb. 3:
Verbreitung der Braunkohlenflöze und Verteilung der Salzkissenzwischensenken sowie Salzdiapirrandsenken im Tertiär Brandenburgs

Fig. 3:
Areas of lignite seams, and distribution of the interdepressions between salt pillows, and of the marginal depressions of salt diapirs


Flöz-Verbreitungen der Nordostdeutschen Senke
im Land Brandenburg
Lübtheen
Wredenhagen
Netzow
Arendsee
Lindstedt
Mahlwinkel
Oschersleben
Egeln
Nachterstedt
Waßmannsdorf
Wittenwalde
Biesenthal
Eberswalde
Groß Köris
Märkisch Buchholz
Görzke
Niemegk
Flöze Bitterfeld
Flöze Düben
BiO II/Brandis
BiO I
BiU
Berzdorfer & Zittauer Flöze
Turow/Polen
Flöze Lübtheen (in W-Mecklenburg) & Lausitzer Flöz 1
Lausitzer Flöz 2 (Erkundungsstand 2005)
Lausitzer Flöz 2 (Erkundungsstand 1982, z.T. 1988)
Flöz Biesenthal (in Brandenburg)
Flöze Düben (in Sachsen-Anhalt & NW-Sachsen) / Lausitzer Flöz 3 (in Brandenburg)
Flöz Lübbenau (in Brandenburg)
Flöze Bitterfeld (in Sachsen-Anhalt & NW-Sachsen) / Lausitzer Flöz 4 (in Brandenburg)
Flöze des Unter-Oligozäns (Calau, Gröbers, Dieskau, Lochau, Oberflöz IV/Böhlen, u.w.)
Flöze des Ober-Eozäns (Schkeuditz, Bruckdorf, Hauptflöz II/III des Weißelsterbeckens, u.w.)
Flöze des Paläozäns bis Mittel-Eozäns (Niemegk, Schlieben, Nichtewitz, Wallendorf, Unterflöz I des Weißelsterbecken, Viesen, Zahna, Schkopau, Leuna, Roßbach, Geiseltal, Merseburg, u.w.)
Salzkissen-Zwischensenken im Känozoikum nachgewiesen
Salzdiapir-Randsenken im Känozoikum nachgewiesen
Mitteldeutsche Hauptabbrüche
Salzdiapire
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Kilometer
Zusammenstellung: Michael Göthel/LBGR 06.09.2005
(unter Verwendung GERP 1982 und zum Teil LFB 1987-1988)


Proschim
Stratigraphie
Lithologie, Ablagerungssequenzen, Schichtbezeichnung
Chronostratigraphie
Lithostratigraphie
nach DSE-Schlüssel der Erkundungsmethodik Braunkohle (1985)
Serie
Sub-serie
Stufe
Formation
Subformation
Mächtigkeit in m
Komposition
OK T U SF SM SG KF KM KG ST
Sequenzgrenzen nach HARDENBOL et al. (1998)
Leithorizonte (DSE-Schlüssel)
Grundwasserleiter (DSE-Schlüssel)
Miozän
Mittelmiozän
Obermiozän
Untermiozän
Oligozän
Oberoligozän
Serravalle
Langhe
Burdigal
Aquitan
Chatt
Rauno
Obere Brieske
Untere Brieske
Möllin/ Spremberg
Obere Cottbus
U. Cottbus
Klettwitz
Nochten
Greifenhain
Welzow
Drebkau
Buchhain
Lübbenau
Vetschau
Striesa
Grießen
Branitz
höchstes Niveau der erosiven Pleistozän-Basis
3811 Lausitzer Flöz 1
3920 Grundwasserleiter 31
Ser 3
Erosion Unterbegleiter Nochten
Ser 2
3960 Spezialton Hosena
3980+4020 Grundwasserleiter 32
4030+4040 Äquivalent Oberbegleiter 1, Oberbank
4040 Grundwasserleiter 33
Lan 2/Ser 1
4060 Äquivalent Oberbegleiter 1, Unterbank
4110
4110 Grundwasserleiter 41
4110
4240 Hangendschluff 2
Tsunami-Abrasion Hangendschluff 3 und oberstes Laus. Flöz 2
4382 Lausitzer Flöz 2
Bur 5/Lan 1
4390 Liegendschluff
4400
4400 Grundwasserleiter 50
Bur 4
Erosion Unterbegleiter
4510
4510
4510 Grundwasserleiter 611
4510 Schluff/Sand-Wechsellagerung
4510 Grundwasserleiter 611
Bur 3
4530 Oberer Leithorizont
4540 Grundwasserleiter 612
mfs
4560 Leithorizont (B2-Horizont)
4610 4680 Grundwasserleiter 621/622
4690
4710 B1-Horizont
4720 Grundwasserleiter 63 (Liegendsande)
Bur 2
Abrasion Hangendschluff und Oberbank Lausitzer Flöz 3
4810 Ton-Mittel mit Gamma-Spitze
4803 Äquivalent Lausitzer Flöz 3
Aq 3/Bur 1 4870 5100 Äquivalent Grundwasserleiter 71 (Oberster Sandhorizont)
5110 Oberer Schluffhorizont
5110 Äquivalent Grundwasserleiter 72
5110
5110 Oberer Schluffhorizont
5120 Grundwasserleiter 73 (Oberer Sandhorizont)
5120
5120 Grundwasserleiter 73 (Oberer Sandhorizont)
5120 5120
5130
5130 Mittlerer Schluffhorizont
Aq 2
5140 Grundwasserleiter 74 (Unterer Sandhorizont)
5170
5200 Lausitzer Flöz 4, Oberbank
5250+5260
5300 Lausitzer Flöz 4, Hauptbank
5340
5350
5410
5350+5500 Grundwasserleiter 75+76 (Möllin A/B-Sand)
Ch 4/Aq 1
5550 Grundwasserleiter 81 (Glimmersande)
5560+5580
5600 Grundwasserleiter 81 (Glimmersande)
Ch 3
5680
Ch 2
5680 Grundwasserleiter 82 (Glaukonitsande)
Transgression im mittleren Eochatt
nach Ergebnissen der Bohrungen
Proschim Brk Phm 1026/85, 1029/85, 1130/85, 1273/85
Arbeitsstand: Michael Göthel, 28.11.2012
Feinsand bis Grobsand
Feinsand
Schluff
Schluff mit Sand-Einlagerungen
Braunkohlen-schluff
Ton
Braunkohlen
Braunkohle-Einlagerungen
sandig
glaukonitisch

den Inlandeismassen wurden gewaltige Schuttmassen aller Korngrößen bis hin zu großen erratischen Blöcken zumeist skandinavischer Herkunft nach Mitteleuropa transportiert und hier als schichtungslose, z. T. mächtige Grundmoränen (Geschiebemergel, Till) unter dem Eis abgelagert bzw. als Endmoränen vor dem Eis aufgehäuft. Das durch Schmelzwässer ausgespülte Moränenmaterial wurde als geschichtete Sande und Kiese (glazifluviatile Bildungen) in unterschiedlichen Positionen zum Eisrand, meist jedoch vor dem jeweiligen Gletscherrand als Sander abgelagert. Feinmaterial und Gletschertrübe sedimentierten sich in Staubecken als sandige oder schluffig-tonige, durch Wechsel in der Stärke des Wasserzuflusses oftmals rhythmisch gebänderte Bildungen (glazilimnische Bildungen). Zwischen diesen Vereisungsphasen haben bedeutsame Klimaverbesserungen zu Warmzeiten mit gemäßigt-humidem Klima und z. T. höheren Jahresmitteltemperaturen als heute geführt.

Mehr als 95 % des Brandenburger Territoriums werden von oben genannten quartären Lockergesteinsserien bedeckt. Die ältesten quartären Sedimente des Brandenburger Gebietes sind mit der Elster-Kaltzeit in Verbindung zu bringen. Die elsterkaltzeitlichen Inlandeismassen bedeckten das gesamte Brandenburgische Territorium und erreichten erst weiter südlich an den Rändern der Mittelgebirge ihre Maximalausdehnung. Ablagerungen aus dieser Zeit (überwiegend Schmelzwassersande und Grundmoränen) sind heute weitflächig von Bildungen der jüngeren Vereisungen bedeckt, lediglich lokal in der Niederlausitz und in einigen Endmoränen besitzen sie oberflächennahe Verbreitung.

In der ausgehenden Elster-Kaltzeit bildeten sich weitflächige, archipelartige Seenlandschaften heraus, die während der Holstein-Warmzeit zum Sedimentationsraum für limnische und fluviatile Ablagerungen wurden. Die Sedimentation dauerte z. T. bis in die frühe Saale-Kaltzeit an (vgl. dazu zusammenfassend Zwirner & Ziermann 2010). Die Hauptverbreitungsgebiete liegen dabei vor allem im Berlin-Westbrandenburgischen Becken (Großraum Berlin bis in den Raum Neuruppin und Pritzwalk) und im Ostbrandenburgischen Becken [Raum Frankfurt (Oder) – Eisenhüttenstadt]. Holsteinzeitliche bis frühsaalezeitliche Ablagerungen stehen in gestörter Lagerung u. a. bei Eisenhüttenstadt, Pritzwalk, Rathenow und im Raum zwischen Cottbus und Forst oberflächennah an. Eine besondere Bedeutung kommt den damals von Elbe und Neiße geschütteten Flusssanden und -schottern zu. Sie stellen in Brandenburg den meistgenutzten Grundwasserleiter dar.

Auch in der Saale-Kaltzeit wurde ganz Brandenburg vom Eis überfahren. Diese Inlandeistransgression wurde durch eine weitflächige Ablagerung mächtiger Schmelzwassersande begleitet, die häufig im Altmoränengebiet der Prignitz und des Flämings sowie in einigen als Endmoränen gedeuteten Höhen (z. B. Freiwalder Höhen, Rauensche Berge) oberflächenbildend auftreten.

Nachdem sich das saalezeitliche Inlandeis weit nach Norden zurückgezogen hatte, stellten sich in der Eem-Warmzeit Klimabedingungen mit zum Teil deutlich höheren Jahresmitteltemperaturen als heute ein. Abgelagert wurden vor allem Kalk- und Detritusmudden, aber auch Torfe sind nachgewiesen. Im Gegensatz zu den weitflächig verbreiteten Bildungen der Holstein-Warmzeit bleiben die Eem-Vorkommen aber vergleichsweise kleinflächig. Größere zusammenhängende Eem-Vorkommen, wie z. B. im Gebiet Potsdam-Waldstadt, lagern unter jüngerer Bedeckung (vgl. dazu zusammenfassend Hermsdorf & Strahl 2008). Bedeutende Vorkommen Eem-zeitlicher Sedimente an bzw. nahe der Oberfläche stehen oder standen u. a. bei Klinge (Abb. 5) unweit Cottbus und in Phöben bei Potsdam an.

Im Gegensatz zu den vorhergehenden Vereisungen wurden in der letzten, der Weichsel-Kaltzeit nur noch ca. 2/3 des Brandenburger Territoriums von Eis bedeckt. Diesem, aufgrund seiner frischen Landschaftsformen als Jungmoränengebiet bezeichneten Areal steht das in der Weichsel-Kaltzeit eisfrei gebliebene, morphologisch andersartig in Erscheinung tretende Altmoränengebiet im Süden (Teile der Lausitz), Südwesten (Fläming) und Nordwesten (mittlere und westliche Prignitz) gegenüber.

Abb. 4:
Beispiel der Verteilung der Braunkohlenflöze, Grundwasserleiter (Sande) und Grundwasserstauer (Schluffe, Tone) über das Tertiär-Profil des Tagebaus Welzow-Süd im zukünftigen Abbaufeld Proschim

Fig. 4:
Example of the distribution of the lignite seams, of the water-bearing, permeable beds (sands), and of the impermeable (silts and clays) in the Tertiary succession of the Proschim future mining field from the Welzow-Süd opencast mine

Abb. 5: Ehemalige Dominalgrube Klinge (Foto: N. Schlaak, Juni 2003)
Fig. 5: Former Dominalgrube in Klinge (photo: N. Schlaak, June 2003)

Beherrschendes Landschaftselement des Jungmoränengebietes sind die breiten Talungen von Baruther, Berliner und Eberswalder Urstromtal, die in ihrem nach Nordwesten gerichteten Verlauf auf das Stromgebiet der Unteren Elbe zustreben und zeitlich nacheinander die von den weichselzeitlichen Eisrandlagen abfließenden Schmelzwässer in Richtung Nordsee abführten. Die Sedimentfüllung der Urstromtäler besteht überwiegend aus fein- bis grobkörnigen Sanden (Talsande) (Abb. 6).

Die Gebiete zwischen den Urstromtalungen werden von größeren und kleineren Hochflächen („Platten“) eingenommen, die die Niederungsgebiete der Schmelzwasserabflüsse z. T. deutlich überragen und die sich besonders im mittleren Abschnitt der Zone der brandenburgischen Platten und Niederungen als Folge jüngerer Schmelzwasser- und auch Flussdurchbrüche inselartig auflösen.
Die vom Inlandeis der Weichsel-Kaltzeit abgesetzten Grundmoränen stehen in weiten Teilen der die Urstromtäler flankierenden Hochflächengebiete z. B. von Barnim und Glien, Nauener Platte und des Teltow sowie in geschlossener Verbreitung im Rückland des Pommerschen Landrückens an.

Nach dem Zerfall des Weichseleises hat Vegetationsfreiheit, verbunden mit trocken-kalten Klimabedingungen, zu

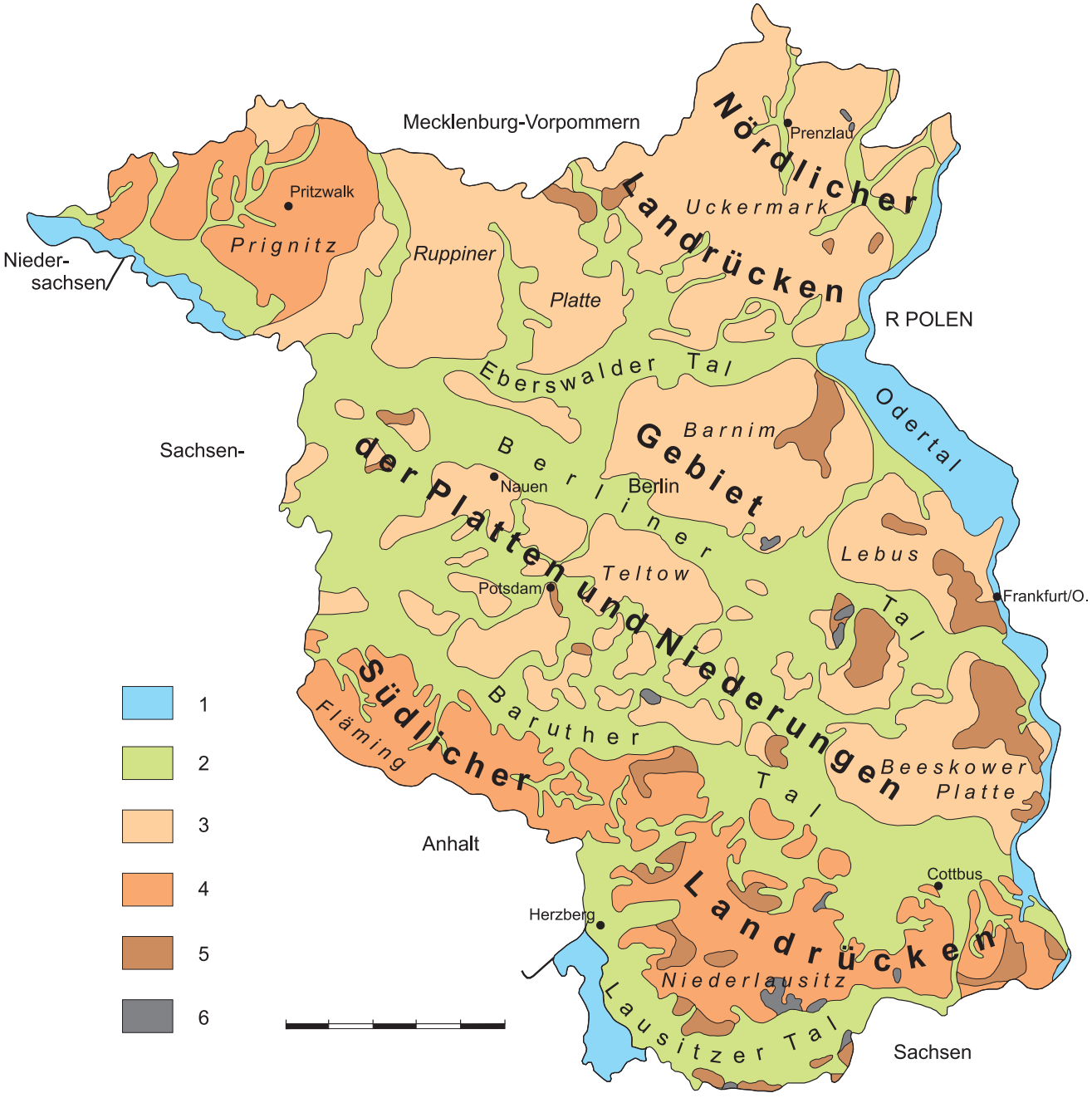


Abb. 6: Geologisch-morphologische Gliederung von Brandenburg und Berlin (nach SONNTAG in LIPPSTREU 1995, S. 117)
Fig. 6: Geologic-morphological overview of the states of Brandenburg and Berlin (after Sonntag in Lippstreu 1995, p. 117)

beträchtlichen äolischen Materialverlagerungen geführt. Die dabei aufgewehten Flugsandfelder und vielgestaltigen Dünen haben – mit Unterbrechungen – bis in die jüngste Zeit hinein beträchtliche Umformungen erfahren. Dünen und Flugsandfelder sind in Brandenburg weit verbreitet. Besonders eindrucksvolle Dünengebiete, die z. T. deutlich ihre Umgebung überragen, finden sich u. a. im Tegeler Forst, bei Falkensee, auf dem Glien, am Westrand des Barnim, im Baruther Urstromtal und im Grenzbereich zwischen Berliner Urstromtal und Storkower Durchbruch. Zu den äolischen Ablagerungen zählt auch der im Weichsel-Hochglazial aufgewehte Sandlöss oder Flottsand im Fläming.

In der darauf folgenden, bis heute andauernden Warmzeit, dem Holozän, führte der aufgrund des Meeresspiegelanstiegs erfolgte Grundwasseranstieg zur Vernässung der großen Niederungsgebiete und weitflächigen Vermoorungen, gekennzeichnet durch geringmächtige Anmoorbildungen und Niedermoortorfe. In den Seen wurden z. T. mächtige Mudden („Faulschlamm“) akkumuliert und Flüsse lagerten verschiedenkörnige sandig-kiesige Sedimente ab. Bedingt durch häufige Hochwasserereignisse werden die Flussauen der größeren Flüsse, wie Oder, Elbe und Havel heute von z. T. mehrere Meter mächtigen Überschwemmungssedimenten (Auensande und -lehme) bedeckt.

Quartäre Sedimente bildeten und bilden die Grundlage einer Jahrhunderte andauernden Rohstoffgewinnung. Während in der Vergangenheit Tone, Auenlehme, Torfe, Raseneisenerz und Steine im Mittelpunkt des Interesses standen, sind heute vor allem Kiessande, Sande und Tonrohstoffe von Bedeutung.

Literatur

Ahrens, H., van der Bruck, P., Jortzig, H., Lazar, E., Roth, W. & G. Wahlich (1988): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle – Teilgebiet 7 – 8: Frankfurt (O.) – Wellmitz. – Abschlußbericht. – Bericht ZGI Berlin vom 29.04.1988, 145 S., 28 Anl., Berlin (unveröff.)

Adamia, S., Zakariadze, G., Chkhotua, T., Sadradze, N., Tsereteli, N., Chabukiani, A. & A. Gventsadze (2011): Geology of the Caucasus: A Review. – Turkish J. Earth Sci. **20**, S. 489 – 544, Tübitak

Bankwitz, P., Bankwitz, E. & J. Kopp, mit einem Beitrag von B. Buschmann (2001): Südliche Phyllitzone (SPZ) im Abschnitt Bitterfeld-Döbern. – In: Stratigraphische Kommission Deutschlands (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland II – Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum Teil II: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **234**, S. 197 – 204, E. Stuttgart [Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Bankwitz, P., Kopp, J. & B.-C. Ehling (2001): Mitteldeutsche Kristallinzone (MKZ) im Abschnitt Halle-Guben. – In: Stratigraphische Kommission Deutschlands (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland II – Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum Teil II: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **234**, S. 186 – 196, Stuttgart [E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Eilers, H., Fandrich, K., Flötgen, F., Graichen, M., Klemm, I., Reinhardt, P., Richter, H., Rudolph, G. & P. Wolf (1982): Gesamteinschätzung Ressourcenpotential Braunkohle DDR – Stand 10/82 – Zusammenfassender Bericht. – Bericht VEB GFE Freiberg vom 29.10.1982, 335 S., 6 Anl. (199 Bl.), Freiberg (unveröff.)

FABERG (2001): Bergmännisches Risswerk – Stratigraphie – Teil 3: Regionale und lokale Gliederungen – Braunkohle. – DIN 21919-3, 10 S., Normausschuss Bergbau des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. vom 01.11.2001, Herne

Gee, D. G., Fossen, H., Henriksen, N. & A. K. Higgins (2008): From the Early Paleozoic Platforms of Baltica and Laurentia to the Caledonide Orogen of Scandinavia and Greenland. – Episodes **31**, 1, S. 44 – 51, International Union of Geological Sciences, London

Geissler, E., Alexowsky, W., Suhr, P., Rascher, J., Standke, G. & R. Heinrich (1988): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle – Teilgebiet 4: Geologisches Modell Doberlug – Herzberg – Torgau. – 129 S., 30 Anl., VEB GFE Freiberg (unveröff.)

Geissler, E., Suhr, P., Standke, G., Alexowsky, W., Schubert, G., Wolf, L., Kupetz, M., Rascher, J., Rudolph, G. & P. Reinhardt (1987): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle – Teilgebiet 2: Geologisches Modell der Lausitz. – 256 S. (286 Blatt), 29 Anl., VEB GFE Freiberg, 29.6.1987 (unveröff.)

Göthel, M. (2001): Das autochthone und allochthone Paläozoikum des “Görlitzer Schiefergebirges” (Mitteleuropäische Varisziden, Deutschland). – Z. geol. Wis. **29**, 1/2, S. 55 – 73, Berlin

Göthel, M. (2004): Stratigraphie des Känozoikums in Brandenburg mit spezieller Berücksichtigung des Braunkohlenreviers Lausitz. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **11**, 1/2, S. 149 – 168, Kleinmachnow

Göthel, M. (2006): Fortschritte bei der Unterscheidung von Aquiferen in der Trias und im Jura von Brandenburg unter spezieller Berücksichtigung der Sequenzstratigraphie. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **13**, 1/2, S. 91 – 115, Kleinmachnow

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

Göthel, M. (2012b): Zur Zuordnung von Ablagerungssequenzen der Kreide in Ost-Brandenburg anhand aktueller makropaläontologischer sowie ereignis- und sequenzstratigraphischer Interpretation von Ergebnissen zur Bohrung Grunow Kb GrunEh 1/61. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 1, S. 117 – 120, Cottbus

Göthel, M. & K. Grunert (1996): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlen-Erkundung zur Trias-Stratigraphie der Lausitzer Triasscholle. – Freiberger Forschungsheft **C 464**, S. 175 – 202, Freiberg

Göthel, M. & K.-A. Tröger (2002): Zur Oberkreide-Entwicklung der Nordsudetischen Kreidemulde, westlicher Teil (Lausitz, Deutschland). – Z. geol. Wiss. **30**, 6, S. 369 – 383, Berlin

Hammerschmidt, K., Kopp, J. & L. Haucke (2003): Sm-Nd dating on minerals of a silica undersaturated, Ca-rich, crustally derived gabbro of the Mid-German Crystalline Zone, drill hole Züllsdorf, Southern Brandenburg (Germany). – Z. geol. Wiss. **31**, 3, S. 225 – 238, Berlin.

Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & P. R. Vail (1998): Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Chart. – In: de Graciansky, P.-C., Hardebol, J., Jacquin, T. & P. R. Vail (eds.): Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins, SEPM Special Publication **60**, chart, Tulsa

Hermsdorf, N. & J. Strahl (2008): Karte der Eem-Vorkommen des Landes Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **15**, 1, S. 23 – 55, Kleinmachnow

Heuse, T., Blumenstengel, H., Elicki, O., Geyer, G., Hansch, W., Maletz, J., Sarmiento, G., N., & D. Weyer (2010): Biostratigraphy – The faunal province of the southern margin of the Rheic Ocean. – In: Linnemann, U. & R. L. Romer (eds.): Pre-Mesozoic Geology of Saxo-Thuringias, S. 99 – 170, Stuttgart (Schweizerbart Science Publishers)

Hilgen, F. J., Abels, H. A., Iaccario, S., Krijgsman, W., Raffi, I., Sprovieri, R., Turco, E. & W. J. Zachariasse (2009): The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Serravallian Stage (Middle Miocene). – Episodes **32**, 3, S. 152 – 166, International Union of Geological Sciences, London

Hoepffner, C., Soulaimani, A. & A. Pique (2005): The Moroccan Hercynides. – Journal of African Earth Science **43**, S. 144 – 165, London, Amsterdam (Elsevier)

Hoth, P., Lindert, W., Hoth, K. & D. Weyer (2005): Das Oberkarbon des zentralen Bereiches der Mitteleuropäischen Senke in Nordostdeutschland (Südwest-Mecklenburg, Nordwest-Brandenburg, Altmark). – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland V – Das Oberkarbon (Pennsylvanium) in Deutschland. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **254**, S. 335 – 354, Stuttgart [E. Schweizerbart'sche Verlugsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Kalvoda, J., Babek, O., Fatka, O., Leichmann, J., Melichar, R., Nehyba, S. & P. Spacek (2008): Brunovistulian terrane (Bohemian Massif, Central Europe) from late Proterozoic to late Paleozoic: a review. – Int. J. earth Sci (Geol. Rundsch.) **97**, S. 497 – 518, Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag)

Kopp, J., Bankwitz, P. & R. Köhler (2001): Die Mitteldeutsche Kristallinzone (MKZ) zwischen Saale und Neiße. Teil 1: Geologisches Erscheinungsbild und basischer Magmatismus. – Z. geol. Wiss. **29**, 1/2, S. 33 – 54, Berlin

Kroner, U. & R. L. Romer (2013): Two Plates – Many subduction zones: The Variscan orogeny reconsidered. – Gondwana Research **24**, S. 298 – 329, London, Amsterdam (Elsevier B. V.)

Linnemann, U., McNaughton, N. J., Romer, R. L., Gehmlich, M., Drost, K. & C. Tonk (2004): West African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): Did Armorica ever leave pre-Pangean Gondwana? – U/Pb-SHRIMP zircon evidence and Nd-isotopic record. – Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau) **94**, S. 683 – 705, Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag)

Linnemann, U., Romer, R. L., Gerdes, A., Jeffries, T. E., Drost, K. & J. Ulrich (2010): The Cadomian Orogeny in the Saxo-Thuringian Zone. – In: Linnemann, U. & R. L. Romer (eds.): Pre-Mesozoic Geology of Saxo-Thuringia, S. 37 – 58, Stuttgart (Schweizerbart Science Publishers)

Linnemann, U., Gerdes, A., Hofmann, M. & L. Marko (2014): The Cadomian Orogen: Neoproterozoic to Early Cambrian crustal growth and orogenic zoning along the periphery of the West African Craton – Constraints from U–Pb zircon ages and Hf isotopes (Schwarzburg Antiform, Germany). – Precambrian Research 244, S. 236 – 278, London, Amsterdam (Elsevier B. V.)

Lippstreu, L. (1995): VI. Brandenburg. – In: Benda, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands. – S. 116 – 147, Berlin, Stuttgart (Gebrüder Bornträger)

Lotsch, D. (1981): Korrelationstabelle der lithostratigraphischen Einheiten des Tertiärs der DDR. – In: TGL 25234/08: Geologie – Stratigraphie – Stratigraphische Skala der DDR – Tertiär. – Ministerium für Geologie vom 30.07.1981, Berlin

Ministerium für Geologie der DDR (1981): Beiheft zu TGL 25234/08: Geologie – Stratigraphie – Stratigraphische Skala der DDR – Tertiär. – 55 S., Ministerium für Geologie vom Juni 1981, Berlin

Munteanu, M. & M. Tatu (2003): The East-Carpathian Crystaline-Mesozoic Zone (Romania): Paleozoic amalgamation of Gondwana- and East European Craton-derived Terranes. – Gondwana Research **6**, 2, S. 185 – 196, International Association for Gondwana Research, London, Amsterdam (Elsevier)

Paech, H.-J., Kampe, A. & D. Weyer (2001): Das Unterkarbon der Flechtingen-Roßlau-Scholle und der Subherzyn-Senke. – Abhandlungen und Berichte für Naturkunde **24**, S. 3 – 37, Magdeburg

Pharao, T. C. & TESZ Project Core Group (2000): Europrobe Trans-European Suture Zone. – EUROPROBE News **13**, S. 4 – 5, British Geological Survey, Keyworth

Reinhardt, P., Geissler, E., Standke, G., Suhr, P., Alexowsky, W., Reinsch, D., Rascher, J., Darbinjan, F. & R. Gerhardt (1988): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle – Abschlußbericht DDR. – Bericht VEB GFE Freiberg vom 29.11.1988, 101 S., 37 Anl., Freiberg (unveröff.)

Reinsch, D., Haupt, J., Ulrich, A., Gärtitz, R., Eiermann, J., Westen, K., Fischer, U., Uerckwitz, G., Gessner, P. & W. Kühn (1987): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle – Teilgebiet 6: Geologisches Modell Potsdam-NE. – Bericht VEB GFE Freiberg vom 25.11.1987, 155 S. (314 Bl.), 38 Anl., Schwerin (unveröff.)

Ribeiro, A., Sanderson, D. & SW-Iberia Colleagues (1996): SW-Iberia, Transpressional Orogeny in the Variscides. – In: Gee, D. G. & H. J. Zeyen (eds.): EUROPROBE 1996 – Lithosphere Dynamics: Origin and Evolution of Continents. – S. 91 – 98, Uppsala University (EUROPROBE Secretariate)

Ruban, D. A., Al-Husseini, M. I. & Y. Iwasaki (2007): Review of Middle East Paleozoic plate tectonics. – GeoArabia **12**, 3, S. 35 – 47, Bahrain

Schneider, J. W., Rössler, R., Werneburg, R., Scholze, F. & S. Voigt (2014): The Carboniferous – Permian basins in Saxony, Thuringia, and Saxony-Anhalt of East Germany. – In: Schneider, J. W., S. Opluštil & F. Scholze (Hrsg.): CPC-2014 Field Meeting on Carboniferous and Permian Nonmarine – Marine Correlation July 21st – 27th, Freiberg, Germany, Excursion Guide. – Wissenschaftliche Mitteilungen **46**, S. 55 – 121, Freiberg (Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie)

Stampfli, G. M. & G. D. Borel (2002): A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. – Earth and Planetary Science Letters **196**, S. 17 – 33, London, Amsterdam (Elsevier)

Szaniawski, R. (2008): Late Paleozoic geodynamics of the Małopolska Massif in the light of new paleomagnetic data for the southern Holy Cross Mountains. – Acta Geologica Polonica **58**, 1, S. 1 – 12, Warszawa

Vaida, M., Seghedi, A. & J. Verniers (2005): Northern Gondwanan affinity of the East Moesian Terrane based on chitinozoans. – Tectonophysics **410**, S. 379 – 387, London, Amsterdam (Elsevier)

Valverde-Vaquero, P., Dörr, W., Belka, Z., Franke, W., Wiszniewska, J. & J. Schastok (2000): U–Pb single-grain dating of detrical zircon in the Cambrian of central Poland: implications for Gondwana versus Baltica provenance studies. – Earth and Planetary Science Letters **184**, S. 225 – 240, London, Amsterdam (Elsevier)

Wajsprych, B. & S. Achramowicz (2003): On the new wildflysch-to-Flysch, blueschist-rich lower Visean succession of the Western Sudetes (SW Poland). – Annales Societatis Geologorum Poloniae **73**, S. 123 – 137, Krakow

Walther, K., Douffet, H., König, S. & R. Vulpius (1985): Erkundungsmethodik Braunkohle. – Ministerium für Kohle und Energie, Bericht Ministerium für Geologie vom 01.07.1985, 253 S., 2 Anl. (63 S.), 1 Anh. (67 S.), Berlin (unveröff.)

Zeh, A. & T. M. Will (2010): The Mid-German Crystalline Zone. – In: Linnemann, U. & R. L. Romer (eds.): Pre-Mesozoic Geology of Saxo-Thuringias, S. 195 – 220, Stuttgart (Schweizerbart Science Publishers)

Ziegenhardt, W. (1976a): Bau und Genese salinartektonisch angelegter Strukturen des Staßfurtkarbonats im Techstein der Lausitz – Teil I: Charakteristik des Strukturbaus. – Z. angew. Geol. **22**, 1, S. 3 – 10, Berlin

Ziegenhardt, W. (1976b): Bau und Genese salinartektonisch angelegter Strukturen des Staßfurtkarbonats im Techstein der Lausitz – Teil II: Strukturgenetische Interpretation. – Z. angew. Geol. **22**, 3, S. 106 – 113, Berlin

Ziegler, P. A. (1990): Geological Atlas of Western and Central Europe. – 2nd ed., Shell Int. Petrol. Mij. and Geol. Soc., London

Zwirner, R. & H. Ziermann (2010): Verbreitung und Tiefenlage der Holstein-Warmzeit und frühsaalezeitlicher Ablagerungen. – In: Stackebrandt, W. (Hrsg.): Atlas zur Geologie von Brandenburg. – 4. Aufl., S. 52 – 53, Cottbus

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 19 – 22	1 Einlbl., 29 Zit.

Stratigraphie von Brandenburg 2014

Stratigraphy of the state of Brandenburg 2014

Michael Göthel

Zahlreiche Änderungen bzgl. stratigraphischer Grenzen und Umbenennungen stratigraphischer Einheiten national wie international machten eine grundlegende Überarbeitung bzw. Anpassung der Stratigraphie von Brandenburg erforderlich. Insbesondere wird das bei der zeitlichen Zuordnung der Gesteinsabfolgen, der absoluten Altersdatierungen und von regionalgeologischen Prozessen deutlich (siehe Beitrag M. Göthel & N. Hermsdorf in diesem Heft). Auch brechen immer mehr die Träger umfassenden regionalen Wissens weg, was sich in der Geologie als Faktenwissenschaft besonders schwer auswirkt. Das Einlegeblatt in diesem Heft gibt auf der linken Seite die derzeit gültige chronostratigraphische Gliederung von Ablagerungen wieder. Die Basis der kleinsten chronostratigraphischen Einheiten, die Stufen, werden international in dafür weltweit am besten geeigneten Aufschlüssen, den so genannten Global Stratopype Section and Points (GSSP) definiert (International Commission on Stratigraphy 2014). Voraussetzung für einen GSSP sollten eine möglichst lückenlose Sedimentation und weltweit korrelierbare stratigraphische Ereignisse sein. Dazu zählen das Erstauftreten von Leitfossilien, geochemische Anomalien oder der Polaritätswechsel des Magnetfeldes. Einige Stufengrenzen sind noch nicht geregelt oder befinden sich in oder schon wieder in der Diskussion. Dafür ist die International Commission on Stratigraphy (ICS, http://www.stratigraphy.org) unter dem Dach der International Union of Geological Sciences (IUGS) und der UNESCO zuständig. Ihr sind die nationalen stratigraphischen Kommissionen, in der Bundesrepublik die Deutsche Stratigraphische Kommission (DSK, http://www.stratigraphie.de), unterstellt. Die DSK ist im Deutschen Nationalkomitee (DNK) organisiert.

Die rechte Seite des Einlegeblattes stellt die stratigraphischen Regionalstandards Europas (Deutsche Stratigraphische Kommission 2005, 2006, 2008) bzw. im Kambrium auf Grund seiner Jahrzehnte währenden Etablierung den Regionalstandard Sibiriens (Peng, Babcock & Cooper 2012) oder die lithostratigraphische Gliederung (u. a. Göthel 2004, 2006, 2012, Lotsch 1981, Schneider et al. 2014) der Ablagerungen Brandenburgs dar. Ihre Korrelation zur internationalen chronostratigraphischen Gliederung wird durch die Sequenzstratigraphie (Haq & Schutter 2008, Hardenbol et al. 1998, Snedden & Liu 2010), Ereignisse globaler Auswirkung (Glikson 2005, Goderis, Paquay & Claeys 2013, Keller 2005) sowie absolute Altersdatierungen von Gesteinen (Bankwitz, Bankwitz & Kopp 2001, Bankwitz, Kopp & Ehling 2001, Hammer et al. 1999, Hammerschmidt, Kopp & Haucke 2003, Kopp & Bankwitz (2003), Kröner et al. 1994, Linnemann et al. 2004) vermittelt. Einige lithostratigraphische Einheiten und Grenzen befinden sich in der Diskussion oder ihre Korrelation zur Chronostratigraphie ist noch nicht sicher oder nicht geklärt (unterbrochene Linien). Dazu gehört auch der dargestellte Regionalstandard für das Kambrium in Sibirien. Die Korrelation der Kambrium-Ablagerungen Brandenburgs und Sachsens erfolgte aus paläogeographischen Gründen biostratigraphisch besser zu Perigondwana (Spanien und Marokko, Álvaro et al. 2003, Geyer & Landing 2005, Heuse et al. 2010).

Die Sequenzstratigraphie ist eine Methode, in der die durch eustatische Meeresspiegelschwankungen bedingten Sequenzen oder Sukzessionen dargestellt werden. Ein eustatischer Zyklus 3. Ordnung beginnt nach der Sequenzgrenze mit Ablagerungen, die bei niedrigem Meeresspiegel gebildet wurden (Lowstand Systems Tract, LST). Oft fehlen sie in Küstengebieten gänzlich. Darüber folgen die Ablagerungen einer Transgression (Transgressive Systems Tract, TST). Nach der maximalen Überflutung in einem Zyklus folgen die Ablagerungen des Meeresspiegelhochstandes (Highstand Systems Tract, HST). Küstenvermoorungen, aus denen die Kohlen hervorgingen, beginnen immer an der Basis eines TST. Sie können sich bis in den HST fortsetzen und nachfolgende Zyklen durchweg umfassen (beispielsweise das Lausitzer Flöz 2, Göthel & Schneider 2004). Während des HST können die Flüsse beginnen, ihre Fracht im Meer abzuladen und ein Delta zu bilden. Dieser geologische Prozess wird als Progradation bezeichnet und ist einer Transgression gegenüberzustellen. Länger anhaltende Vereisungsphasen bedingten eine Meeresspiegelabsenkung 2. Ordnung infolge der verstärkten Bindung des Wassers an die Gletscher.

An globalen Ereignissen werden alle bisher bekannten Meteoriteneinschläge (impacts) mit Impaktstrukturen größer 20 km Durchmesser und mit der Größe des Kreises in genauer Größenrelation zueinander, alle kontinentalen Flutbasalte (Continental Flood Basalt, CFB) und zusammenhängenden Vulkangebiete großer magmatischer Provinzen (Large Igneous Province, LIP) mit globalen Auswirkungen sowie die Häufung Ozeanischer Anoxischer Ereignisse (Ozeanic Anoxic Event, OAE) dargestellt. Ihre Darstellung veranschaulicht einen oft miteinander verketteten Zusammenhang. So ist dem Einlegeblatt der zeitliche Zusammenhang zwischen dem Chicxulub-Impakt, mit einem Krater von 170 km Durchmesser und dem Dekkan-CFB zu entnehmen. Die Impaktstruktur, die von einem Meteoriten von ca. 50 km Durchmesser zeugt, führte nicht nur zum Massensterben (mass extinction) mit dem Aussterben der Dinosaurier an der Kreide/Paläogen-Grenze (= Kreide/Tertiär- bzw. K/T-Grenze). Sein Impuls bewirkte auf der gegenüberliegenden Seite der Erdkugel die Bildung eines so genannten Hot Spots, der zum Aufreißen der Kruste, den flutartigen Ergüssen basaltischen Magmas und der Bildung des Dekkan-Plateaus in Indien führte.

Die plötzlich einsetzende Transgression des Zechsteinmeeres könnte mit dem größten Meteoriteneinschlag der letzten 600 Millionen Jahre in der Erdgeschichte in Zusammenhang stehen (Göthel 2012), der einen Impaktkrater von 480 km Durchmesser auf Wilkes Land in der Antarktis hinterließ. Dabei muss der Meteorit einen Durchmesser ca. 5 mal größer als der des Chicxulub-Impakts gehabt haben. Der im basalen Zechstein abgelagerte Kupferschiefer gehört zu einem globalen OAE, welches an organischen Kohlenstoff angereicherte Schwarzschiefer hinterließ. Nur durch die zunächst bruchtektonisch regional kontrollierte Meeresspiegeleustatik wurde es im unteren Zechstein durch eustatisch bedingte Evaporitbildung unterbrochen. An Schwarzschiefern wurde im Germanischen Zechsteinbecken zuerst der Kupferschiefer abgelagert, der als geochemische Barriere für die polymetallischen Anreicherungen sorgte. Als tiefere Beckenablagerung und fazielles Äquivalent des Hauptdolomites kam dann der Stinkschiefer als Staßfurtkarbonat zur Ablagerung. Eine weitere kohlenstoffangereicherte Bildung stellt der Graue Salzton an der Basis der Leine-Formation dar. Dieses globale OAE steht mit der großen magmatischen Provinz Emeishan in China in Zusammenhang. Ihr Vulkanismus setzte einen in der Erdgeschichte immer wiederkehrenden Mechanismus in Gang, der zum Sauerstoffverbrauch durch Schwefelwasserstoff-Bakterien, zur Abnahme des Sauerstoffgehaltes in den Meeren, zur Klimaerwärmung und zur Vergiftung der Meere durch Schwefelwasserstoff führte. Neben den Einschlägen riesiger Meteoriten, wie der Woodleigh-Impakt an der Devon/Karbon-Grenze, führte auch dieser Mechanismus zum Massensterben, so an der Mittel-/Ober-Perm-Grenze als Folge des Emeishan-LIP und danach an der Perm/Trias-Grenze infolge des Sibirien-CFB.

Der Meteoritenschauer, der u. a. den Ries-Impakt von Nördlingen vor 15 Millionen Jahren zur Folge hatte, erzeugte mit einem weiteren Einschlag einen Tsunami (Göthel 2004), der bei zunehmender Amplitude in Richtung Küste eine von Norden nach Süden zunehmend tiefer reichende Abrasion bewirkte. Sie zerstörte nicht nur die Lagune in der die Hangendschluffe des Lausitzer Flözes 2 zur Ablagerung kamen. Damit lässt sich zunächst die Abtragung des Flöz auflagernden Hangendschluffes 3 und dann die vollständige Abtragung der oberen Flözbank 1 des Lausitzer Flözes 2 in der südwestlichen Lausitz erklären.

Im Einlegeblatt unberücksichtigt sind stratigraphisch bisher in Brandenburg nicht zuordenbare Gesteine des variszischen Grundgebirges im Bereich der Norddeutsch-Polnischen Senke, wie die erbohrten phyllitischen Gesteine im Bereich des Pillgram-Hochs.

Literatur

Álvaro, J. J., Elicki, O., Geyer, G., Rushton, A. W. A. & J. H. Shergold (2003): Palaeogeographical controls on the Cambrian trilobite immigration and evolutionary patterns reported in the western Gondwana margin. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **195**, S. 5 – 35, London, Amsterdam (Elsevier B.V.)

Bankwitz, P., Bankwitz, E. & J. Kopp, mit einem Beitrag von B. Buschmann (2001): Südliche Phyllitzone (SPZ) im Abschnitt Bitterfeld-Döbern. – In: Stratigraphische Kommission Deutschlands (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland II – Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum Teil II: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **234**, S. 197 – 204, Stuttgart [E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Bankwitz, P., Kopp, J. & B.-C. Ehling (2001): Mitteldeutsche Kristallinzone (MKZ) im Abschnitt Halle-Guben. – In: Stratigraphische Kommission Deutschlands (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland II – Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum Teil II: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg **234**, S. 186 – 196, Stuttgart [E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Deutsche Stratigraphische Kommission (2005): Stratigraphie von Deutschland V – Das Oberkarbon (Pennsylvanium) in Deutschland. – Courier Forschungsinstitut Senkkenberg **254**, 477 S., Stuttgart [E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)]

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.) (2006): Stratigraphie von Deutschland VI – Unterkarbon (Mississippium). – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften **41**, 590 S., Hannover

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.) (2008): Stratigraphie von Deutschland VIII – Devon. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften **52**, 578 S., 2 Anl., Hannover

Geyer, G. & E. Landing (2005): A unified Lower – Middle Cambrian chronostratigraphy for West Gondwana. - Acta Geologica Polonica, **54**, 2, S. 179 – 218, Warszawa

Glikson, A. (2005): Asteroid/comet impact clusters, flood basalts and mass extinctions: Significance of isotopic age overlaps. – Earth and Planetary Science Letters **236**, S. 933 – 937, London, Amsterdam (Elsevier B.V.)

Goderis, S., Paquay, F. & P. Claeys (2013): Projectile identification in terrestrial impact structures and ejecta material. – In: Osinski, G. R. & E. Pierazzo (eds.): Impact Cratering, Processes and Products, S. 223 – 239, Oxford (Blackwell Publishing Ltd.)

Göthel, M. (2004): Stratigraphie des Känozoikums in Brandenburg mit spezieller Berücksichtigung des Braunkohlenreviers Lausitz. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **11**, 1/2, S. 149 – 168, Kleinmachnow

Göthel, M. (2006): Fortschritte bei der Unterscheidung von Aquiferen in der Trias und im Jura von Brandenburg unter spezieller Berücksichtigung der Sequenzstratigraphie. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **13**, 1/2, S. 91 – 115, Kleinmachnow

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

Göthel, M. & W. Schneider (2004): Die miozänen Ablagerungen und Pflanzenfossilien des Deckgebirges im Tagebau Cottbus-Nord im Rahmen der sequenzstratigraphischen Gliederung des Neogens der Lausitz. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **11**, 1/2, S. 49 – 72, Kleinmachnow

Hammer, J., Eidam, J., Röber, B. & B.-C. Ehling (1999): Prävariszischer und variszischer granitoider Magmatismus am NE-Rand des Böhmischen Massivs – Geochemie und Petrogenese. – Z. geol. Wiss. **27**, 5/6, S. 401 – 415, Berlin

Hammerschmidt, K., Kopp, J. & L. Haucke (2003): Sm-Nd dating on minerals of a silica undersaturated, Ca-rich, crustally derived gabbro of the Mid-German Crystalline Zone, drill hole Züllsdorf, Southern Brandenburg (Germany). – Z. geol. Wiss. **31**, 3, S. 225 – 238, Berlin

Haq, B. U. & S. R. Schutter (2008): A Chronology of Paleozoic Sea-Level Changes. – Science **322**, S. 64 – 68, Washington, Cambridge

Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & P. R. Vail (1998): Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Chart. – In: de Graciansky, P.-C., Hardebol, J., Jacquin, T. & P. R. Vail (eds.): Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins, SEPM Special Publication **60**, chart, Tulsa

Haug, E. (1908 – 1911): Traité de Géologie II. – Les périodes géologiques. – **Livres 1 – 2**, S. 539 – 1396, Paris (Librairie Armand Colin)

Heuse, T., Blumenstengel, H., Elicki, O., Geyer, G., Hansch, W., Maletz, J., Sarmiento, G. N. & D. Weyer (2010): Biostratigraphy – The faunal province of the southern margin of the Rheic Ocean. – In: Linnemann, U. & R. L. Romer (eds.): Pre-Mesozoic Geology of Saxo-Thuringia, S. 99 – 170, Stuttgart (Schweizerbart Science Publishers)

International Commission on Stratigraphy & G. Ogg (2012): GSSP Table – All Periods, Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP). – Last updated: 8-Aug-2012. – http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps

International Commission on Stratigraphy (2014): GSSP Table – All Periods, Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the International Commission on Stratigraphy. – Last updated: February 2014. – http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps

Keller, G. (2005): Impacts, volcanism and mass extinction: random coincidence or cause and effect? – Australian Journal of Earth Sciences **52**, S. 725 – 757, Sydney (Geological Society of Australia)

Kopp, J. & P. Bankwitz (2003): Introduction to the geology of the MECZ and MGCZ. – In: Kopp, J. & P. Bankwitz (eds.): Geological Field Workshop Mid-European Crystalline Zone (MECZ) 22. – 25. April 2003. – Exkurs. F. u. Veröfftl. GGW 217, S. 1 – 15, Berlin (Gesellschaft für Geowissenschaften e. V.)

Kröner, A., Hegner, E., Hammer, J., Haase, G., Bielicki, K.-H., Krauss, M. & J. Eidam (1994): Geochronology and Nd–Sr systematics of Lusatian granites: significance for the evolution of the Variscan orogen in east-central Europe. – Geol. Rundsch**. 83**, S. 357 – 376, Berlin, Heidelberg (Springer)

Linnemann, U., McNaughton, N. J., Romer, R. L., Gehmlich, M., Drost, K. & C. Tonk (2004): West African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): Did Armorica ever leave pre-Pangean Gondwana? – U/Pb-SHRIMP zircon evidence and Nd-isotopic record. – Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau) **94**, S. 683 – 705, Berlin, Heidelberg (Springer)

Lotsch, D. (1981): Korrelationstabelle der lithostratigraphischen Einheiten des Tertiärs der DDR. – In: **TGL 25234/08**: Geologie, Stratigraphie, Stratigraphische Skala der DDR, Tertiär. – Ministerium für Geologie, 30.07.1981, Berlin

Peng, S., Babcock, L. E. & R. A. Cooper (2012): The Cambrian Period. – In: Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. & G. Ogg (eds.): The Geologic Time Scale 2012. – S. 437 – 488, London, Amsterdam (Elsevier B. V.)

Schneider, J. W., Rössler, R., Werneburg, R., Scholze, F. & S. Voigt (2014): The Carboniferous – Permian basins in Saxony, Thuringia, and Saxony-Anhalt of East Germany. – In: Schneider, J. W., S. Opluštil & F. Scholze (Hrsg.): CPC-2014 Field Meeting on Carboniferous and Permian Nonmarine – Marine Correlation July 21st – 27th, Freiberg, Germany, Excursion Guide. – Wissenschaftliche Mitteilungen **46**, S. 55 – 121, Freiberg (Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie)

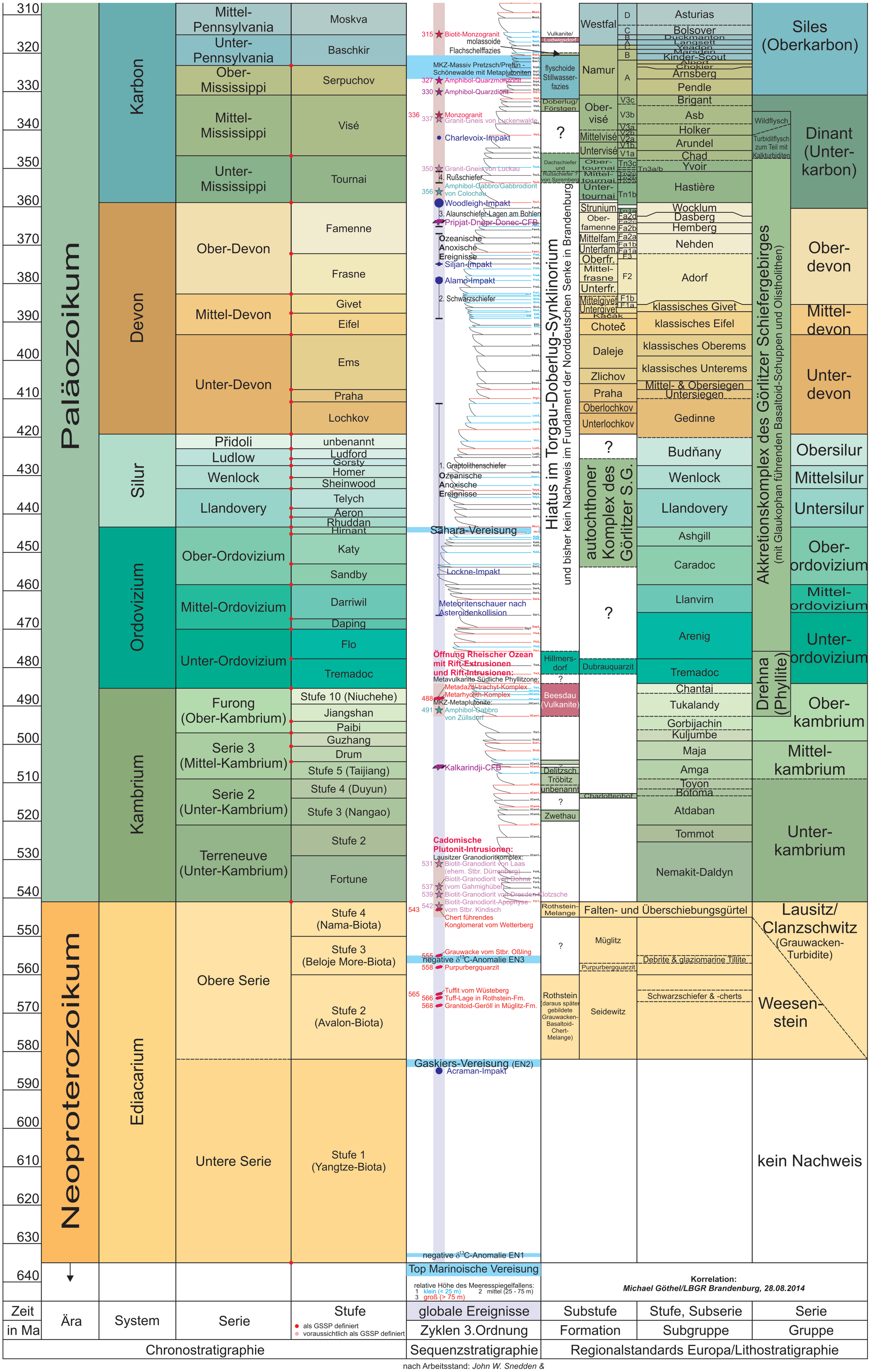
Snedden, J. W. & C. Liu (2010): A Compilation of Phanerozoic Sea-Level Change, Coastal Onlaps and Recommended Sequence Designations. – Search and Discovery Article #40594, posted August 20, 2010 (http://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2010/40594snedden/ndx_snedden.pdf.html)

Stratigraphie von Brandenburg 2014

Teil 1 und Teil 2 (Rückseite)

LBGR
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Zeit in Ma	Ära	System	Serie	Stufe (● als GSSP definiert, ○ voraussichtlich als GSSP definiert)	globale Ereignisse: Sequenzstratigraphie / Zyklen 3.Ordnung	Regionalstandards Europa/Lithostratigraphie: Substufe / Formation	Stufe, Subserie / Subgruppe	Serie / Gruppe
0	Känozoikum	Quartär	Holozän	Taranto	relative Höhe des Meeresspiegelfallens: 1 klein (< 25 m) 2 mittel (25 - 75 m) 3 groß (> 75 m)	Glazial-/Interglazial-Ablagerungen	Oberpleistozän	Holozän
			Pleistozän	Tarant Ionio Calabria Gela	letzte Vereisungen		Mittelpleistozän Unterpleistozän	Pleistozän
			Pliozän	Piacenza Zanclе		Schmiedeberg-Elbeschotter Bautzen-Elbeschotter Weißwasser ("Flammenton") Ottendorf-Okrilla-Elbeschotter	Oberpliozän Unterpliozän	Pliozän
10		Neogen	Miozän	Messina Tortona			Obermiozän	Miozän
20				Serravalle Langhe Burdigal	Meteoritenschauer: • Ries-Impakt	Rauno Obere Brieske Untere Brieske	Mittelmiozän Untermiozän	
30		Paläogen	Oligozän	Aquitan Chatt		Möllin/Spremberg Obere Cottbus Untere Cottbus Lindstedt	Oberoligozän	Oligozän
				Rupel	Meteoritenschauer: Chesapeake Bay & Popigai-Impakt	Rupelton Rupelbasissand/Calau	Unteroligozän	
40			Eozän	Priabona	Mistastin-Impakt	Obere Schönewalde	Obereozän	Eozän
				Barton	Äthiopien-CFB Haughton-Impakt	Niemegk/Schlieben/Nichtewitz Untere Schönewalde	Mitteleozän	
50				Lutet		Serno		
				Ypres	• Kamensk-Impakt • Montagnais-Impakt	"Kalksandstein-Gruppe"/Genthin "Grünsand-Gruppe"/Nedlitz Obere Marnitz ("Eozän 4") Unt. Marnitz ("Eozän 2-4")	Untereozän	
60			Paläozän	Thanet	Nordatlantik-Öffnung: Nordatlantik-LIP (Phase 2)	Schlieven ("Eozän 1") Helle/Mahlpfuhl/?Nassenheide	Oberpaläozän	Paläozän
				Sæland		"Grüneberger Serie"/Nassenheide	Mittelpaläozän	
				Dan	LIP (Phase 1) Dekkan-CFB Chicxulub-Impakt	Waßmannsdorf Wülpen	Unterpaläozän	
70	Mesozoikum	Kreide	Ober-Kreide	Maastricht	• Kara-Impakt	Obermaastricht Nennhausen Zahna Untermaastricht	klassisches Maastricht	Oberkreide
80				Campan	• Manson-Impakt • Lappajärvi-Impakt	Obercampan	Campan	
90				Santon		Untercampan Obersanton Unter- & Mittelsanton	Santon	
				Coniac	Ontong-Java-LIP (Phase 2)	Oberconiac Mittelconiac Unterconiac	Coniac	
				Turon	Meteoritenschauer: Schwarzschiefer-Lagen Steen River-Impakt	Oberturon Mittelturon Unterturon	Turon	
100				Cenoman		Obercenoman Mittelcenoman Untercenoman	Cenoman	
			Unter-Kreide	Alb	Ozeanische Anoxische Ereignisse: Schwarzschiefer	Oberalb Mittelalb Unteralb	Alb	Unterkreide
110								
120				Apt	• Carswell-Impakt	Oberapt	Apt	
					Ontong-Java-LIP (Phase 1) Tookoonooka-Impakt	Unterapt		
130				Barrême	• Hauptblätterton	Oberbarrême Unterbarrême	Barrême	
				Hauterive		Oberhauterive Unterhauterive	Hauterive	
140				Valangin		Obervalangin Untervalangin	Valangin	
				Berrias	• Mjølnir-Impakt • Gosses Bluff-Impakt • Morokweng-Impakt	Wealden W5-6 W3-4 W1-2	Rjasan	
150		Jura	Ober-Jura	Tithon		Portland 6"/Serpulit "Portland 5" OM5 Serpelkalke "Portland 4" OM4 "Portland 1-3" OM1-3	Obermalm	Malm
				Kimmeridge		"Kimmeridge 1-3"/Süntel MM1-3	Mittelmalm	
160				Oxford		Korallenoolith UM4-6 Heersum UM2-3 UM1	Untermalm	
			Mittel-Jura	Callov	Puchezh-Katunki-Impakt • Obolon-Impakt	Obercallov Unter- & Mittelcallov	Oberer Dogger	Dogger
170				Bathon		Oberbathon Unterbathon	Mittlerer Dogger	
				Bajoc		Oberbajoc Unterbajoc	Unterer Dogger	
				Aalen	Ozeanische *opalinum*-Ton	Oberaalen Unteraalen		
180			Unter-Jura	Toarc	Anoxische Dörnten-Schiefer Posidonienschiefer Ereignisse	Yeovil (Obertoarc) "Grüne Serie" Whitby (Untertoarc)	Oberer Lias	Lias
				Pliensbach		Domer (Oberpliensbach) Carix (Unterpliensbach)	Mittlerer Lias	
190				Sinemur		Lotharing (Obersinemur) Lotharing-Basis (Haug 1908 - 1910) Untersinemur	Unterer Lias	
200				Hettang	Zentralatlantik-Öffnung: dunkle Palynomorphenzone	Oberhettang Unterhettang		
		Trias	Ober-Trias	Rhät	Zentralatlantik-LIP	Rhätkeuper (Exter) *Triletes*-Schichten *contorta*-Schichten Obere *posterus*-Schichten	Oberer Keuper	Keuper
210						Ob. Steinmrgk. 3 Oberer Steinmergelkeuper 2 Oberer Steinmergelkeuper 1		
				Nor	• Manicouagan-Impakt • Rochechouart-Impakt • Saint Martin-Impakt	Steinmergelkeuper (Arnstadt) Mittlerer Steinmergelkeuper Unterer Steinmergelkeuper	Mittlerer Keuper	
220								
230				Karn		Ob. Gipskeuper (Weser) Stuttgart Schilfsandstein Unt. Gipskeuper (Grabfeld)		
			Mittel-Trias	Ladin		Lettenkeuper (Erfurt)	Unterer Keuper	
240						Hauptmuschelkalk	Oberer Muschelkalk	Muschelkalk
				Anis	• Araguainha-Impakt	Anhydritfolge Wellenkalk & Schaumkalk	Mittlerer Muschelkalk Unterer Muschelkalk	
250			Unter-Trias	Olenek		Röt Solling Hardegsen Detfurth Volpriehausen	Ob. Buntsandstein Mittlerer Buntsandstein	Buntsandstein
				Indus		Calvörde & Bernburg	Unt. Buntsandstein	
		Perm	Loping (Ober-Perm)	Changhsing	Sibirien-Norilsk-CFB Grauer Salzton Stinkschiefer Kupferschiefer	Fulda Ohre & Friesland Aller Leine Staßfurt Werra	Brockelschiefer Zechsteinletten Zechsteinsalinar	Zechstein
260				Wujiaping		Mellin		
			Guadalupe (Mittel-Perm)	Capitan	Emeishan-LIP ? Wilkes Land-Impakt	Peckensen Eldena Rambow	Elbe	Oberrotliegend II
270				Word		Mirow	Havel	
				Road		Parchim		
280			Cisural (Unter-Perm)	Kungur			Müritz	Oberrotliegend I
290				Artinsk		unbenannte Formation/ Basaltoide von Kotzen		Unterrotliegend
				Sakmara	• West & East Clearwater-Impakt Angara-Vereisungen			
300				Assel	Variszische Plutonit-Intrusionen: Massiv Arnsdorf - Königshain: 304 ★ Amphibol-Monzogranit von Wiesa	Rhyolithoide Vulkanite/Grüneberg Vulkanite	Altmark	
			Ober-Pennsylvania	Gzhel		"Basis-sedimente" Stephan C B A	Mansfeld Barruelo Cantabria	
				Kasimov				



nach Arbeitsstand:
International Commission on Stratigraphy, Februar 2014

nach Arbeitsstand: *John W. Snedden & Chengjie Liu/ExxonMobile, 20.08.2010*
(angepasst, Ereignisse, Plutonite, 24.07.2014)

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 23 – 26	5 Abb., 6 Zit.

Das Geowissenschaftliche Archiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg in Cottbus

The geological archive of the Geological Survey of Brandenburg in Cottbus

Dirk Zorn

Das Geowissenschaftliche Archiv (Geo-Archiv) in Cottbus und das in Wünsdorf befindliche Bohrkernlager (vgl. Beitrag Göthel, dieses Heft) des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) erschließen und bewahren unveröffentlichtes geowissenschaftliches Schriftgut, Bohrkerne und Proben aus 140 Jahren geologischer Forschung und Erkundung zum Territorium des heutigen Landes Brandenburg.

1. Das Geo-Archiv

1. 1 Geschichte

Das Geowissenschaftliche Archiv des LBGR blickt auf eine lange Tradition und Geschichte zurück. Seit jeher ist das Sammeln und Aufbewahren von Daten ein immanenter Bestandteil geologischer Arbeiten. Bereits im Gründungsstatut der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie (KPGLA) vom 08.04.1875 wird im § 2, Ziffer 6, die „Sammlung und Aufbewahrung der im Lande gefundenen Gegenstände von geologischem Interesse und der auf solche bezüglichen Nachrichten“ als originäre Aufgabe fixiert. Der Aufbau von Sammlungen, Bibliotheken und Archiven, u. a. des Montan- und Bohrarchivs, trugen dieser Forderung Rechnung. Die wechselvolle Geschichte geologischer Institutionen und Einrichtungen auf dem Gebiet des heutigen Landes Brandenburg, ihre Aufgaben und Zuständigkeiten, spiegeln sich letztendlich in den Archivbeständen des LBGR wider. Das Verständnis über Inhalt und Umfang von Archiv- und Datenbeständen setzt institutionsgeschichtliche Kenntnisse voraus. Eine ausführliche Darstellung würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen und der Zeitraum 1945 – 1990, der den zeitlichen Bestandsschwerpunkt bildet, ist bereits an anderer Stelle publiziert worden (vgl. Lühe & Zorn 2011). Nachfolgend deshalb nur ein notwendiger und kurzer einleitender Abriss.

Die ältesten Unterlagen gehen auf die im Jahr 1873 in Berlin gegründete Königlich-Preußische Geologische Landesanstalt und Bergakademie zurück, die sich in der Folgezeit als Preußische Geologische Landesanstalt (PGLA) zu einem der führenden Geologischen Dienste in Deutschland entwickelte. Allein die mehr als 1 500 im Rahmen der geologischen Landesaufnahme von 1873 – 1945 herausgegebenen Karten im Massstab 1 : 25 000 zeugen von einer später nie wieder erreichten Produktivität.

Im Verlauf des Zweiten Weltkrieges wurde das Gebäude der PGLA in der Invalidenstraße 44 durch Bombentreffer stark zerstört, so dass 1944 eine Auslagerung der Archivalien in den Kalischacht Heringen (Hessen) erfolgte. Bedingt durch die Teilung Deutschlands gelangten diese Bestände in die 1958 gegründete Bundesanstalt für Bodenforschung (heute BGR) nach Hannover und den zuständigen Geologischen Landesanstalten in Westdeutschland. Mit Neugründung der Geologischen Landesanstalt (GLA) in der Sowjetischen Besatzungszone begann der Neuanfang eines Zentralarchivs im Osten Deutschlands. Die Zuständigkeit erstreckte sich nunmehr auf das unveröffentlichte geowissenschaftliche Archivgut der GLA und deren Nachfolgeinstitutionen. Neben diesem Zentralarchiv entstanden bei den Außenstellen des Geologischen Dienstes sowie später bei den Bezirksstellen für Geologie der DDR geowissenschaftliche Regionalarchive. Die Zuständigkeit der Bezirksstellen für Geologie erstreckte sich unmittelbar auf das Territorium des jeweiligen Bezirkes. Diese Regionalarchive umfassten vor allem Bohr- und Gutachtenarchive (v. a. Hydro- und Ingenieurgeologie) und befinden sich heute für das Gebiet des Landes Brandenburg vollständig im Geo-Archiv des LBGR. In der geologischen Industrie der DDR entstanden u. a. große Zentralarchive für die Bereiche Erdöl/Erdgas (Gommern), Hydrogeologie (Nordhausen) und Geophysik (Leipzig). Während sich die beiden erst genannten Archive in Folge der Privatisierung volkseigener Betriebe heute in Privathand befinden und nur Doubletten in den staatlichen Geo-Archiven zu finden sind, wurde das ehemalige Zentralarchiv des VEB Geophysik Leipzig entsprechend der territorialen Zuständigkeit an die Geologischen Dienste übergeben.

Das Berliner Zentralarchiv, das seit 1959 die Bezeichnung Zentralarchiv des Zentralen Geologischen Fonds (ZGF) trug, war zuständig für die Archivierung des unveröffent-

lichten geowissenschaftlichen Schriftgutes der im Bereich des späteren Ministeriums für Geologie (MfGeo) angesiedelten Institutionen und Erkundungsbetriebe. 1978 erhielt es von der Staatlichen Archivverwaltung der DDR den Status als „Staatliches Endarchiv“ für den MfGeo-Bereich. Diese letztendlich eingeschränkte Zuständigkeit hatte zur Folge, dass z. B. die nicht zum MfGeo-Ressort gehörenden Betriebe der Braunkohlenindustrie gegenüber dem ZGF nicht ablieferungspflichtig waren. Daher befinden sich heute im Geo-Archiv des LBGR keine nennenswerten Bestände zur Braunkohlenerkundung. In den Jahren 1991 – 1993 erfolgte eine „Entflechtung“ der Bestände des ZGF. Auf Grundlage entsprechender Regelungen wurden ca. 70 % des Gesamtbestandes zuständigkeitshalber an die Geologischen Landesämter der neuen Bundesländer übergeben. Bei der BGR in Berlin verblieben nur die in die Kompetenz des Bundes fallenden Archivalien.

Der Bestand des heutigen Geo-Archivs des LBGR setzt sich zusammen aus:
- Beständen der Bezirksstellen für Geologie,
- Teilbeständen des Zentralen Geologischen Fonds,
- Teilbeständen geologischer Erkundungsbetriebe der DDR,
- Teilbeständen der Staatlichen Vorratskommission der DDR und
- Neueingängen ab 1992.

1992 erfolgte die Gründung des Landesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe (LGRB) mit Hauptsitz in Kleinmachnow und Regionalbüros in Frankfurt (Oder) und Cottbus mit entsprechenden Haupt- und Regionalarchiven. Nach der Fusion des LGRB mit der brandenburgischen Bergbehörde zum Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) und der damit verbundenen Schließung der Regionalbüros und des Geologie-Hauptstandortes Kleinmachnow, erfolgte 2011die Konzentration der Landesgeologie und die Zusammenlegung der Archive in Cottbus. Im für die Landesgeologie errichteten Neubau stehen dem Geo-Archiv über 2 200 laufende Regal-Meter zur Verfügung.

Das Geo-Archiv ist ausschließlich für die Belange der Landesgeologie zuständig. Alle bergbaurelevanten Unterlagen liegen in der Verantwortung der Abteilungen der Bergbauverwaltung.

1.2 Bestand

1.2.1 Berichtsarchiv

Das Berichtsarchiv (Abb. 1) umfasst ca. 20 000 unveröffentlichte geologische Berichte und Gutachten vorrangig aus der Zeit nach 1945 zum Territorium des Landes Brandenburg. Inhaltlich bilden unveröffentlichte Abschluss-, Ergebnis- und Forschungsberichte zu hydrogeologischen, rohstoff- und lagerstättenkundlichen sowie geophysikalischen Erkundungen den Schwerpunkt. Die Auf- und Einarbeitung umfangreicher übernommener Archivbestände geologischer Erkundungsbetriebe und Einrichtungen der DDR erfolgt sukzessive. Der Bestand ist über einen IT-gestützten Katalog erschlossen. Genutzt wird die Datenbankanwendung MIDOS 6 der Firma Progris-Projektgruppe Informationssysteme GmbH Berlin.

Abb. 1: Berichtsarchiv, Magazin
Fig. 1: Archive depots for unpublished reports

1.2.2 Bohrarchiv/Bohrdatenbank (GeoDaB)

In der Bohrdatenbank sind ca. 196 000 Bohrungen (Abb. 2) dokumentiert, von denen ca. 114 000 ein digitales Schichtenverzeichnis besitzen. Seit 2006 werden alle neu eingehenden Schichtenverzeichnisse gescannt, ebenso wie die im Rahmen des Altdatenabgleiches des Bohrarchives mit der Bohrdatenbank (GeoDaB) aufgearbeiteten Bohrergebnisse. Bis Ende 2013 wurden 41 000 Schichtenverzeichnisse gescannt und die Originale damit bildhaft gesichert. Jährlich werden ca. 2 500 neue Bohrungen in den Archivbestand eingearbeitet und in der Bohrdatenbank dokumentiert. Die Summe der Teufe aller Bohrungen beträgt über 11 Millionen Meter. Bei der ORACLE-basierten GeoDaB wird die Software GeODin der Firma FUGRO GmbH Berlin verwendet.

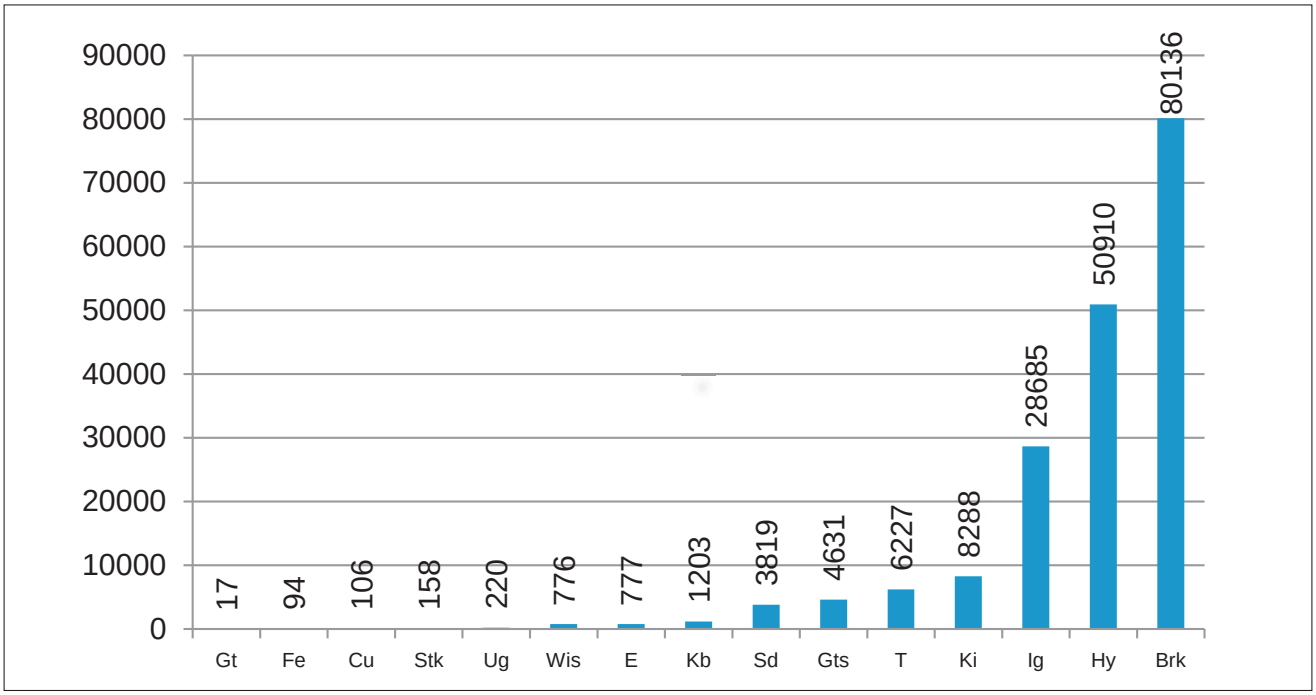


Abb. 2: Anzahl der Bohrungen nach Aufgabenstellung (Auswahl)
Gt – tiefe Geothermie; Fe – Eisenerz; Cu – Kupfer; Stk – Steinkohle; Ug – Untergrundspeicherung; Wis – Wismutbohrung; E – Erdöl/Erdgas; Kb – Kartierung; Sd – Sand; Gts – oberflächennahe Geothermie; T – Ton; Ki – Kies; Ig – Ingenieurgeologie/Baugrund; Hy – Hydrogeogie; Brk – Braunkohle
Fig. 2: Number of boreholes pertaining to the task formulation (selection)
Gt- deep geothermy; Fe – iron ore; Cu – copper; Stk – hard coal; Ug – underground storage; Wis – uranium; E – oil/rock gas; Kb – geological mapping; Sd – sand; Gts – geothermy; T – clay; Ki – gravel; Ig – engineering geology; Hy – hydrogeology; Brk - lignite

1.2.3 Kartenarchiv

Im Kartenarchiv (Abb. 3) befinden sich mehrere tausend veröffentlichte und unveröffentlichte geowissenschaftliche und topographische Karten aus der Zeit von 1873 bis zur Gegenwart mit dem Land Brandenburg als geographischen Sammlungsschwerpunkt.
Nachfolgende Karten und Kartenwerke bilden den inhaltlichen Bestandsschwerpunkt (Auswahl):

- Geologische Karten des Landes Brandenburg 1 : 300 000, 1 : 100 000 und 1 : 50 000,
- Geologische Karte von Preußen 1 : 25 000,
- Hydrogeologische Karte von Brandenburg 1 : 50 000,
- Hydrogeologische Karte DDR 1 : 50 000,
- Rohstoffgeologische Karten von Brandenburg 1 : 300 000, 1 : 50 000,
- Lithofazieskarte Quartär DDR 1 : 50 000,
- Bodengeologische Karten des Landes Brandenburg 1 : 300 000, 1 : 50 000,
- Bodenschätzungskarte DDR 1 : 25 000 (einschließlich Arbeitskarten 1 : 10 000) und die
- mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung 1 : 100 000 (einschließlich Arbeitskarten 1 : 25 000).

Abb. 3: Kartenarchiv, Magazin
Fig. 3: Archive depots for maps

Diese Karten- und Kartenwerke sind bereits größtenteils digitalisiert (gescannt) und können über den Vertrieb bezogen werden. Eine datenbankbasierte Erschließung der Bestände steht noch aus.

1.3 Benutzung

Das Geo-Archiv steht Amtsangehörigen uneingeschränkt und der Öffentlichkeit grundsätzlich zur Verfügung, jedoch sind nicht alle Archivbestände frei zugänglich (Abb. 4 – 5). Zum Schutz privater Interessen (Urheberechte, Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse) unterliegen einige Archivalien Sperrklauseln. Nichtamtsangehörige können diese Archivalien nur nach schriftlicher Genehmigung des Informationseigentümers benutzen. Die Benutzung der Bestände regelt die Archivordnung. Bei den Archivbeständen handelt es sich ausschließlich um Präsenzbestände. Eine Aus- und Fernleihe ist ausgeschlossen. Die Benutzung vor Ort in Cottbus ist nach vorheriger Anmeldung möglich. Für einige Dienstleistungen (z. B. Anfertigung von Kopien) werden Gebühren erhoben.

Abb. 4: Nutzerraum
Fig. 4: Reading room

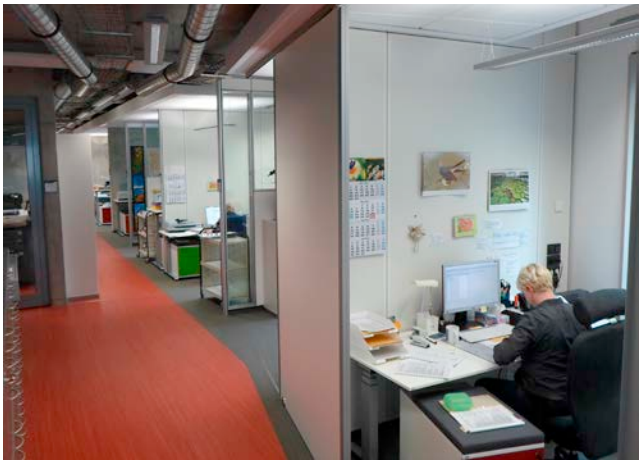


Abb. 5: Arbeitsräume Geo-Archiv
Fig. 5: Working area

1.4 Ausblick

Das wissenschaftliche Erbe der Landesgeologie zu bewahren und um neue Erkenntnisse zu erweitern erfordert den Erhalt und Ausbau der geowissenschaftlichen Datenspeicher, Archive und Sammlungen als einzigartige Wissensquellen. Neben dem Engagement aller Mitarbeiter ist auch der Gesetzgeber gefordert, die entsprechenden Rahmenbedingungen dafür zu schaffen.

Literatur

LÜHE, P. & D. ZORN (2011): Die Geowissenschaftlichen Datenspeicher in der DDR - Entstehung, Standorte, Neuzuordnung und Verbleib. – Schriftenreihe für Geowissenschaften **18**, S. 535 – 543, Ostklüne (Verlag Störr)

ZORN, D. (2000): Geschichte und Bestand des BGR-Archivs Berlin, ein Kurzüberblick. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 122 Bl., Berlin (unveröff.)

STRUCKMEIER, W. & G. DITTRICH (1990): Bericht über Abwicklungsarbeiten zur Erfassung der zentralen, geowissenschaftlichen Aufgaben im Gebiet der neuen Länder, Teilbericht Arbeitsgruppe Z 2. – Bericht Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 197 Bl., Berlin (unveröff.)

LÜHE, P., KLEINSTÄUBER, G., STRUCKMEIER, W. & G. DITTRICH (1996):Sicherung, Entflechtung und Neuzuordnung von geowissenschaftlichen Datenspeichern der ehemaligen DDR. – Z. angew. Geol. **42**, 1, S. 72 – 79, Berlin

DITTRICH, G.: (1994): Abschlussbericht über die Entflechtung der Bestände des Archivs Berlin. – Bericht Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 32 Bl., Berlin (unveröff.)

UDLUFT, H. (1968): Die Preußische Geologische Landesanstalt 1873 – 1939. – Geol. Jb. BH **78**, 170 S., Hannover

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 27 – 30	3 Abb.

Das Bohrkern- und Probenarchiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg in Wünsdorf – die Lithothek zur Rohstoffsicherung Brandenburgs

The drill core and sample archive of the Geological Survey of Brandenburg in Wünsdorf – the lithological library for the securing of raw materials in the state of Brandenburg, Germany

Michael Göthel

Während das Geowissenschaftliche Archiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR; vgl. Beitrag D. Zorn, dieses Heft) bibliothekarisch über die Dokumentationen geologischer Untersuchungen und Erkundungen in Brandenburg verfügt, so stellt das Bohrkern- und Probenarchiv die Lithothek des Landes dar. Es befindet sich am Standort Wünsdorf südlich Berlin in zentraler Lage Brandenburgs und kann damit ebenso von den Unternehmen und Universitäten der Hauptstadt genutzt werden. Es beinhaltet vor allem Bohrkerne und Kernproben von Gesteinen und Rohstoffen aus Tiefbohrungen Brandenburgs, die zum Zweck der staatlichen geologischen Kartierung, der Suche und Erkundung von Rohstoffen, wie Braunkohle, Kupfer-, Eisen-, Uran- und Wolframerz, Erdöl/Erdgas, Kalisalz, Steinkohle, der geophysikalischen, hydrogeologischen und geothermischen Untersuchung noch vor 1990 geteuft worden sind (Abb. 1). Diese Bohrungen wurden damals aus dem

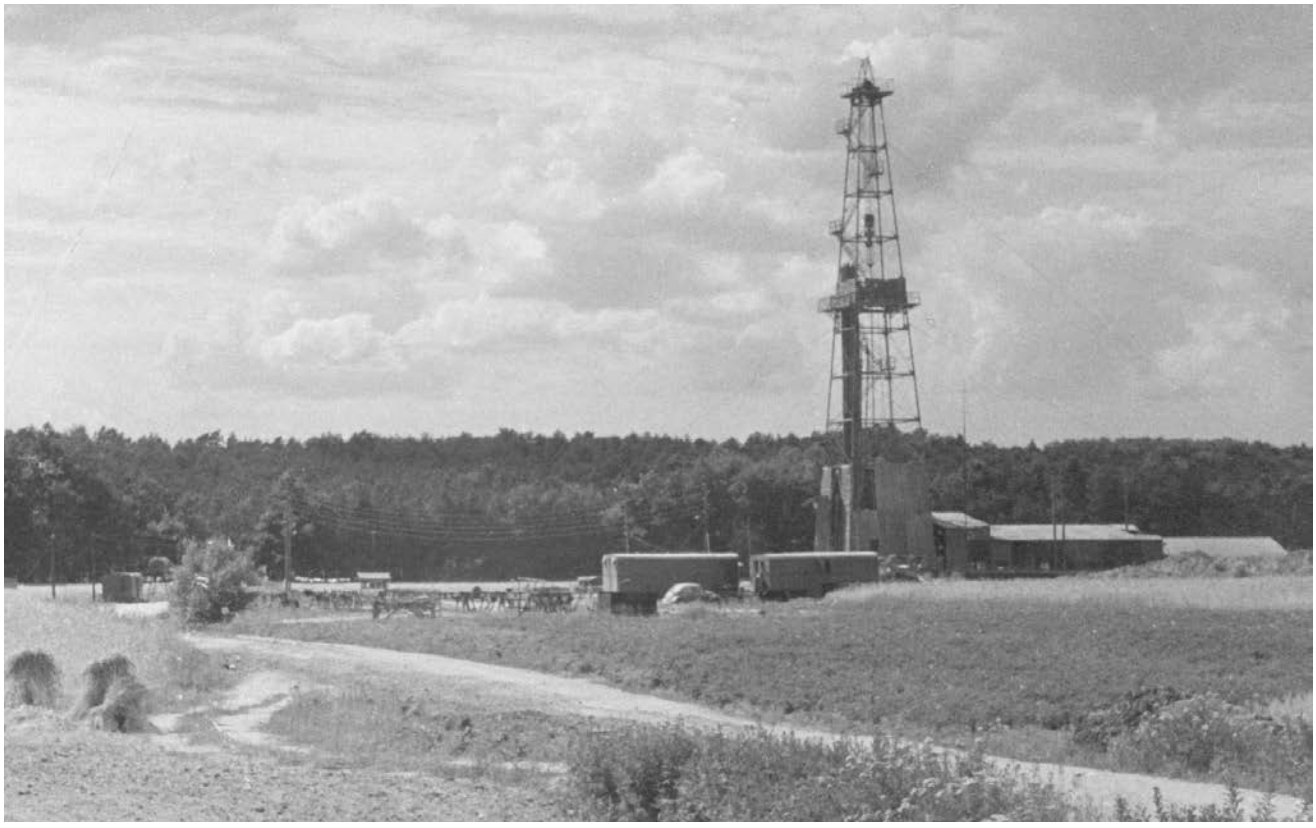


Abb. 1: In den sechziger Jahren bestimmte die Erdöl-/Erdgas-Erkundung mit der Bohranlage 5D-Uralmasch die landschaftliche Silhouette der Lausitz; hier zu sehen die Bohrung Guben E Gu 2/62 bei Schlagsdorf (Foto: K. Grunert 1962).

Fig. 1: The drilling rig 5D-Uralmasch controlled the silhouette of the Lausitz landscape by the petroleum exploration in the Sixties; to show here, the drilling rig Guben E Gu 2/62, nearby Schlagsdorf (photo: K. Grunert 1962).

Haushalt des Staates sowie der staatlichen Unternehmen finanziert. Ebenso gehören heute dazu zunehmend Gesteinskerne aus Tiefbohrungen zur Aufsuchung und Gewinnung von Sole bzw. Thermalsole, Erdwärme und zur Untersuchung zum Zweck der Errichtung unterirdischer behälterloser Speicher, wie zur Poren- und Kavernenspeicherung von Erdgas. Aus all diesen Bohrungen befinden sich in Wünsdorf aneinandergereiht ca. 160 km Bohrkerne. An diesen Bohrkernen können Untersuchungen mit Methoden durchgeführt werden, die zur Zeit ihrer Ergebnisdokumentation nicht möglich aber auch zum damaligen Zeitpunkt noch nicht für notwendig gehalten wurden. So sind beispielsweise in der heutigen Zeit Sandsteine als Porenspeicher bzw. -aquifere aus dem Mesozoikum (siehe Abb. 2, S. 131, Beitrag M. Göthel, dieses Heft) in den Fokus des wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Interesses gerückt. Ihre Speichereigenschaften werden und können an Bohrkernen aus Wünsdorf mit modernsten Methoden von Unternehmen, Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen untersucht werden. Zur Erhaltung der Bohrkerne und -proben wird vom LBGR Brandenburg Wert auf eine möglichst zerstörungsfreie Untersuchungsmethode gelegt.

Ohne die Möglichkeit des Zugriffs auf das Kernmaterial aus dem Kupferschiefer von 88 Bohrungen des Erkundungsobjektes Spremberg, die von 1954 bis 1962 und 1971 bis 1973 geteuft wurden, hätte ein wesentlich umfassenderes Bohrerkundungsprogramm der Kupferschiefer Lausitz GmbH (KSL) zur Gewinnung von Bohrkernen bis zu 1 500 m Tiefe realisiert werden müssen, an denen die Erzgehalte und gebirgsmechanischen Eigenschaften mit den heutigen Methoden hätten bestimmt werden können. Vor dem Abteufen der Bohrung Guhlen E Guln 1/2012 zur Aufsuchung von Erdöl und Erdgas am Schwielochsee, konnte die Central European Petroleum GmbH (CEP) an den in Wünsdorf vorhandenen Gesteinskernen aus Bohrungen der benachbarten Erkundungsobjekte Mittweide und Schlepzig Untersuchungen der Kohlenwasserstoff-Speichereigenschaften zur Einschätzung des Investitionsrisikos durchführen. Zwei Drittel des Durchmessers der kompletten Kernstrecke dieser Bohrung wurde inzwischen im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archiviert, wovon CEP ein Drittel dem Land Brandenburg übergeben hat.

Schon am enormen Kostenaufwand notwendiger Bohrerkundungen scheitern viele wirtschaftliche Vorhaben und wissenschaftliche Forschungen. Allein die Realisierung der im Jahr 2012 auf 2 912 m geteuften Bohrung Guhlen E Guln 1/2012 erforderte eine Investition von 14 Mio. Euro. Dieses Beispiel verdeutlicht den unschätzbaren Wert des in Wünsdorf für Untersuchungen zur Verfügung stehenden Gesteinsmaterials aus der überwiegenden Anzahl aller in Brandenburg geteuften Tiefbohrungen. So konnte auch das Kernmaterial der tiefsten Bohrung Brandenburgs, der Forschungsbohrung Pröttlin E Pröt 1h/81, mit 7 008 m Teufe auch eine der tiefsten Bohrungen der Welt, dem Deutschen Geoforschungszentrum für Untersuchungen zur Ermöglichung der Nutzung von Schiefergas als zukunftsträchtige Energiereserve bereitgestellt werden. Des Weiteren sind Kernstrecken aus den 9 der zwischen 5 000 bis 6 000 m, 37 der zwischen 4 000 bis 5 000 m, 25 der zwischen 3 000 bis 4 000 m sowie 123 der zwischen 2 000 bis 3 000 m in Brandenburg geteuften Tiefbohrungen im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR Brandenburg archiviert. Bei einer Kernrohrlänge von 3 m würden heute die Kosten allein für einen Meter Bohrkern ca. 20 000 Euro ab 2 000 m Teufe betragen. Die Bohrkerne und Bohrkernproben aus diesen Bohrungen sind schon aus Kostengründen nicht wiederbeschaffbar.

Sowohl die Bohrkern- als auch Bohrprobenbestände befinden sich in Kernkisten (siehe Abb. 5a/b, S. 109, Beitrag T. Höding, dieses Heft) von 90 bis 105 cm Länge, die in 3, 4 oder 6 bis 8 Fächer geteilt sein können. Die Breite der Einfachkernkisten variiert zwischen 11 und 25 cm, ihre Höhe zwischen 10 und 23 cm. Die Bohrkernkisten werden auf Paletten gestapelt (Abb. 2) und diese auf zwei Etagen in Schwerlastregalen archiviert. Auf einer Palette können abhängig von der Etagenhöhe und je nach ihrer Breite und Höhe 28 bis 112 Kernkisten gestapelt werden. Die Schwerlastregale sind auf drei 24 m breite und bis zu 120 m lange Hallen verteilt. In einer vierten Halle lagern außerdem Kernkisten mit den Bohrkernproben in 8- bis 10-fächerigen Regalen. Außerdem sind aus allen Erdöl-Vorkommen Brandenburgs Proben in Wünsdorf archiviert. Ebenso liegt Material von allen anderen Rohstoffen, wie Kupfer- und Eisenerz, Kalisalz, Braun- und Steinkohlen sowie Kalksteinen, Tonen, Sanden und Kiesen vor.

Für Untersuchungen an den Bohrkernen und -proben können die Paletten mit einem Gabelstapler aus den Regalen gehoben und die Kernkisten auf vorhandenen Auslegestrecken bereit gestellt werden. Für die Auslegung der Kernkisten stehen sowohl die vier Hallen als auch drei weitere beheizte Räume im Kernlager zur Verfügung. Das Herzstück stellt davon die längste Kernauslegestrecke mit 26 m Länge dar (Abb. 3).

Obwohl für die Auslage der Bohrkerne ausreichend Platz vorhanden zu sein scheint, erfordert der wachsende Untersuchungsbedarf und die Anzahl an Nutzern eine Bewertung ihrer Notwendigkeit und Reihenfolge. Den Nutzern des Bohrkernlagers konnten im Jahr 2011 Bohrkerne mit einer aneinander gereihten Länge von 1 563 m ausgelegt werden. Im Jahr 2012 betrug die Länge 2 152 m und 1 886 m im Jahr 2013. Die Vorhaltung und Führung einer dafür notwendigen Bohrkern- sowie Bohrkernproben-Datei mit der Erfassung der Kerne und Kernproben jeder einzelnen Bohrung und ihres Lagerungsplatzes befindet sich wegen des enormen Bestandes und der begrenzten Anzahl von derzeit zwei Geowissenschaftlern und einem Lagerarbeiter noch immer im Aufbau. Daneben haben die im Verwaltungsteil des Bohrkern- und Probenarchivs tätigen Geowissenschaftler die Aufgaben, die an die Tiefengeologie des LBGR Brandenburg mit stetig steigenden wirtschaftlichen, wissenschaftli-

Abb 2: Aufbewahrung von Kernkisten in Form der Palettenstapelung im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR Brandenburg in Wünsdorf (Foto: D. Mehlau, 04.02. 2014).

Fig. 2: The pallet-stacking system with storage of core boxes in the drill core and sample archive of the LBGR Geological Survey of the state Brandenburg in Wünsdorf, Germany (photo: D. Mehlau, February 4, 2014).

Abb. 3: Die längste Kernauslegestrecke des Bohrkern- und Probenarchivs des LBGR Brandenburg in Wünsdorf mit vorbereiteten Bohrkernen aus dem Kambrium, die im Rahmen einer Doktorarbeit an der TU Bergakademie Freiberg in Zusammenarbeit mit der Zawiya University/Libyen untersucht werden (Foto: D. Mehlau, 04.02.2014).

Fig. 3: The longest placement line for cores in the drill core and sample archive of the Geological Survey of Brandenburg in Wünsdorf, Germany. The photo shows drill cores from the Kambrian system, prepared for the investigation by a dissertation on the TU Bergakademie Freiberg in cooperation with the Zawiya University/ Libya (photo: D. Mehlau, February 4, 2014).

chen aber auch politischen Bedarf gestellt werden, zu erfüllen. Die Ergebnisdokumentationen an den durchgeführten Bohrkernuntersuchungen können dafür wiederum genutzt werden.

Die Darlegungen und aufgeführten Beispiele verdeutlichen, dass die Bohrkerne und -proben ein erstrangiges Kultur- und Wissenschaftsgut für Brandenburg darstellen, dessen Erhaltung die Rohstoffsicherung und Lösung zukünftiger wirtschaftlicher und geowissenschaftlicher Fragen erfordert. Deren große Bedeutung zur Daseinsvorsorge verlangt vom Land Brandenburg ganz besonders eine personelle Ausstattung seines Bohrkern- und Probenarchivs mit entsprechend qualifizierten Geowissenschaftlern. Mit seinen Beständen stellt es das größte Bohrkernlager Deutschlands dar.

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 31 – 36	3 Abb., 11 Zit.

Zum rechtlichen Rahmen der Rohstoffsicherung und -gewinnung im Land Brandenburg

About legal conditions for saving and digging mineral resources in the state of Brandenburg

Karina Pulz & Jürgen Hackl

Die Rohstoffsicherung und Gewinnung erfolgt im Rahmen eines komplexen Planungs- und Genehmigungsprozesses. Dieser umfasst im Wesentlichen zwei Stufen, die Sicherung der natürlichen Rohstoffvorkommen im Rahmen der Raumplanung und die Genehmigung des konkreten Bergbauvorhabens. Auf der Planungsstufe ist zwischen den Raumordnungs- und den Regionalplänen zu differenzieren. Das bergrechtliche Genehmigungsverfahren unterteilt sich in die Erteilung der Bergbauberechtigungen und in die Zulassung der bergrechtlichen Betriebspläne.

1. Rohstoffsicherung in der Raumordnung, Landes- und Regionalplanung

1.1 Raumordnerische Grundlagen

Im Zuge der Föderalismusreform hat der Bundesgesetzgeber mit dem Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008 die zuvor geltende Rahmengesetzgebung abgelöst und für die Länder verbindliche Regelungen für die Raumordnung geschaffen. Die Raumordnung hat die Aufgabe, unterschiedliche Anforderungen an den Raum aufeinander abzustimmen und die auf der jeweiligen Planungsebene auftretenden Konflikte auszugleichen und Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen des Raums zu treffen (§ 1 Abs. 1 ROG). In Bezug auf die Rohstoffsicherung gelten die Grundsätze der Raumordnung, wonach die räumlichen Voraussetzungen für die vorsorgende Sicherung sowie für die geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen zu schaffen sind (§ 2 Abs. 1 Nr. 4 ROG). Die Raumordnungspläne sollen Festlegungen zur Raumstruktur enthalten, insbesondere zu Nutzungen im Freiraum, wie z. B. Standorte für die vorsorgende Sicherung sowie die geordnete Aufsuchung und Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen (§ 8 Abs. 5 Nr. 2 b) ROG). Die Erfordernisse der Raumordnung sind nach Maßgabe des § 4 ROG verbindlich. Die raumordnerische Festlegung der Flächen für die Rohstoffsicherung erfolgt in Form von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten. Vorranggebiete sind Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind (§ 8 Abs. 7 Nr. 1 ROG). Vorbehaltsgebiete sind Gebiete, in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen ist (§ 8 Abs. 7 Nr. 2 ROG). Vorranggebiete haben den Charakter von Zielen der Raumordnung. Es hat eine Endabwägung mit anderen konkurrierenden Nutzungen bereits stattgefunden. Vorbehaltsgebiete haben den Charakter von Grundsätzen der Raumordnung und sind einer Abwägung zugänglich, wobei der raumordnerischen Festlegung eine besondere Bedeutung bei der Abwägung zukommt.

Die Länder Berlin und Brandenburg betreiben seit dem Jahr 1996 eine gemeinsame Raumordnungspolitik und Landesentwicklungsplanung auf Grundlage des Landesplanungsvertrages. Das auf dieser Grundlage für die Region Berlin-Brandenburg entstandene Landesentwicklungsprogramm 2007 (LEPro 2007) ist am 1. Februar 2008 in Kraft getreten. Die Festlegungen des LEPro 2007 beschränken sich auf raumbedeutsame Aussagen und sind als Grundsätze der Raumordnung ausgestaltet. Sie bilden die Grundlage für Konkretisierungen auf nachfolgenden Planungsebenen, insbesondere der des Landesentwicklungsplans (LEP B-B) und der Regionalpläne. Zur Rohstoffsicherung enthält das LEPro die Aussage, dass für die Gewinnung von standortgebundenen Rohstoffen die raumordnerischen Voraussetzungen erhalten oder geschaffen werden sollen (vgl. § 6 Abs. 6 Freiraumentwicklung). Der LEP B-B ist am 15. Mai 2009 in Berlin und Brandenburg als Rechtsverordnung der Landesregierung in Kraft getreten. Er konkretisiert als überörtliche und zusammenfassende Planung die raumordnerischen Grundsätze für den Gesamtraum Berlin-Brandenburg. Im LEP B-B kommt auch die erhebliche wirtschaftliche Bedeutung der Gewinnung und Nutzung der vom Bergrecht erfassten einheimischen Bodenschätze, insbesondere der Braunkohle und weiterer oberflächennaher Rohstoffe wie Sande, Kiese, Tone, Kalksteine, Grauwacke und Badetorfe zum Ausdruck. Er enthält die Festlegung,

dass die Gewinnung und Nutzung einheimischer Bodenschätze und Energieträger als wichtiges wirtschaftliches Entwicklungspotenzial räumlich gesichert und Nutzungskonflikte hierbei minimiert werden sollen. Der Landesentwicklungsplan bildet die Grundlage für die weiteren Planungen. Für die nachfolgenden Verfahren enthält er die Festlegungen, dass Zielkonflikte mit anderen Raumnutzungen im Rahmen der Regionalplanung durch die Festlegung eines ausreichenden Potenzials an Raumordnungsgebieten für die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe zu lösen sind. Die Standortgebundenheit der Lagerstätten, die Begrenztheit der Vorkommen sowie konkrete Betriebs- und Lagerstättenverhältnisse sollen im Rahmen der Abwägung berücksichtigt werden.

1.2 Braunkohlen- und Sanierungspläne

Im Land Brandenburg bildet das Gesetz zur Regionalplanung und zur Braunkohlen- und Sanierungsplanung (RegBkPlG) die rechtliche Grundlage für die Planverfahren. In den Braunkohlen- und Sanierungsplänen werden die Grundsätze und Ziele der Raumordnung festgelegt, soweit dies für eine geordnete Braunkohlen- und Sanierungsplanung erforderlich ist (§ 12 RegBkPlG). Ziel der Braunkohlenpläne ist es, eine langfristig sichere Energieversorgung zu ermöglichen, die zugleich umwelt- und sozialverträglich ist. Der Verfahrensablauf stellt sich so dar, dass zu dem Planentwurf ein Beteiligungsverfahren unter Einbeziehung der Träger öffentlicher Belange und der Öffentlichkeit durchgeführt wird. Des Weiteren ist in den Entscheidungsprozess der Braunkohlenausschuss, ein Gremium von Vertretern aus den betroffenen Landkreisen und Gemeinden, Verbänden und Vereinigungen sowie der Landesverwaltung, in das Verfahren einbezogen. Die Braunkohlenpläne werden als Verordnung der Landesregierung verbindlich gemacht. Im Land Brandenburg existieren derzeit drei Braunkohlenpläne für die laufenden Tagebaue Cottbus-Nord, Jänschwalde und den Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt I. Für die Weiterführung des Tagebaus Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt II (seit 2007) sowie des Tagebaus Jänschwalde-Nord (seit 2009) werden die Braunkohlenplanverfahren durch die Landesplanungsbehörde, die Gemeinsame Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg, geführt. Bei dem Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt II, handelt es sich um ein länderübergreifendes Vorhaben mit dem Freistaat Sachsen, so dass zeitlich parallel ein Braunkohlenplanverfahren durch den zuständigen Regionalen Planungsverband Oberlausitz-Niederschlesien geführt wird. Ziel ist es, die Verfahren für den Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt II zeitnah im Jahre 2014 abzuschließen.

Die Landesregierung Brandenburg hat am 3. Juni 2014 den Braunkohlenplan als Rechtsverordnung beschlossen. Im Freistaat Sachsen wurde der Satzungsbeschluss am 7. Juli 2014 gefasst. Dieser bedarf noch der Genehmigung durch die oberste Landesplanungs- und Raumordnungsbehörde (Sächsisches Staatsministerium des Innern).

1.3 Regionalpläne zur Sicherung oberflächennaher Rohstoffe

Im Land Brandenburg wurden im Jahre 1993 auf Grundlage des Gesetzes zur Regionalplanung und zur Braunkohlen- und Sanierungsplanung 5 Regionale Planungsgemeinschaften, deren Mitglieder die Kreise und kreisfreien Städte sind, gebildet (Abb. 1).

Die Regionalpläne vertiefen die Grundsätze und Ziele des Raumordnungsgesetzes und der hochstufigen Raumordnungspläne. Dabei sind die unterschiedlichen Anforderungen an den Raum aufeinander abzustimmen, Konflikte auszugleichen und Vorsorge für einzelne Raumfunktionen und Raumnutzungen zu treffen. Für die Sicherung oberflächennaher Rohstoffe werden i. d. R. sachliche Teilpläne aufgestellt, in denen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete festgelegt werden. Zu Beginn des Verfahrens wird der Aufstellungsbeschluss durch die Regionalversammlung gefasst. Der Vorentwurf des Regionalplans wird durch die Regionale Planungsgemeinschaft erstellt. Den Beschluss zur Eröffnung des Beteiligungsverfahrens zum Planentwurf fasst die Regionalversammlung. Nach Abwägung der Stellungnahmen der beteiligten Stellen und der Öffentlichkeit erfolgt der Beschluss des Regionalplans durch die Regionalversammlung als Satzung, die der Genehmigung durch die Landesplanungsbehörde bedarf. In den Regionen stellt sich der Planungsstand derzeit wie folgt dar:

- Uckermark-Barnim: Sachlicher Teilplan „Windnutzung und Rohstoffsicherung und -gewinnung“, Bekanntmachung im Amtsblatt für Brandenburg vom 29. September 2004 (ABl. S. 717) Der Entwurf 2013 des Regionalplanes Uckermark-Barnim, sachlicher Teilplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“ befindet sich derzeit im Beteiligungsverfahren.
- Lausitz-Spreewald: Sachlicher Teilregionalplan II „Gewinnung und Sicherung oberflächennaher Rohstoffe“ vom 26. August 1998,
- Prignitz-Oberhavel: Sachlicher Teilplan „Rohstoffsicherung/Windenergie“, genehmigt für das Thema „Rohstoffsicherung“, Bekanntmachung im Amtsblatt Brandenburg am 28. November 2012 (Abl. S. 1659),
- Havelland-Fläming: 2. Entwurf des Integrierten Regionalplans Havelland-Fläming 2020 vom 24. Oktober 2013 (beinhaltet die Sicherung oberflächennaher Rohstoffe),
- Oderland-Spree: Integrierter Regionalplan (beinhaltet Kapitel Rohstoffsicherung); Satzungsbeschluss 26.11.2001

2. Bergrechtliche Verfahren

Die Sicherung der Rohstoffversorgung gehört neben dem Arbeitsschutz im Bergbau und der Vorsorge vor vom Bergbau ausgehenden Gefahren für Leben, Gesundheit und Sachgüter Dritter zu den zentralen Zielen des Bundesberggesetzes (BBergG). Gemäß § 1 Nr. 1 BBergG ver-

Abb. 1: Planungsräume der fünf Regionalen Planungsgemeinschaften
Fig. 1: Planning areas of the five regional planning associations

folgt das Gesetz den Zweck, zur Sicherung der Rohstoffversorgung das Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten von Bodenschätzen unter Berücksichtigung der Standortgebundenheit und des Lagerstättenschutzes bei sparsamen und schonenden Umgang mit Grund und Boden zu ordnen und zu fördern. Das bergrechtliche Regime stand in der Vergangenheit häufig in der Kritik, hat letztlich aber der verfassungsgerichtlichen Überprüfung standgehalten (BVerfG, Urteil vom 17. Dezember 2013 - Az.: 1 BvR 3139/08 und 1 BvR 3186/08 zum Braunkohlentagebau Garzweiler II).

2.1 Bergbauberechtigungen

§ 3 BBergG enthält eine Aufzählung der sogenannten bergfreien und grundeigenen Bodenschätze, die in den Anwendungsbereich des Bergrechts fallen. Im Gegensatz zu den grundeigenen Bodenschätzen erstreckt sich das Grundeigentum bei den bergfreien Bodenschätzen nicht auf den Bodenschatz. Für die Gewinnung und Aufsuchung bergfreier Bodenschätze bedarf es der Erteilung einer Bergbauberechtigung, d. h. für die Aufsuchung ist eine Erlaubnis (§ 7 BBergG) und für die Gewinnung eine Bewilligung

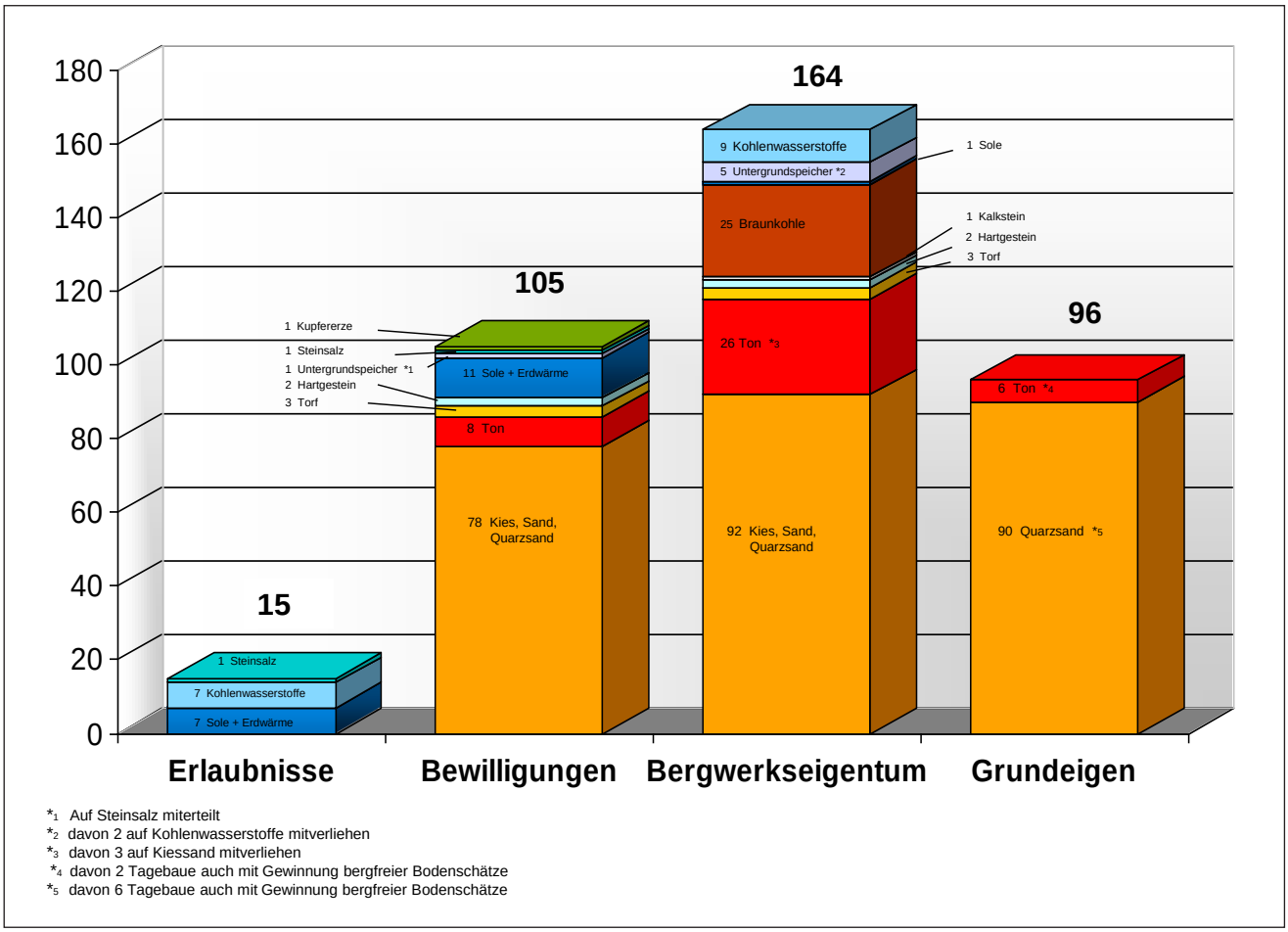


Abb. 2: Berechtsamsübersicht für das Land Brandenburg (Stand 31. Dezember2013)
Fig. 2: Summary of the mining concessions (stand December, 31, 2013)

(§ 8 BBergG) oder ein Bergwerkseigentum (§ 9 BBergG) erforderlich (Abb. 2). Des Weiteren gibt es sogenannte „alte Rechte“ (§ 149 ff. BBergG). Dabei handelt es sich um Bergbauberechtigungen, die auf anderen Rechtsgrundlagen basieren und bei Inkrafttreten des Bundesberggesetzes aufrechterhalten wurden. In den neuen Bundesländern sind zudem die Überleitungsregelungen des Einigungsvertrages relevant. Danach wurden den volkswirtschaftlich besonders wichtigen bergfreien Bodenschätzen über § 3 Abs. 3 BBergG hinaus weitere hochwertige mineralische Rohstoffe und Speicherformationen, die in der Verordnung über die Verleihung von Bergwerkseigentum vom 15. August 1990 des Ministerrates der DDR aufgeführt sind, zugeordnet. Zur Angleichung der Rechtsverhältnisse in den alten und neuen Bundesländern wurden mit dem Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen vom 15. April 1996 die Überleitungsregelungen zur Zuordnung der Bodenschätze für nicht mehr anwendbar erklärt. Für bestehende Bergbauberechtigungen gibt es einen Bestandsschutz.

2.2 Bergrechtliche Betriebsplanzulassungen

Die Aufsuchung und Gewinnung von bergfreien und grundeigenen Bodenschätzen i.S.d. § 3 BBergG bedarf neben der Bergbauberechtigung der Zulassung bergrechtlicher Betriebspläne und in Abhängigkeit von der konkreten Ausgestaltung des Vorhabens weiterer fachgesetzlicher Genehmigungen. Soweit es sich um ein Bergbauvorhaben handelt, das einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bedarf, ist zur Zulassung des obligatorischen Rahmenbetriebsplanes ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen (§ 57 a BBergG). In anderen Fällen kann die Behörde die Aufstellung eines fakultativen Rahmenbetriebsplanes verlangen (§ 52 Abs. 2 Nr. 1 BBergG). Dieser stellt ein behördliches, die bergbaulichen Maßnahmen begleitendes Kontrollinstrument dar, das der Bergbehörde ermöglicht, die längerfristige Entwicklung des Betriebs zu überblicken und dafür einen Rahmen abzustecken (BVerwG, Urteil vom 12. Juni 2002 - BVerwG 7 C 2.02 - m. w. N.). Die Hauptbetriebspläne für die Führung und Errichtung des Betriebes sind in der Regel für einen Geltungszeitraum von zwei Jahren aufzustellen (§ 52 Abs. 2 BBergG). Die Bergbehörde kann für bestimmte Teile des Betriebes oder für bestimmte Vorhaben die Aufstellung von Son-

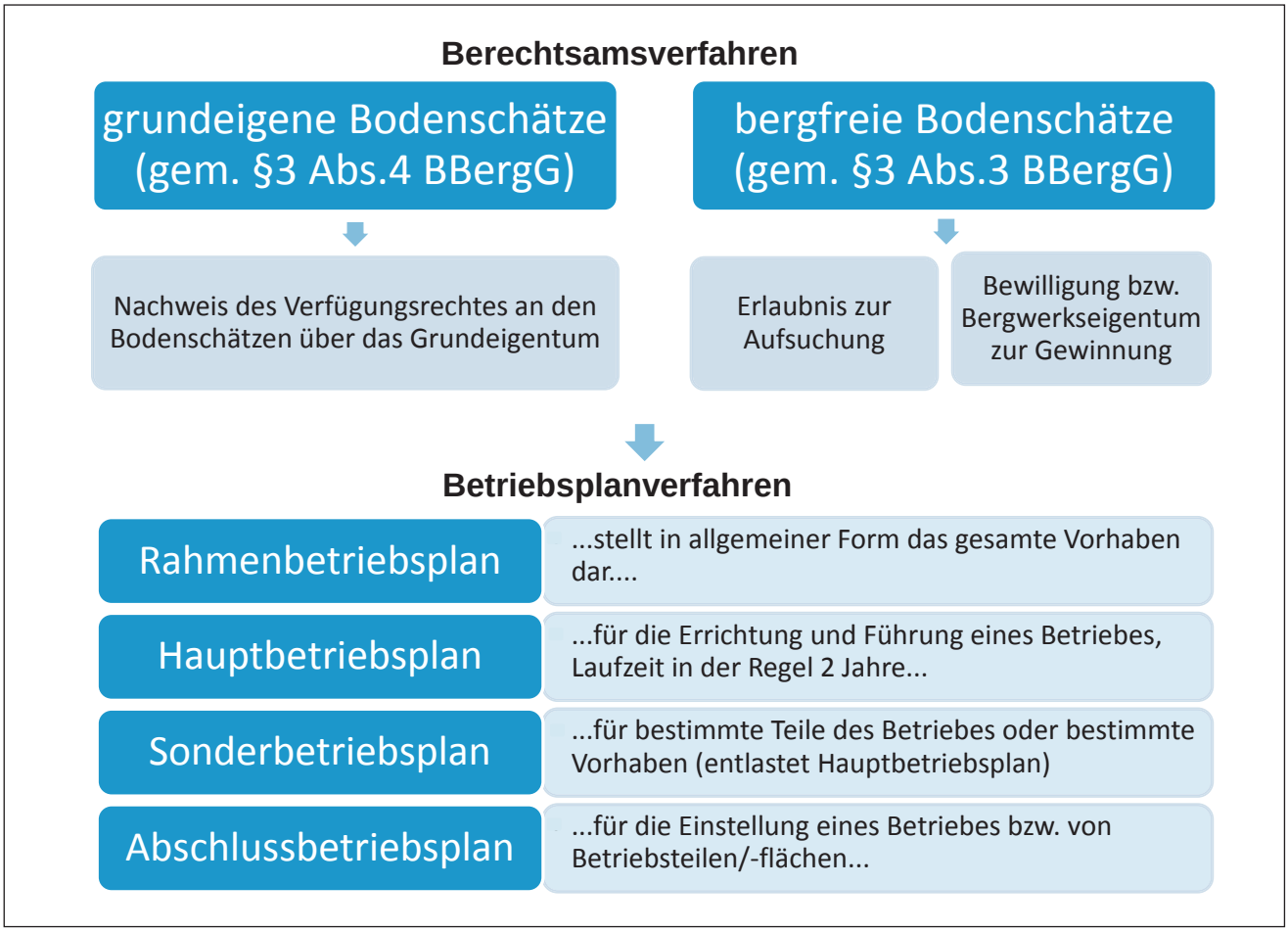


Abb. 3: Mehrstufiges bergrechtliches Verfahren
Fig. 3: Multistage mining administrator procedure

derbetriebsplänen verlangen (§ 52 Abs. 2 Nr. 2 BBergG). Die Einstellung des Betriebes bedarf der Aufstellung eines Abschlussbetriebsplanes (§ 53 BBergG). Diese Abschichtung bei der Genehmigung bergbaulicher Vorhaben resultiert aus der Komplexität sowie der Langfristigkeit der Planung und Realisierung bergbaulicher Vorhaben (Abb. 3). Allerdings ist, wie das Bundesverfassungsgericht in der o. g. Entscheidung deutlich herausgestellt hat, bei diesem vielschichtigen Verfahren sicherzustellen, dass eine umfassende Prüfung und ein effektiver Rechtsschutz zugunsten Bergbaubetroffener gewährleistet werden. Die zentrale Entscheidung zur Zulassung des Vorhabens ist, insbesondere bei komplexen Großvorhaben, die Rahmenbetriebsplanzulassung. Diese muss auf Grundlage einer umfassenden Gesamtabwägung aller für und gegen das Vorhaben sprechenden öffentlichen und privaten Belange erfolgen.

Literatur:

Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert

Gesetz zu dem Landesplanungsvertrag vom 6. April 1995 vom 20. Juli 1995 (GVBl. I S. 210)

Gesetz zur Vereinheitlichung der Rechtsverhältnisse bei Bodenschätzen vom 15. April 1996 (BGBl. I S. 206)

Gesetz zu dem Staatsvertrag der Länder Berlin und Brandenburg über das Landesentwicklungsprogramm 2007 (LEPro 2007) und die Änderung des Landesplanungsvertrages vom 18. Dezember 2007 (GVBl. I S. 235)

Gesetz zur Regionalplanung und zur Braunkohlen- und Sanierungsplanung (RegBkPlG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Februar 2012 (GVBl. I Nr. 13)

Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert

Verordnung über die Verleihung von Bergwerkseigentum vom 15. August 1990 (GBl. DDR I S. 1071)

Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde vom 5. Dezember 2002 (GVBl. II S.690), geändert

durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. Mai 2009 (GVBl. I S. 175, 184)

Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt I vom 21. Juni 2004 (GVBl. II S.614), geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. Mai 2009 (GVBl. I S. 175, 184)

Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Cottbus-Nord vom 18. Juli 2006 (GVBl. II S. 370), geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. Mai 2009 (GVBl. I S. 175, 184)

Verordnung über den Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B) vom 31. März 2009 (GVBl. II S. 186)

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 37 – 52	10 Abb., 7 Tab., 21 Zit.

Braunkohlenbergbau im Land Brandenburg

Lignite mining in the state of Brandenburg

Wolfgang Buckwitz & Heike Redlich

1. Die Lausitzer Braunkohle

1.1 Braunkohlenbildung

Die Bildung der brandenburgischen Braunkohlenvorkommen erstreckte sich nahezu über den gesamten erdgeschichtlichen Zeitraum des Tertiärs, das von 65 – 2,6 Millionen Jahre vor heute reichte (Deutsche Stratigraphische Kommission 2012). Neben der kurzen Schilderung des generellen Ablaufs der Braunkohlenbildung im Kapitel 2.4 des regionalgeologischen Überblicks von M. Göthel & N. Hermsdorf in diesem Heft zeigt die darin eingebundene Abb. 3 die flächenhafte Flöz-Verbreitung im brandenburgischen Bereich der Norddeutschen Senke. Die darin angedeuteten Lagerstättentypen werden in der nachfolgenden Tabelle 1 näher vorgestellt.
Der Fokus der heutigen Braunkohlengewinnung richtet sich dabei ausschließlich auf den Lagerstättentyp 1 und hier besonders auf das im Untermiozän gebildete Lausitzer Flöz 2 innerhalb der Unteren Brieske Formation (Göthel 2004, M. Göthel & N. Hermsdorf dieses Heft, dort Abb. 4) bzw. der Welzow-Schichten der Brieske Formation sensu Standke in Barth et al. (2010, S. 49). Eine aktuelle, detaillierte Darstellung der Entwicklung der tertiären Ablagerungen der hier insbesondere interessierenden Region der Lausitz und ihrer Braunkohlenvorkommen findet sich bei Barth et al. (2010). Zur Illustration der lithofaziellen Entwicklung des Lausitzer Braunkohlenrevieres vgl. dabei Abbildung 1, die vor allem den zyklischen Ablauf der Braunkohlenbildung gut reflektiert. Zu dem in historischer Zeit stattgefundenen Braunkohlenbergbau verschiedener Lagerstättentypen und den bergrechtlichen Konsequenzen finden sich ausführliche Informationen bei Wedde 2012 und 2013 sowie im Beitrag von K. Göttlich in diesem Heft.

1.2 Braunkohlenvorräte

Die geologischen Vorräte an Braunkohle im Land Brandenburg können mit ca. 80 Mrd. t beziffert werden, wobei derzeit etwa 42 Mrd. t nach dem Stand der Technik gewinnbar erscheinen (Nestler et al. 2007).
In einer Studie des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (Nestler et al. 2005) wurden als Vorstufe für eine langfristige Rohstoffsicherungsplanung 26 für eine Tagebaugewinnung in Frage kommende Braunkohlenlagerstätten in Brandenburg ausgewiesen und nach der Lagerstättenbonität klassifiziert. Dabei wurden 9 Lagerstätten mit geologischen Vorräten von insgesamt 8,3 Mrd. t Rohbraunkohle der Lagerstättenkategorie der höchsten Bonitätsklasse

Lagerstättentyp		Genese
1	Lagerstätten mit primär horizontaler Lagerung	durch regional wirksame tektonische Bewegungen bzw. periodische Meeresspiegelschwankungen entstanden, Lagerstätten meist hoher Wertigkeit
2	Auslaugungstyp	durch subrosive Prozesse im Untergrund (Salzablaugung) während der Moorbildung verursachte Absenkungen; meist kleinräumige Lagerstätten, oft so genannte Salzkohle
3	Lagerstätten des Salzdiapir-Randsenken-Typs	Braunkohlenablagerung in durch Massenausgleich beim Aufstieg von Salzdiapiren (so genannte Salzstöcke) entstehenden Geländeabsenkungen; Vielzahl von Einzelflözen bis ins Muldentiefste, meist Salzkohle
4	Lagerstätten des Salzkissen-Zwischensenken-Typs	zum Teil Vorstufe zum Salzdiapir-Randsenken-Typ, durch geringere Absenkungsgeschwindigkeit und weiträumigere Wirkung größere primäre Lagerstättenverbreitung, wenige durch Sedimentationsunterbrechung getrennte Einzelflöze, oft Salzkohle

Tab. 1: Typisierung von Braunkohlenlagerstätten in Brandenburg (aus Höding et al. 2007, S. 25; verändert)
Tab. 1: Types of lignite deposits in the state of Brandenburg (according to Höding et al. 2007, p. 25; modified)

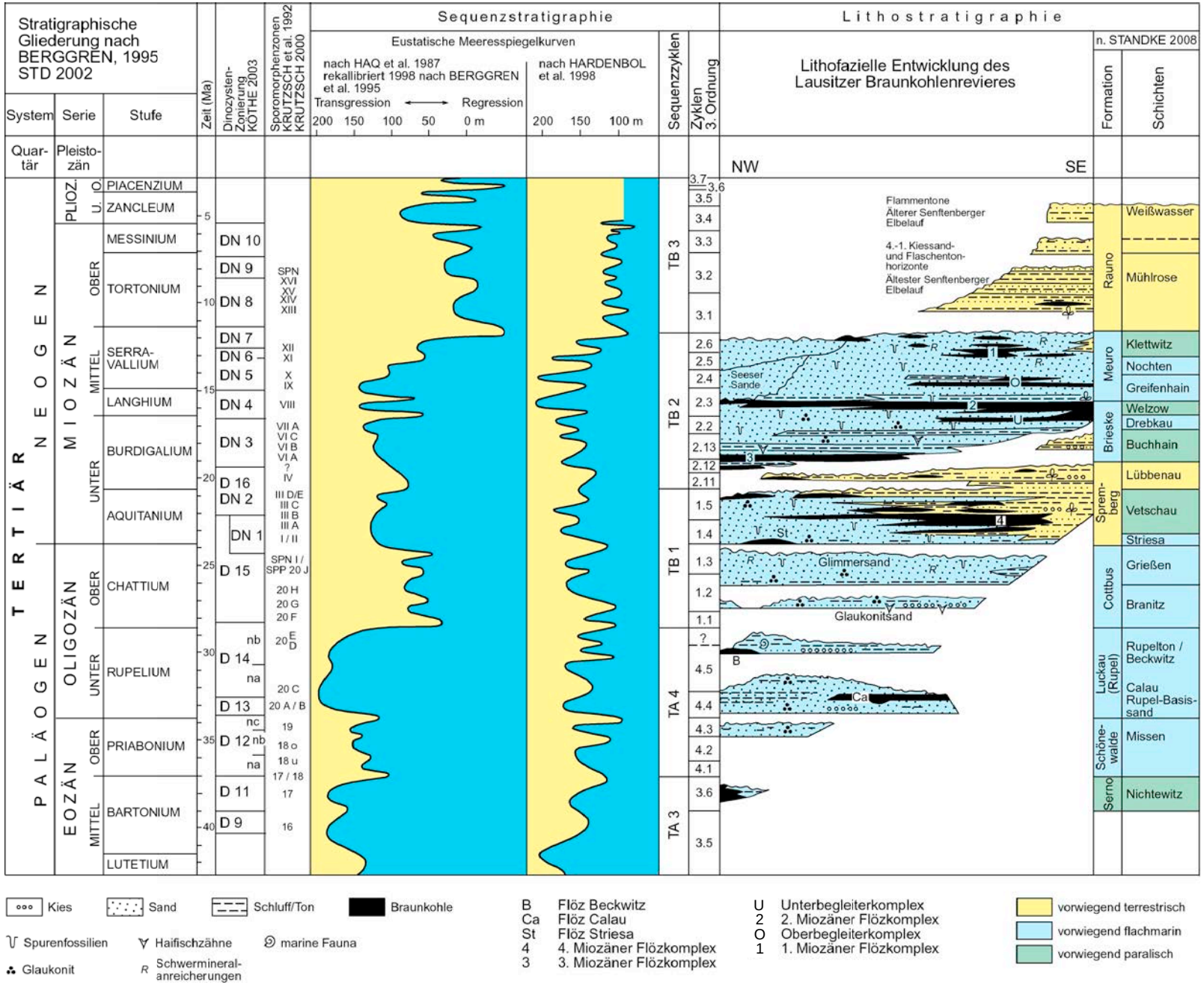


Abb. 1: Lithostratigraphisches Korrelationsschema des Lausitzer Tertiärs (aus BARTH et al. 2010, S. 49)

Fig. 1: Lithostratigraphical chart of the Lusatian Tertiary (according to BARTH et al. 2010, p. 49)

A zugeordnet. Des Weiteren wurden 8 Braunkohlenlagerstätten mit geschätzten insgesamt 13,2 Mrd. t Vorräten in die mittlere Bonitätsgruppe B eingeordnet.
Daraufhin beauftragte die Landesregierung Brandenburg die Technische Universität Clausthal, eine Studie zur Fortschreibung der Tagebauentwicklung im Lausitzer Braunkohlenrevier zu erarbeiten. Mit der Studie wurde das Ziel verfolgt, die bergtechnische Machbarkeit des Abbaus ausgewiesener Lagerstätten unter besonderer Berücksichtigung der umweltrelevanten und raumbedeutsamen Aspekte auf der Datengrundlage der o. g. LBGR-Studie zu untersuchen. Die Studie wurde im Mai 2007 vorgelegt (Tudeshki et al. 2007). Auf der Grundlage einer detaillierten Aufnahme der topographischen sowie der umwelt- und raumbezogenen Informationen wurden die auftretenden Konfliktpotenziale erfasst und bewertet. Für die zu betrachtenden Lagerstätten der Bonitätsklassen A und B wurden Abbaufelder konzipiert, bei denen zwischen dem Mindestvorrat für einen wirtschaftlichen Rohstoffabbau und einer Berücksichtigung der auftretenden Nutzungskonflikte abgewogen wurde. Im Ergebnis dessen wurden die Felder der Bonitätsklasse A Bagenz-Ost, Forst Hauptfeld, Klettwitz-Nord, Spremberg-Ost, Jänschwalde-Nord, Jänschwalde-Süd und Neupetershain mit hoher Priorität bewertet.
Darauf aufbauend hat die Vattenfall Europe Mining AG den Aufschluss der Lagerstätten Jänschwalde-Nord, Bagenz-Ost und Spremberg-Ost erwogen. Zur Versorgung des Kraftwerksstandortes Jänschwalde soll die Lagerstätte Jänschwalde-Nord nach 2025 in Anspruch genommen werden. Hierfür hat das Bergbauunternehmen verfahrensführende Unterlagen zum Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde-Nord bei der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg eingereicht. Das Braunkohlenplanverfahren wurde am 12. März 2009 eröffnet, der Scoping-Termin fand im Juni 2011 statt. Mit einer Beschlussfassung zum Braunkohlenplan ist vor 2016 nicht zu rechnen. Für die beiden anderen Felder liegen noch keine Planunterlagen vor.
Betrachtet man die genehmigten Abbaufelder, die Weiterführung des Tagebaus Welzow-Süd in den räumlichen Teilabschnitt II und die Zukunftsfelder, so ergibt sich ein Vorrat von insgesamt 1,3 Mrd. t Braunkohle. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Vorräte mit Stand 1. Januar 2014.

Kohlevorräte	**in Mio. t**
Genehmigte Abbaufelder:	
Jänschwalde	91,1
Cottbus-Nord	8,5
Welzow-Süd	307,1
gesamt:	**406,7**
Weiterführung:	
Welzow-Süd, Teilabschnitt II	**204**
Zukunftsfelder:	
Jänschwalde-Nord	250
Spremberg-Ost	220
Bagenz-Ost	220
gesamt:	**690**

2. Das Lausitzer Braunkohlenrevier

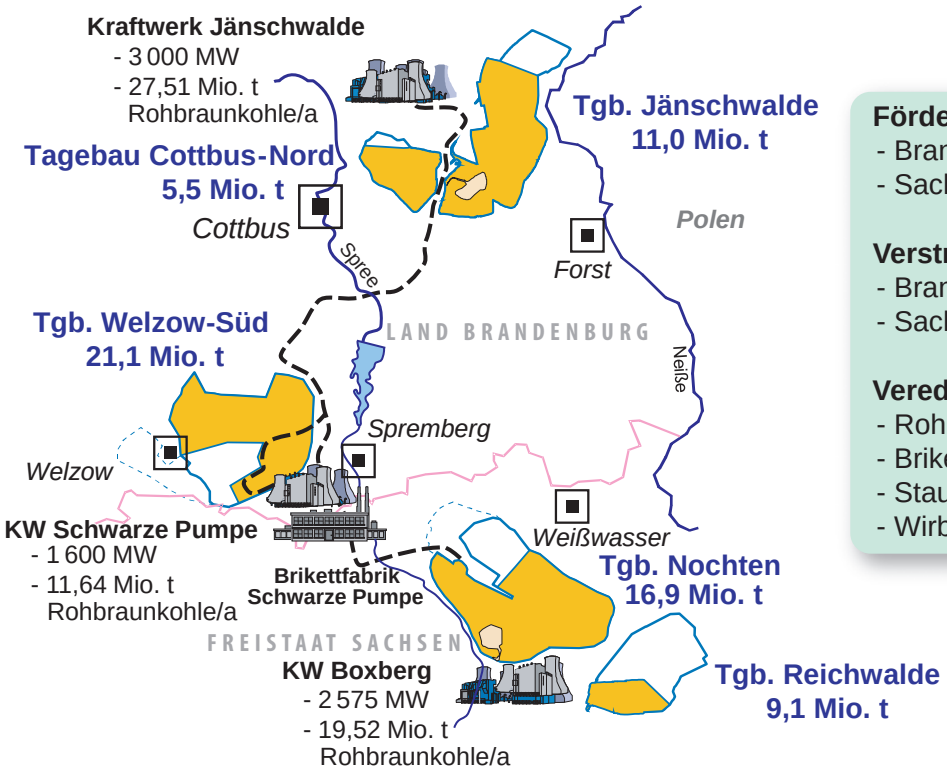
2.1 Übersicht

Der Braunkohlenbergbau in der Lausitz leistet einen wesentlichen Beitrag für eine zuverlässige, langfristig wettbewerbsfähige, subventionsfreie und bezahlbare Energieversorgung.
Die Vattenfall Europe Mining AG betreibt im brandenburgischen Teil der Lausitz die Tagebaue Jänschwalde, Cottbus-Nord und Welzow-Süd. Im sächsischen Teil der Lausitz sind es die Tagebaue Nochten und Reichwalde.
Der Braunkohlenabsatz ist mit den Braunkohlenkraftwerken in Jänschwalde (3 000 MW), Schwarze Pumpe (1 600 MW) und Boxberg (2 575 MW) langfristig gesichert. So werden mehr als 90 % der Rohbraunkohle für die Verstromung in Braunkohlenkraftwerken genutzt.
Die Veredlung Schwarze Pumpe gehört ebenso zu den Großabnehmern, ca. 6 % der Rohbraunkohle werden dort eingesetzt.
In Abbildung 2 sind neben den Standorten der Tagebaue, der Kraftwerke und der Veredlung die Förderzahlen der Tagebaue, der Rohkohlebedarf in den Kraftwerken und der Veredlung sowie die hergestellten Veredlungsprodukte im Jahr 2013 ausgewiesen.
Der Tagebau Welzow-Süd versorgt den Industriestandort Schwarze Pumpe mit dem Kraftwerk und der Brikettfabrik Schwarze Pumpe. Darüber hinaus wird Rohbraunkohle aus dem Tagebau Welzow-Süd in das Kraftwerk Jänschwalde und in geringem Umfang auch zum Kraftwerk Boxberg transportiert.
Die Tagebaue Jänschwalde und Cottbus-Nord beliefern das Kraftwerk Jänschwalde.
Der Tagebau Nochten beschickt das Kraftwerk Boxberg und stellt Brikettierkohle für die Veredlung in Schwarze Pumpe bereit. Der Tagebau Reichwalde versorgt die Kraftwerke Boxberg und Schwarze Pumpe sowie im geringen Maße auch das Kraftwerk Jänschwalde.
Der Transport der Massengüter erfolgt auf dem Schienenweg durch den Zentralen Eisenbahnbetrieb der Vattenfall Europe Mining AG. Um die Transportaufgaben langfristig abzusichern, wurde die Kohleverbindungsbahn im Nordbereich ertüchtigt.

2.2 Förderung

Im Jahr 2012 wurden im Lausitzer Revier insgesamt 62,4 Mio. t Rohbraunkohle abgebaut, das war die höchste Förderung seit 1993.
Diese konnte im Jahr 2013 nochmals auf insgesamt 63,6 Mio. t Rohbraunkohle gesteigert werden, wobei 37,6 Mio. t auf Brandenburg und 26,0 Mio. t auf Sachsen entfallen.
Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Rohkohleförderung im Land Brandenburg von 1990 bis zum Jahr 2013.

Tab. 2: Braunkohlevorräte mit Stand 1. Januar 2014
Tab. 2: Reserves of lignite, state January 1, 2014



Förderung	**63,6 Mio. t**
- Brandenburg:	37,6 Mio. t
- Sachsen:	26,0 Mio. t
Verstromung	**58,67 Mio. t**
- Brandenburg:	39,15 Mio. t
- Sachsen:	19,52 Mio. t
Veredlung	
- Rohkohlebedarf:	3,67 Mio. t
- Brikett:	0,65 Mio. t
- Staub:	0,99 Mio. t
- Wirbelschichtkohle:	0,19 Mio. t

Abb. 2: Lausitzer Braunkohlenrevier 2013
Fig. 2: Lusatian lignite mining area in 2013

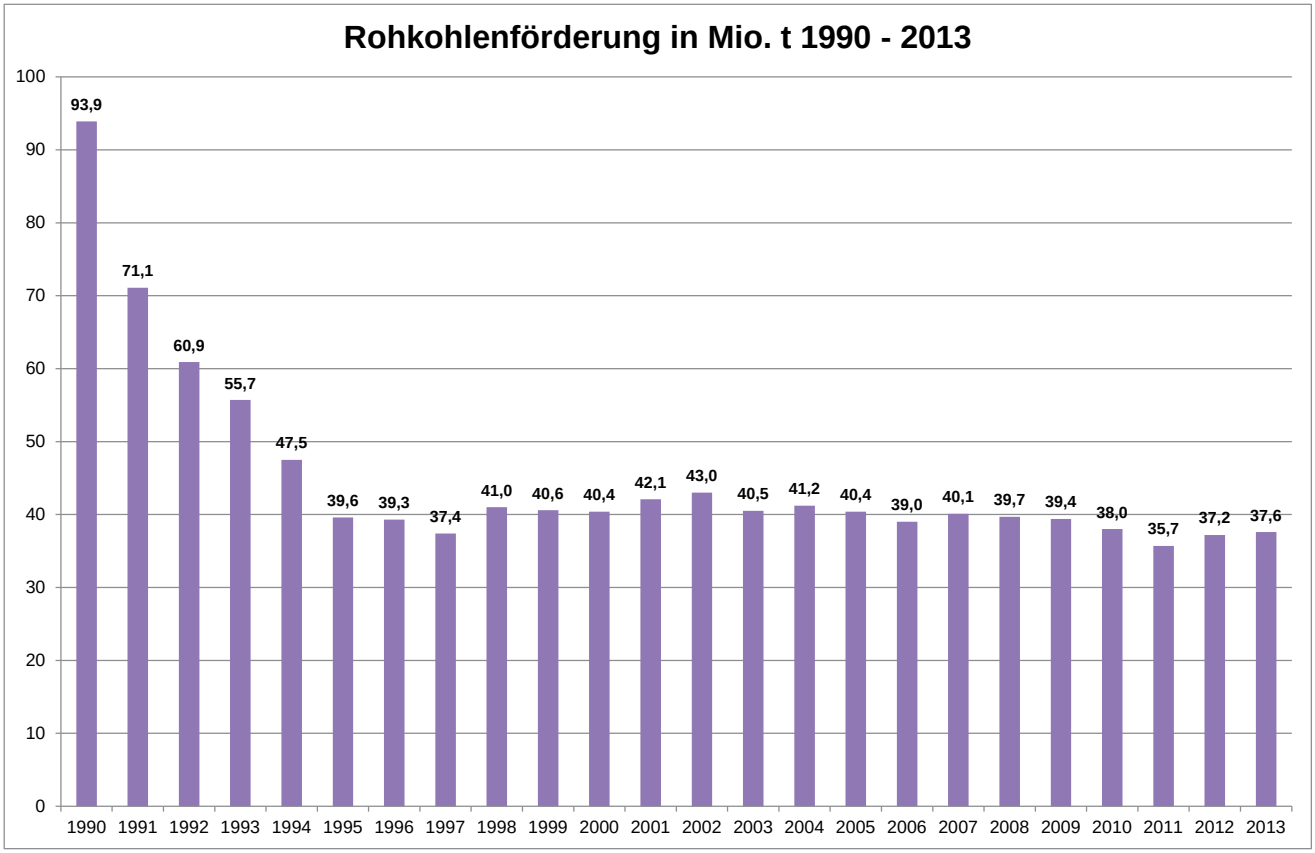


Abb. 3: Rohkohlenförderung im Land Brandenburg 1990 – 2013
Fig. 3: Output of lignite mining in the state of Brandenburg in the period of 1990 to 2013

Die Rohkohlenförderung hat sich im Land Brandenburg auf ca. 38 Mio. t/a eingepegelt. Mit der Auskohlung und Einstellung des Tagebaus Cottbus-Nord im Jahr 2015 wird sich die Förderung um 5 – 6 Mio. t/a verringern. Von daher sind zur Sicherung des Energiestandortes Jänschwalde größere Mengen Rohbraunkohle aus dem Tagebau Welzow-Süd zum Kraftwerk Jänschwalde zu transportieren.

Tabelle 3 weist die Entwicklung der Rohbraunkohlenförderung im Land Brandenburg tagebaubezogen von 2007 bis 2013 aus.

2.3 Abraumbewegung

Die Tagebaue sind durch die für die Lausitz typischen Abraumförderbrücken geprägt, mit denen das Deckgebirge abgetragen wird. Auf Grund der Abraummächtigkeit sind zusätzlich im Tagebau Welzow-Süd zwei Vorschnittbetriebe und im Tagebau Jänschwalde ein Vorschnittbetrieb erforderlich. Tabelle 4 zeigt die Entwicklung der Abraumbewegung tagebaubezogen von 2007 bis 2013.

2.4 Arbeitsplätze

Die Braunkohlenindustrie hat eine große Bedeutung für den Strukturwandel in der Lausitz und die Arbeitsplatzsicherung. Betrachtet man das gesamte Lausitzer Revier einschließlich der Braunkohlenkraftwerke, so sind bei der Vattenfall Europe Mining & Generation insgesamt knapp 8 400 direkt Beschäftigte tätig.
Im Land Brandenburg arbeiteten im Jahr 2013 knapp 4 000 direkt Beschäftigte im Braunkohlenbergbau. Tabelle 5 weist die Entwicklung der direkt Beschäftigten im Braunkohlenbergbau im Land Brandenburg von 2007 bis 2013 aus.
Besonderes Augenmerk wird im Bergbauunternehmen auf die Berufsausbildung gelegt. Im Jahr 2013 waren insgesamt 346 Auszubildende tätig, damit gehört das Bergbauunternehmen zu einem der größten Ausbildungsbetriebe im Osten Deutschlands. Darüber hinaus wird damit vielen Jungfacharbeitern die Möglichkeit geboten, nach Abschluss ihrer Ausbildung eine Tätigkeit im Unternehmen aufnehmen und so in der Region bleiben zu können.

Tagebau	**Rohkohleförderung in Mio. t**						
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Cottbus-Nord	4,2	4,2	6,4	5,8	5,6	6,5	5,5
Jänschwalde	14,4	13,3	11,9	11,5	11,0	11,0	11,0
Welzow-Süd	21,5	22,2	21,1	20,7	19,1	19,7	21,1
Summe	**40,1**	**39,7**	**39,4**	**38,0**	**35,7**	**37,2**	**37,6**

Tab. 3: Entwicklung der Rohkohlenförderung im Land Brandenburg 2007 – 2013 (Quelle: Vattenfall Europe Mining AG 2008 – 2014)
Tab. 3: Development of lignite mining in the state of Brandenburg in the period of 2007 to 2013 (source: Vattenfall Europe Mining AG 2008 to 2014)

Tagebau	**Abraumbewegung in Mio. m³**						
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Cottbus-Nord	15,4	18,3	25,1	24,6	23,7	24,0	24,6
Jänschwalde	132,5	143,2	128,9	121,4	114,5	96,1	90,2
Welzow-Süd	161,8	166,4	132,0	137,9	141,4	99,0	113,2
Summe	**309,7**	**327,9**	**286,0**	**283,9**	**279,6**	**219,1**	**228,0**

Tab. 4: Entwicklung der Abraumbewegung in den Tagebauen Cottbus-Nord, Jänschwalde und Welzow-Süd 2007 – 2013 (Quelle: Vattenfall Europe Mining AG 2008 – 2014)
Tab. 4: Development of overburden movement in the lignite open cast mines Cottbus-Nord, Jänschwalde und Welzow-Süd in the period of 2007 to 2013 (source: Vattenfall Europe Mining AG 2008 to 2014)

Beschäftigte und Auszubildende							
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Beschäftigte	3 805	3 625	3 670	3 666	3 722	3 771	3 921
darunter Auszubildende	356	356	352	321	318	323	346

Tab. 5: Entwicklung der Beschäftigten im Braunkohlenbergbau 2007 – 2013 (Quelle: Vattenfall Europe Mining AG 2008 – 2014)
Tab. 5: Development of employees in lignite mining from 2007 to 2013 (source: Vattenfall Europe Mining AG 2008 to 2014)

Neben den Direktbeschäftigten kommt noch eine Vielzahl von indirekt Beschäftigten hinzu. Auch wenn es nach der Energiestrategie 2030 (Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten 2012) zugrunde liegenden Untersuchung bis zum Jahr 2030 zu einem Rückgang von über 4 000 Arbeitsplätzen kommen sollte, bleibt diese Industrie für das Land Brandenburg und insbesondere für die Lausitz weiterhin ein wichtiger Wirtschaftsfaktor, der für die Stabilisierung des Arbeitsmarktes auch langfristig dringend erforderlich ist.
Ebenso von großer Bedeutung für das Land und vor allem die Lausitz ist die direkte und indirekte Wertschöpfung durch den Abbau und die Verstromung der Kohle. Sie beläuft sich im Jahr auf über 1,3 Mrd. Euro. Hinzu kommen die mittelbaren Beschäftigungsverhältnisse, deren Wertschöpfungs- und Einkommenseffekte die Struktur der Entwicklung der Region wesentlich mit prägen.

3. Die Tagebaue Welzow-Süd, Jänschwalde und Cottbus-Nord

3.1 Tagebau Welzow-Süd

3.1.1 Übersicht

Der Lagerstättenkomplex Welzow-Süd wurde bereits im Jahr 1993 sowohl im Braunkohlenplanverfahren als auch im Zulassungsverfahren des Rahmenbetriebsplanes in zwei räumliche Teilabschnitte gegliedert, Abbildung 4 gibt dazu einen Überblick.
Darüber hinaus befinden sich die rückwärtigen Bereiche im Verantwortungsbereich der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV). Die Teilung in aktive und rückwärtige Bereiche erfolgte 1994 und ist bei allen Tagebauen vorgenommen worden.

3.1.2 Räumlicher Teilabschnitt I

Das Abbaugebiet des räumlichen Teilabschnittes I befindet sich im Südwesten des Landkreises Spree-Neiße und im Ostteil des Landkreises Oberspreewald-Lausitz und tangiert in geringem Ausmaß die südliche Landesgrenze zum Freistaat Sachsen. Es umfasst eine flächenhafte Ausdehnung von rund 9 000 ha (Landesregierung Brandenburg 2004).
Nach Beginn der Entwässerungsmaßnahmen am 9. April 1959 wurde der Tagebau im Zeitraum von 1962 bis 1966 südöstlich des Ortes Haidemühl aufgeschlossen und entwickelte sich aus diesem Raum in nordöstlicher Richtung, um westlich an Spremberg vorbei nach Norden abzuschwenken. Die Abraumförderbrücke F 60 – ein Geräteverband bestehend aus drei Eimerkettenbaggern vom Typ Es 3750 und einer über 600 m langen Bandbrücke – nahm im Dezember 1972 ihren Betrieb auf. Der „Kauscher Graben", ein endogen-tektonisches Großstörungssystem im Feld, bestimmte maßgeblich die Tagebauentwicklung und die Abbautechnologie.
Zwischen 1990 und 1993 erfolgte die Umstellung vom Schwenk- auf Parallelabbau. In der weiteren Entwicklung schritt der Tagebau in westlicher Richtung bis kurz vor die Bahnstrecke Cottbus – Senftenberg fort, um von dort in den Jahren 2012 bis 2021 in südlicher Richtung an Welzow vorbei wieder östlich in Richtung Haidemühl vorzurücken. In diesem Zeitraum wird die erforderliche Einsatzgeometrie des Randschlauches für die Abraumförderbrücke F 60 hergestellt, um ein Einschwenken in den Teilabschnitt II zu ermöglichen. In den Jahren 2019/2020 ist es erforderlich, die Tagesanlagen mit der Kohleverladung vollständig zurückzubauen und an einem neuen Standort wieder zu errichten.
Der Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt I ist der größte Tagebau im Land Brandenburg. Mit einer Rohkohlenförderung von 21,1 Mio. t im Jahr 2013 ist er zugleich der leistungsstärkste Tagebau. Auf Grund der Vorräte von ca. 307 Mio. t mit Stand 1. Januar 2014 hat der Tagebau auch die längste Laufzeit, d. h. bis ca. 2030. Bis Ende 2013 wurden ca. 2 626 ha durch die Vattenfall Europe Mining AG wiedernutzbargemacht.
Abgebaut wird das Lausitzer Flöz 2. Es liegt in ca. 60 bis 130 m Tiefe und hat eine Mächtigkeit von 10 bis 16 m. Die geförderte Rohbraunkohle weist mit einem Heizwert von ca. 9 000 kJ/kg, einem Wassergehalt von ca. 56 %, einem Schwefelgehalt von ca. 0,7 % und einem Aschegehalt von ca. 4,5 % im Vergleich zu anderen Rohbraunkohlen der brandenburgischen Lausitz eine gute Qualität auf.
Der Abraumabtrag erfolgt zunächst in zwei Vorschnittbetrieben, bei denen ein Eimerkettenbagger im Hoch- und Tiefschnitt und ein Schaufelradbagger im Hochschnitt im Einsatz sind. Der Vorschnittabraum wird über Bandanlagen zur bereits ausgekohlten Kippenseite des Tagebaus transportiert und mit zwei Absetzern verstürzt. Dabei wird das Relief der Bergbaufolgelandschaft gestaltet. Das unmittelbare Freilegen der Braunkohle erfolgt mit der Abraumförderbrücke F 60. Sie ermöglicht es, den Abraum auf kurzem Weg quer über den Grubenbetrieb des Tagebaus zu fördern und direkt zu verkippen.
Mit der Umstellung des Tagebaus vom Teilfeld Welzow in das Südfeld in den Jahren 2011 und 2012 wurden an der F 60 der obere Bagger und die Zubringerbrücke auf Grund der zukünftigen geringeren Abtragsmächtigkeiten abgekoppelt. Damit erfolgt die Weiterführung des Betriebes als Zweibaggerbrücke.
Im Grubenbetrieb arbeiten zwei Schaufelradbagger im Hochschnitt und drei Eimerkettenbagger im Tiefschnitt. Die unterschiedlichen Kohlequalitäten werden selektiv gewonnen und über eine Bandanlage zur Kohleverladung oder zum Grabenbunker gefördert. Der Abtransport der Kohle zu den Verbrauchern erfolgt mit Zügen.

3.1.3 Räumlicher Teilabschnitt II

Ende des Jahres 2006 gab die Vattenfall Europe Mining AG bekannt, dass sie den Tagebau Welzow-Süd in den räumlichen Teilabschnitt II fortführen will und legte im Juli 2007 die erforderliche Unterlagen vor. Am 15. November 2007 wurde das Braunkohlenplanverfahren eröffnet und konnte nunmehr 2014 abgeschlossen werden. Der Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, Weiterführung in den räumlichen Teilabschnitt II und Änderungen im räumlichen Teil-

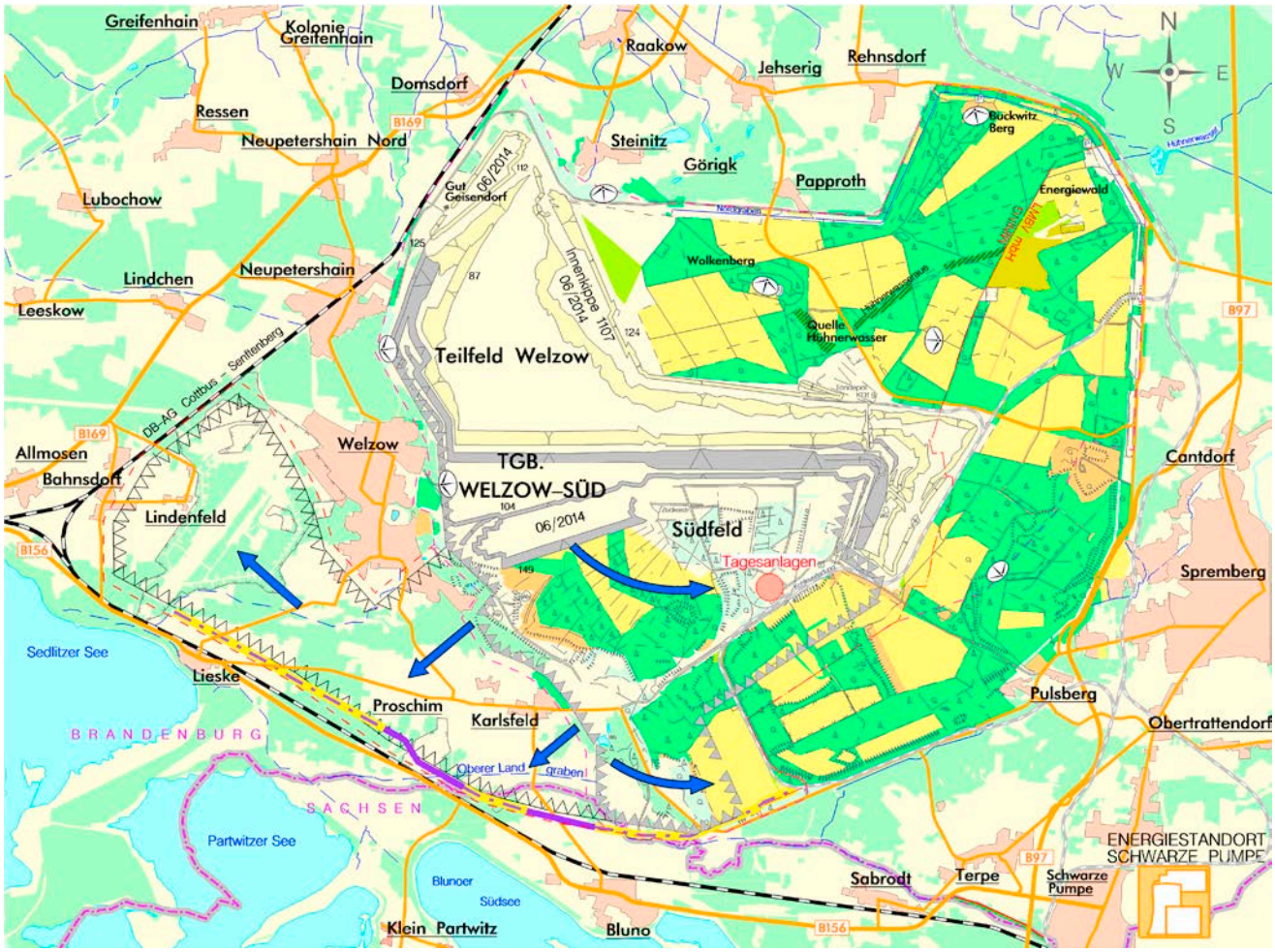


Abb. 4: Tagebau Welzow-Süd mit Stand 12/2013 (Quelle: Vattenfall Europe Mining AG 2014)
Fig. 4: Open cast mine Welzow-Süd, state 12/2013 (source: Vattenfall Europe Mining AG 2014)

abschnitt I (Brandenburgischer Teil) wurde im Gesetz- und Verordnungsblatt Brandenburg, Teil II am 2. September 2014 veröffentlicht (Landesregierung Brandenburg 2014). Das Abbaugebiet des Teilabschnittes II umfasst den südlichen Bereich des Teilfeldes Süd und das Flugplatzfeld. Der Abbaubereich beläuft sich auf insgesamt 1 909 ha. Davon liegen 46 ha im Freistaat Sachsen. Hinzu kommen hier noch ca. 37 ha Sicherheitszone, so dass sich insgesamt 83 ha auf sächsischem Territorium befinden. Der Kohlevorrat beläuft sich auf 204 Mio. t.

Die Fortführung in den räumlichen Teilabschnitt II ist mit erheblichen Auswirkungen verbunden, insbesondere durch die vollständige oder teilweise Inanspruchnahme von Ortschaften. Betroffen sind insgesamt 810 Einwohner.

Nach dem Abschluss des Braunkohlenplanverfahrens beabsichtigt die Vattenfall Europe Mining AG, im III. Quartal 2014 die Tischvorlage für den Scoping-Termin zur Festlegung des vorläufigen Untersuchungsrahmens beim LBGR einzureichen. Daran anschließend soll im Jahr 2015 der bergrechtliche Rahmenbetriebsplan vorgelegt werden.

Bezüglich der Abbautechnologie ist festzuhalten, dass der nicht im Brückenbetrieb gewinnbare Feldesteil im Bereich der ehemaligen Ortslage Haidemühl im Abraum-Band-Betrieb gewonnen werden wird. Der Randschlauch am westlichen Strossenende stellt die spätere Anfangsstellung für den Abbau des Flugplatzfeldes im Abraum-Band-Betrieb ab dem Jahr 2033 dar. Mit Erreichen der Endstellung im Südfeld im Jahr 2034 wird die Abraumförderbrücke F 60 außer Betrieb genommen. Der weitere Abbau des Kohlefeldes erfolgt danach im Bandbetrieb. Die Vorräte des Teilabschnitts II werden mit der Erreichung der Endstellung des Tagebaus im Bereich der Ortslage Bahnsdorf ca. 2042 erschöpft sein. Mit der Gewinnung der Kohle aus dem Teilabschnitt II wird eine sichere Versorgung des Industriestandortes Schwarze Pumpe bis 2042 gewährleistet.

3.2 Tagebau Jänschwalde

Der Tagebau Jänschwalde liegt nordöstlich der kreisfreien Stadt Cottbus. Der flächenmäßig größte Teil befindet sich im Landkreis Spree-Neiße, ein geringerer Teil berührt das Gebiet der Stadt Cottbus. Das Vorhaben umfasst eine flächenhafte Ausdehnung von rund 8000 ha im Verantwortungsbereich der Vattenfall Europe Mining AG und der LMBV (Landesregierung Brandenburg 2002).

Er wurde im Zeitraum 1974 bis 1976 südlich des Ortes Grötsch aufgeschlossen und entwickelte sich aus dem Raum Grötsch zunächst in südliche Richtung, um bei Klinge nach Nordosten umzuschwenken. 1976 begann die Rohkohlenförderung. Im Jahr 1978 erfolgte die Inbetriebnahme der Abraumförderbrücke F 60. Seine Endstellung erreicht der Tagebau an der Taubendorfer Rinne.
Der Tagebau Jänschwalde ist der zweitgrößte Tagebau im Land Brandenburg. Im Jahr 2013 wurden 11,0 Mio. t Rohbraunkohle gefördert. Die jährliche Förderhöhe wird sich perspektivisch in Abhängigkeit von den geologischen und technologischen Bedingungen weiter verringern. Auf Grund der Vorräte von ca. 91 Mio. t mit Stand 1. Januar 2014 hat der Tagebau die zweitlängste Laufzeit, d. h. bis ca. 2025. Bis Ende 2013 wurden ca. 1 230 ha durch die Vattenfall Europe Mining AG wiedernutzbargemacht.
Die Abraummächtigkeit beträgt zwischen 45 und 95 m. Der Abtrag erfolgt durch einen Schaufelradbagger im Vorschnitt und durch die Abraumförderbrücke F 60.
Abgebaut wird auch hier das Lausitzer Flöz 2. Es hat eine Mächtigkeit von 10 bis 12 m. Der Abbau erfolgt mit drei Schaufelradbaggern im Hochschnitt und zwei Eimerkettenbaggern im Tiefschnitt. Die geförderte Rohbraunkohle weist einen Heizwert von ca. 8 550 kJ/kg, einen Wassergehalt von ca. 51,5 %, einen Schwefelgehalt von ca. 1,15 % und einen Aschegehalt von ca. 11,5 % auf.
Eine Schwerpunktmaßnahme stellt die Rückverlegung des Flusses Malxe dar. Erstmals wird im Revier ein Flusslauf auf gekipptem Gelände wiederhergestellt, die Länge des Flusslaufes beträgt ca. 6 km. Geotechnische Voraussetzung ist die Stabilisierung des Untergrundes. Dies erfolgt mittels Rütteldruckverdichtung. Die Arbeiten haben bereits begonnen und sollen nach 2020 abgeschlossen sein.
Darüber hinaus betreibt das Bergbauunternehmen auf der Innenkippe des Tagebaus zwei Deponien zur Ablagerung von Braunkohlenasche des Kraftwerkes Jänschwalde. Da die Aufnahmekapazität im Abschnitt 1 der Deponie I erschöpft ist, hat die Vattenfall Europe Mining AG für diesen die Beendigung der Ablagerungsphase angezeigt. Für diesen Deponieabschnitt erfolgt gegenwärtig die Komplettierung des Oberflächenabdichtungssystems, der Übergang in die Nachsorgephase wird derzeit vorbereitet. Die Deponie II nahm 2011 ihren Betrieb auf. Die Ablagerungsphase ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand bis ca. 2040 konzipiert. In unmittelbarer Nähe der Deponien befinden sich zwei Depots zur Bevorratung von REA-Gips, der bei der Rauchgasentschwefelung im Kraftwerk Jänschwalde anfällt und nicht unmittelbar der Verwertung zugeführt werden kann.

3.3 Tagebau Cottbus-Nord

Der Tagebau Cottbus-Nord liegt östlich bzw. nordöstlich der kreisfreien Stadt Cottbus und umfasst eine flächenhafte Ausdehnung von rund 2 700 ha im Verantwortungsbereich der Vattenfall Europe Mining AG und der LMBV (Landesregierung Brandenburg 2006).

Er wurde im Zeitraum 1975 bis 1982 im NE-Teil der Lagerstätte aufgeschlossen. Die Kohleförderung begann im Jahre 1981. 1983 erfolgte die Inbetriebnahme der Abraumförderbrücke vom Typ F 34. Mit einer Abtragshöhe von 34 m ist die Brücke kleiner als jene in den Tagebauen Welzow-Süd und Jänschwalde. Der Tagebau befindet sich mit Stand 1. Januar 2006 mit seinem Schwenkende in Höhe der Ortslage Merzdorf und wird bis zur Endstellung im Schwenkbetrieb im Uhrzeigersinn entwickelt. Seine Endstellung erreicht der Tagebau südlich des Ortes Neuendorf.
Im Tagebau Cottbus-Nord wurden im Jahr 2013 insgesamt 5,5 Mio. t Rohbraunkohle gefördert. Auf Grund des Vorrates von 8,5 Mio. t mit Stand 1. Januar 2014 ist die Laufzeit des Tagebaus absehbar. Entsprechend einer Information des Bergbauunternehmens soll der letzte Kohlezug am 23. Dezember 2015 den Tagebau zum Kraftwerk Jänschwalde verlassen.
Mit der Beendigung des Tagebaus besteht nunmehr die Aufgabe, gemäß Braunkohlenplan für die Region eine intakte, attraktive und touristisch wertvolle Landschaft zu schaffen. Im Mittelpunkt der Bergbaufolgelandschaft steht der Cottbuser See. Zentrale Voraussetzung ist, dass das Areal nach Abschluss der Wiedernutzbarmachung inklusive der Seeflutung nachhaltig geotechnisch sicher ist.
Mit dem Vorhaben „Gewässerausbau Cottbuser Ostsee, Teilvorhaben 2 – Herstellung des Cottbuser Ostsees" werden die Flutung des Restraumes, die Anbindung des Sees an das regionale Gewässernetz sowie Maßnahmen einer nachhaltigen Gewässergüteentwicklung, Gewässerbewirtschaftung und vielfältigen Gewässernutzung beantragt.
Die Vattenfall Europe Mining AG wird Ende 2014 diesen Antrag beim LBGR einreichen. Der Flutungsbeginn ist für 2018 konzipiert. Die Flutung soll in Abhängigkeit des Dargebotes an Spreewasser ca. 2025 abgeschlossen sein (Abb. 5).

Abb. 5: Zukünftiger Cottbuser Ostsee (Foto: Archiv Vattenfall Europe Mining AG)
Fig. 5: Future post mining lake Cottbuser Ostsee (photo: archive Vattenfall Europe Mining AG)

4 Bergbauliche Wasserwirtschaft

Der Abbau der Braunkohle im Tagebau erfordert das Absenken des Grundwassers und den Schutz des Tagebauraumes vor zufließendem Wasser. Über dem Kohleflöz lagernde Schichten werden entwässert und darunter liegende Schichten druckentspannt. Ursprünglich erfolgte dies mit der untertägigen Streckenentwässerung. Seit den 1960er Jahren setzte sich die Entwässerung mittels Filterbrunnen durch. Zur Gewährleistung des Abbaus des Lausitzer Flözes 2 werden Filterbrunnenriegel im Bereich des Tagebauvorfeldes, der Randbereiche, auf der Vor- und Hochkippe sowie Sonderriegel im Tagebau errichtet und betrieben. Die örtliche und zeitliche Planung, der Umfang der Entwässerungsmaßnahmen sowie deren Überwachung erfolgen unter Berücksichtigung der aktuellen technologischen und hydrogeologischen Randbedingungen auf Grundlage geohydrologischer Berechnungen. Zur Überwachung des Entwässerungsprozesses werden regelmäßig Soll-/Ist-Vergleiche durchgeführt. So wird mit den Entwässerungsmaßnahmen die entsprechend Abbaufortschritt notwendige Grundwasserabsenkung im Gebirge, die erforderliche Entspannung der Liegendgrundwasserleiter sowie die Einhaltung der Kippensättigungsgrenzwerte gewährleistet.

Die Wasserhebung und -ableitung erfolgt auf der Grundlage der wasserrechtlichen Erlaubnis für den jeweiligen Tagebau. Im Jahr 2013 wurden insgesamt ca. 244 Mio. m³ Wasser gehoben. Die Entwicklung der Wasserhebung in den Brandenburger Tagebauen in den Jahren 2007 bis 2013 ist in Tabelle 6 dargestellt.

Die Kontrolle des Grundwasserspiegels erfolgt unter Berücksichtigung der Forderungen aus bodenmechanischen Standsicherheitsuntersuchungen und hydrologischen Berechnungen. Die Entwicklung der Grundwasserstände wird flächendeckend durch regelmäßige Messungen beobachtet. Im Abbaubereich und im Vorfeld werden wöchentlich bis vierteljährlich Wasserstandsmessungen durchgeführt, im gesamten Einflussbereich halbjährlich bis jährlich. Das Messstellennetz wird dem Abbaufortschritt entsprechend angepasst. Um das Ausmaß der Grundwasserabsenkung territorial zu erfassen, werden jährlich Grundwasserrisse erstellt, die die Differenz der aktuellen Grundwasserstände, d. h. die Absenkungsbeträge, dokumentieren.

Seit den 1980er Jahren wird im Lausitzer Revier die für die bergbauliche Wasserwirtschaft entwickelte Dichtwand-Technik angewendet. Mit dem Dichtwandverfahren wurde die bergbauliche Entwässerung um eine innovative Technik erweitert. Dichtwände regeln Grundwasserzuflüsse zu den Tagebauen ab. Gleichzeitig sichert die Dichtwand, dass der Grundwasserspiegel auf der Wasserseite erhalten bleibt. Ökologisch besonders sensible Bereiche, wie Gewässer, Feuchtgebiete und Flussniederungen in unmittelbarer Tagebaunähe werden auf diese Weise wirkungsvoll geschützt und in ihrer Ursprünglichkeit erhalten.

Zur Herstellung der Dichtwände wird das kontinuierliche Schlitzfräs-Verfahren mit Direktverspülung angewendet (Abb. 6). Das Herstellen des Erdschlitzes erfolgt durch ein am Führungs- und Lufthebepfahl geführtes Abbauwerkzeug, welches das Gebirge durch speziell angeordnete Schneidelemente löst. Dabei entsteht kontinuierlich ein 1 m breiter Erdschlitz bis zu einer derzeit möglichen Teufe von 120 m. Das gelöste Gebirgsmaterial wird zum Saugmund des Führungspfahls geleitet und von dort im Airliftverfahren zu Tage gefördert. Über eine Verspülleitung wird die Stützsuspension mit dem Gebirgsmaterial im hinteren Teil des offenen Erdschlitzes eingespült. Dieser Teil des aufgefahrenen Schlitzes wird durch Absperrelemente in Vorspülräume aufgeteilt, die durch Sedimentation aus der Stützsuspension in unterschiedlicher Höhe verfüllt werden.

Das Wirkprinzip des kontinuierlichen Schlitzverfahrens besteht darin, dass beidseitig an den Innenwänden des Erdschlitzes eine Filterkruste entsteht. Das Verfahren arbeitet mit sehr langen offenen Schlitzlängen. Durch die Schlitzsuspension wird die Stabilität des Erdschlitzes erreicht.

Dichtwände wurden bisher im Tagebau Rüdersdorf und im Tagebau Berzdorf in der Oberlausitz errichtet. Ebenso wurde eine Dichtwand für den Tagebau Jänschwalde mit einer Länge von 9 km und für den Tagebau Cottbus-Nord mit einer Länge von 7 km errichtet. Alle Dichtwände funktionieren ordnungsgemäß und die Nachweise der Dichtheit wurden erbracht. Von daher sind Dichtwände als erprobtes und sicheres Verfahren zu bewerten.

Gegenwärtig wird eine Dichtwand nördlich des Lausitzer Seenlandes bzw. der B 156 südwestlich der Ortslage Proschim für den Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt I errichtet. Dabei kommen 2 Schlitzfräsgeräte zum

Tagebau	Wasserhebung in Mio. m³						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cottbus-Nord	57,6	55,1	45,1	40,2	38,7	36,5	35,1
Jänschwalde	116,9	130,3	120,3	121,8	118,9	121,4	127,0
Welzow-Süd	84,0	82,4	81,3	83,2	88,7	86,7	81,5
Summe	**258,5**	**267,8**	**246,7**	**245,2**	**246,3**	**244,6**	**243,6**

Tab. 6: Entwicklung der Wasserhebung in den Brandenburger Tagebauen 2007 – 2013 (Quelle: Vattenfall Europe Mining 2008 – 2014)

Tab. 6: Development of pumped groundwater in the lignite open cast mines in the state of Brandenburg from 2007 to 2013 (source: Vattenfall Europe Mining 2008 to 2014)

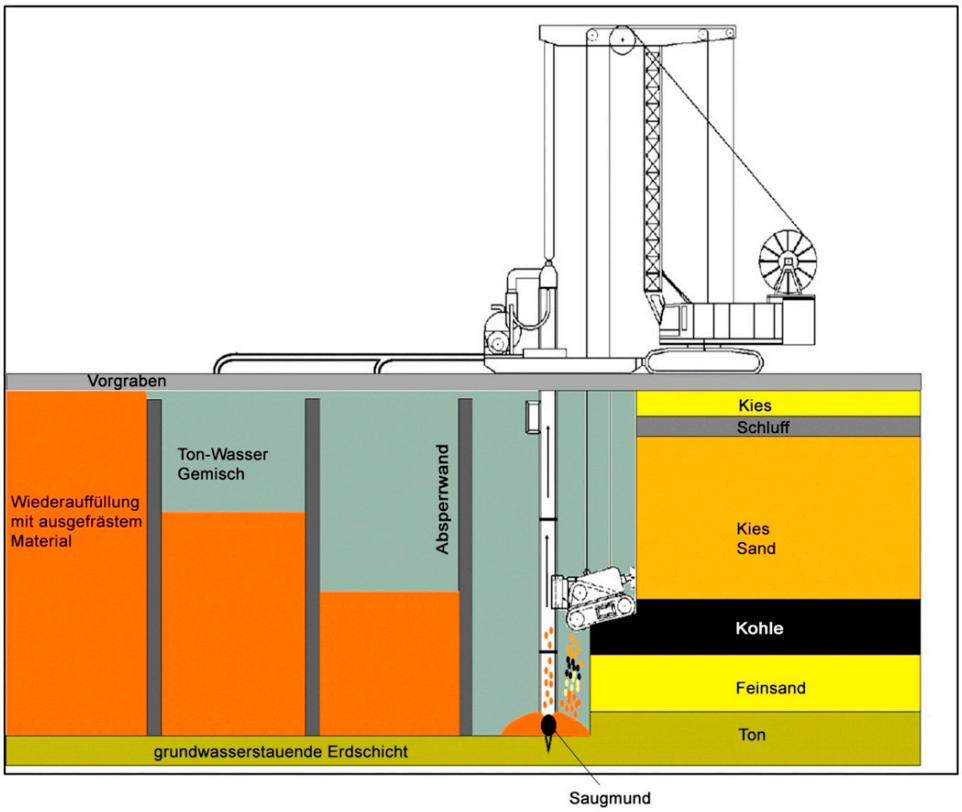


Abb. 6: Kontinuierliches Schlitzfräsverfahren (Quelle: Vattenfall Europe Mining AG 2007)

Fig. 6: Continuously Sealing Wall technology (source: Vattenfall Europe Mining AG 2007)

Einsatz. Beide Geräte arbeiten in östliche Richtung. Die Besonderheit dieser Dichtwand ist, dass sie bis in eine Teufe von 120 m reichen muss. Dazu wurde die Gerätetechnik entsprechend weiterentwickelt. Nach dem Beginn der Errichtung der Dichtwand im November 2010 kann nunmehr eingeschätzt werden, dass sich die neu entwickelte Technik bewährt hat. Ebenso wurde der Nachweis über die Funktionsfähigkeit und die Dichtheit in den ersten Bauabschnitten erbracht.

5 Wiedernutzbarmachung

Die drei brandenburgischen Braunkohlentagebaue Welzow-Süd, Cottbus-Nord und Jänschwalde sind von einer großen Flächeninanspruchnahme gekennzeichnet, die insgesamt ca. 19 700 ha umfasst.

Der Betrieb der Tagebaue ist durch das kontinuierliche Wandern der Förderstätten geprägt. Das heißt, dass das Land vorübergehend für die Vorbereitung des Abbaus und den Abbau selbst in Anspruch genommen und fortlaufend in den ausgekohlten Bereichen wiederhergestellt und rekultiviert/wiedernutzbar gemacht wird. Insbesondere in den Haupt- und Abschlussbetriebsplänen hat der Bergbautreibende den Nachweis zu erbringen, dass er die erforderliche Vorsorge für die Wiedernutzbarmachung der Oberfläche getroffen hat. Entsprechend Bundesberggesetz wird die Wiedernutzbarmachung definiert als ordnungsgemäße Gestaltung der vom Bergbau in Anspruch genommenen Flächen unter Beachtung des öffentlichen Interesses.

Dieses wird mit den Braunkohlenplänen zur verbindlichen Grundlage erhoben. Braunkohlenpläne sind Teil der Regionalplanung und werden durch die Landesregierung für verbindlich erklärt. Sie legen u. a. auch die Ziele der Raumordnung und die Grundzüge der zukünftigen Oberflächengestaltung des Kippenlandes fest. In den nachfolgenden Betriebsplänen erfolgt eine detaillierte Untersetzung dieser Aussagen zur Gestaltung der zukünftigen Bergbaufolgelandschaft.

Die Bergbaufolgelandschaft soll sich an das ursprüngliche Naturbild anlehnen und zudem mit neuen, vielfach nutzbaren Elementen bereichert sein. Der Bergbau hinterlässt als Landschaftsgestalter Wälder, landwirtschaftliche Nutzflächen und Seen. Biotope erhöhen zudem den landschaftlichen Reiz des Neulandes und bieten besonders schützenswerten Tieren und Pflanzen neuen Lebensraum.

Entsprechend den Braunkohlenplänen steht die forstwirtschaftliche Wiedernutzbarmachung an erster Stelle. So sollen im Tagebau Welzow-Süd 70 % und im Tagebau Jänschwalde 47 % der Bergbaufolgelandschaft für die forstwirtschaftliche Nutzung geschaffen werden. Grundsätzliches Ziel ist es, einen artenreichen Waldbestand mit einem möglichst hohen Anteil an Laubbäumen zu schaffen. Dazu erfolgt die Aufforstung mit einheimischen Baumarten, wie Eiche, Ahorn, Erle, Buche und Kiefer. Anders als eine natürliche Waldgesellschaft muss der Kippennachwuchs sich mit extremen Standortbedingungen auseinandersetzen. Der Wassermangel, das fehlende Bodenleben und die ausgeprägte Freilage sind nur einige der Herausforderungen. Die relativ jungen Wälder um Cottbus und Spremberg belegen längst, dass auf Kippenarealen das Aufwachsen artenreicher Waldbestände mit hohem Laubbaumanteil möglich ist.

Gestaltete Waldsäume, Sonderbiotope oder das Aufgreifen alter Kulturen von Obstbäumen lösen die nicht nur lausitztypische Kiefern-Monokultur ab.
Den zweiten großen Komplex in der Bergbaufolgelandschaft stellen die landwirtschaftlichen Nutzflächen dar. So sollen im Tagebau Welzow-Süd 16 % und im Tagebau Jänschwalde 25 % der Bergbaufolgelandschaft für die landwirtschaftliche Nutzung hergestellt werden. Die landwirtschaftlich genutzten Flächen sollen den Bodenbildungsprozess fördern, um in der Lausitz nachhaltig leistungsfähige Produktionsflächen zu entwickeln.
Im Gegensatz zu natürlichen Böden sind Kippen-Rohböden humusfrei. Bodenbiologische Prozesse müssen sich erst entwickeln. Der Grundwassereinfluss fehlt. Kulturfreundliche Bodensubstrate sind auf der Kippe selten zu finden. Es überwiegen tertiäre Sande, die oftmals Eisensulfide enthalten. Kommt es zu einer Verwitterung der Sulfide, versauern die Substrate. Die Folge ist, dass sich der Boden nur schwer begrünen lässt. Um die Bodeneigenschaften zu verbessern, werden kulturfähige Schichten aufgetragen. Bodengeologische Standortuntersuchungen bestimmen, wo und wie melioriert wird. Die Bildung von Dauerhumus ist das Ziel. Angestrebt wird, dass die neuen Nutzflächen mindestens die Qualität der Ackerböden der Altstandorte erreichen. Bewährt hat sich dabei die Anwendung einer vom Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V. Finsterwalde entwickelte siebenjährige Rotationsfruchtfolge (Production Lignite Mining & Generation 2012).

6. Immissionsschutz im Umfeld der Tagebaue

6.1 Rechtsgrundlagen

Der Betrieb der Braunkohlentagebaue ist insbesondere mit Geräusch- und Staubemissionen verbunden, die sich in Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen sowie dem Betriebszustand und den jeweiligen Standorten der Tagebaugeräte im Umfeld der Tagebaue in Form von Immissionen widerspiegeln.
Gemäß § 4 Absatz 2 Satz 2 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) bedürfen Tagebaue keiner immissionsschutzrechtlichen Genehmigung. Stattdessen gelten für Tagebaue die Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen gemäß § 22 BImSchG.
Tagebaue sind deshalb so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik im Tagebau vermeidbar sind und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.
Stand der Technik im Sinne des BImSchG ist dabei der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt.
Die Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (TA Luft) gilt uneingeschränkt für Tagebaue. Die Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (TA Lärm) gilt nicht für Tagebaue, sie wird jedoch zum Anhalt genommen. Weitere Untersetzungen enthält die Richtlinie des Landesbergamtes Brandenburg zum Immissionsschutz in Braunkohlentagebauen (Landesbergamt Brandenburg 2001).

6.2 Zulassung von Betriebsplänen

Bei der Zulassung von Betriebsplänen ist u. a. zu prüfen, ob der Schutz der Bevölkerung in den umliegenden Orten vor schädlichen Umwelteinwirkungen sichergestellt ist. Als Grundlage für die Bewertung der Geräusch- und Staubimmissionen im Umfeld des Tagebaus sowie für die Planung, Festlegung und Durchführung notwendiger Lärm- und Staubschutzmaßnahmen werden durch unabhängige Gutachter Immissionsprognosen erarbeitet, die für die maßgeblichen Immissionsorte die zu erwartenden maximalen Geräusch- und Staubbelastungen prognostizieren.
Darüber hinaus hat die Vattenfall Europe Mining AG den Nachweis zu erbringen, dass sich die Anlagen und Einrichtungen des Tagebaus auf dem Stand der Technik befinden. Auf dieser Basis wurde durch den Tagebaubetreiber ein „Rahmenprogramm Immissionsschutz“ erarbeitet, welches eine Grundlage für das lärm- und staubschutzgerechte Betreiben der Tagebaue darstellt. Dieses Rahmenprogramm wird mit der weiteren Tagebauentwicklung fortgeschrieben. Darin enthalten sind die Planungen für die Durchführung von Maßnahmen zum Erreichen des Standes der Technik im Tagebau (Abb. 7) und ggf. auch sekundäre Immissionsschutzmaßnahmen im Tagebauumfeld.
Darauf aufbauend werden durch den Tagebaubetreiber die betrieblichen und immissionsschutztechnischen Maßnahmen im Rahmen des Hauptbetriebsplans für den Tagebau konzipiert und vom LBGR ggf. unter Erlass von Nebenbestimmungen mit der Zulassung des jeweiligen Hauptbetriebsplanes angewiesen.

Abb. 7: Antriebsstation mit gekapselten Antrieben (Foto: LBGR 2014)
Fig. 7: Transmission unit with encapsulated gear/engine (photo: LBGR 2014)

6.3 Überwachung der Geräusch- und Staubimmissionsbelastung

Die Kontrolle der Geräusch- und Staubimmissionen erfolgt im Umfeld der Tagebaue auf der Basis von Messnetzen. Die Standorte der Messpunkte werden regelmäßig überprüft und in Abhängigkeit vom Tagebaufortschritt laufend angepasst. Die dazu erforderlichen Regelungen werden durch das LBGR in der Zulassung des jeweiligen Hauptbetriebsplanes getroffen.

Die regelmäßige Ermittlung der Geräusch- und Staubimmission im Umfeld eines Tagebaus erfolgt durch eine nach § 26 BImSchG bekannt gegebene Messstelle. Bei diesen Messstellen handelt es sich um qualifizierte und unabhängige Einrichtungen, die bei der zuständigen Immissionsschutzbehörde des Landes Brandenburg ihre fachliche Qualifikation und Leistungsfähigkeit nachgewiesen haben. Die Bekanntgabe erfolgt im Land Brandenburg durch das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Die Geräusch-Überwachungsmessungen erfolgen in der Regel im Nachtzeitraum, da es sich dabei um die immissionskritischste Zeit handelt. Dabei findet pro Tagebau für alle festgelegten Messpunkte eine Messung im Halbjahr statt, wobei das LBGR bei besonderen Anlässen weitere Messungen beauflagen, veranlassen bzw. selbst durchführen kann.

Mit den Überwachungsmessungen werden Tagebau- und Windsituationen erfasst, die die maximalen Geräuschimmissionen am jeweiligen Immissionsort erwarten lassen. Dazu ist es erforderlich, dass alle maßgeblichen Tagebaugroßgeräte in Betrieb sind, sich in geringer Entfernung zum Immissionsort befinden und die meteorologischen Bedingungen die Schallausbreitung in Richtung des Immissionsortes begünstigen (Mitwindbedingungen). Damit wird die maximal mögliche Geräuschbelastung im Umfeld des Tagebaus ermittelt, d. h. es wird der jeweils ungünstigste Fall („worst case-Szenario“) gemessen. Wie auch bei den Prognosewerten handelt es sich bei den gemessenen Überwachungswerten um maximale Werte, die nur unter den o. g. besonderen Bedingungen eintreten können, nicht jedoch um dauerhafte Beeinflussungen.

Neben den Immissionsmessungen werden auch die Geräuschpegel an den Quellen erfasst, um eine lärmorientierte Instandhaltung rechtzeitig vornehmen zu können (Abb. 8).

Die Überwachung und Kontrolle der Staub-Immissionen erfolgt durch die Bestimmung des Staubniederschlages. Diese Ermittlung erfolgt nach den Vorschriften der VDI-Richtlinie 4320, Blatt 2 „Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode“ (Abb. 9).

Dabei wird jeweils monatlich der Staubniederschlag als summarischer Wert der örtlichen Staubimmission ermittelt, d. h. es wird neben dem Tagebaueinfluss auch der regionale Hintergrund mit allen Einflüssen, wie z. B. aus der Landwirtschaft und dem Straßenverkehr, erfasst. Maßgeblich für die Bewertung der Staubimmissionssituation ist der Jahresimmissionswert nach Nr. 4.3.1. der TA Luft, d. h. IJ1=0,35 g/(m^2 · d).

Abb. 8: Geräuschmessung an einer Bandanlage (Foto: LBGR 2014)
Fig. 8: Noise measurement at conveyor belt (photo: LBGR 2014)

Abb. 9: Staubniederschlagsmessung mittels Bergerhoff-Gerät (Foto: LBGR 2014)
Fig. 9: Measurement of dust precipitation by use of Bergerhoff method (photo: LBGR 2014)

7. Brikettfabrik Mitte in Schwarze Pumpe

7.1 Standort

Die Brikettfabrik Mitte befindet sich im Landkreis Spree-Neiße, etwa 6 km südlich der Stadt Spremberg im Industriepark Schwarze Pumpe. Die Landesgrenze zum Freistaat Sachsen verläuft durch den Industriepark, so auch durch die Brikettfabrik. Abbildung 10 vermittelt einen Überblick über die Anlagen der Brikettfabrik.
Der Industriestandort Schwarze Pumpe hat am 31. August 1955 überregionale Bedeutung erhalten, denn an diesem Tag erfolgte der erste Spatenstich für den damals größten Braunkohlenveredlungskomplex Europas. Neben drei Kraftwerken, dem Gaswerk und der Kokerei wurden die 3 Brikettfabriken West, Mitte und Ost errichtet. Die Brikettfabrik Mitte ging am 6. Oktober 1963 in Betrieb.
Die politischen und wirtschaftlichen Veränderungen im Osten Deutschlands führten ab 1990 im Braunkohlenbergbau und in der Energiewirtschaft zu einem drastischen Strukturwandel, der auch vor den Brikettfabriken nicht Halt machte. Mit der Neuorientierung des Standortes Schwarze Pumpe ging die Brikettfabrik Mitte als Veredlung Schwarze Pumpe als einzige langfristig produzierende Stätte von Veredlungsprodukten in der Lausitz hervor.

7.2 Übersicht

Seit 1992 wurden in der Veredlung Schwarze Pumpe die vorhandenen Anlagen entsprechend den gesetzlichen Umweltschutzvorschriften von Grund auf modernisiert. Effiziente Entstaubungsanlagen (Hochleistungsschlauchfilter und -venturiabscheider, Elektrogasreinigungsfilter) sorgen für einen emissionsarmen Betrieb. Die Überwachungsmessungen zeigen, dass die Vorgaben der TA Luft sicher eingehalten werden.
Weiterhin wurden die Anlagen an die Absatzlage bei festen Brennstoffen angepasst, entsprechend den Forderungen zur Anlagensicherheit modernisiert und durch Investitionen erweitert. Zu den Erweiterungsinvestitionen gehörten die neuen Anlagen zur Verpackung von Briketts, der Aufbau neuer Verladeanlagen sowie die Inbetriebnahme von zwei Braunkohlenstaubmahlanlagen.
Diese Maßnahmen sichern langfristig die Produktion und den Absatz veredelter fester Brennstoffe aus Braunkohle in hoher Qualität. Ziel der Veredlung der Rohbraunkohle ist die Erhöhung des Heizwertes und die Verbesserung der Gebrauchseigenschaften. In der Veredlung Schwarze Pumpe werden Briketts in verschiedenen Formaten und Verpackungen sowie Braunkohlenstaub und Wirbelschicht-

Abb. 10: Brikettfabrik Schwarze Pumpe (Foto: Archiv Vattenfall Europe Mining AG 2011)
Fig. 10: Briquette factory Schwarze Pumpe (photo: archive Vattenfall Europe Mining AG 2011)

Produkt	Menge (kt)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Brikett	351,4	468,4	772,2	857,9	893,0	668,2	650,0
Staubkohle	690,1	829,3	704,8	816,9	897,4	1.006,8	988,0
Wirbelschichtkohle	220,8	225,5	125,0	120,8	158,0	171,0	188,0

Tab. 7: Entwicklung der Produktion in der Braunkohlenveredlung 2007 – 2013 (Quelle: VATTENFALL EUROPE MINING 2008 – 2014)
Tab. 7: Output development at the upgrading of lignite from 2007 to 2013 (source: VATTENFALL EUROPE MINING 2008 to 2014)

braunkohle hergestellt. Briketts werden vorwiegend in Kleinfeuerungsanlagen privater Haushalte und in vollautomatischen Heizungs- und Kesselanlagen der mittelständischen Industrie eingesetzt. Braunkohlenstaub wird in der Zement-, Kalk- und Asphaltindustrie sowie in kommunalen und industriellen Heizwerken und Heizkraftwerken eingesetzt. Wirbelschichtbraunkohle wird im Heizkraftwerksektor verwendet.
Tabelle 7 zeigt die Entwicklung der Produktion in der Veredlung in den Jahren 2007 bis 2013.
Insgesamt ist eine deutliche Leistungssteigerung, insbesondere beim Braunkohlenstaub, festzustellen. Die Produktion von Wirbelschichtkohle ist leicht rückläufig. In der Brikettfabrik Mitte waren Ende 2013 insgesamt ca. 300 Beschäftigte tätig.

7.3 Technologie

Die Anlagen der Veredlung werden im Wesentlichen in die Betriebsabschnitte Rohkohlebunker, Rohkohleaufbereitung, Trocknung, Mahlung, Pressung, Bündelung und Verladung eingeteilt (VATTENFALL EUROPE MINING AG 2011).
Die Rohbraunkohle, die in der Veredlung verarbeitet wird, kommt aus den nahegelegenen Tagebauen Welzow-Süd und Nochten (Sachsen). Das Besondere an dieser Rohbraunkohle sind die geringen Asche- und Schwefelgehalte. Die Rohbraunkohle gelangt mit Zügen über das Eisenbahnnetz der Vattenfall Europe Mining AG zur Veredlung und wird dort im Rohkohlebunker entladen. In Flügelbrechern wird die Kohle auf eine maximale Korngröße von 250 mm zerkleinert und über Bandanlagen zur Rohkohleaufbereitung transportiert.
Der Abschnitt Aufbereitung wird auch als Nassdienst bezeichnet, da die Kohle in dieser Verarbeitungsphase mit einem Wassergehalt von ca. 57 % noch grubenfeucht ist. In Hammermühlen wird die Kohle weiter zerkleinert und anschließend auf Sieben klassiert. Die so gewonnene Rohfeinkohle besitzt eine Körnung von bis zu 6,3 mm.
Die anschließende Trocknung der Rohfeinkohle erfolgt in Röhrentrocknern. Jeder Trockner besitzt eine Heizfläche von ca. 4 000 m². Insgesamt sind 16 Röhrentrockner im Einsatz. Entsprechend der eingestellten Austragswassergehalte wird die Trockenkohle den einzelnen Produktlinien Brikettierung, Mahlstaub- und Wirbelschichtbraunkohlenerzeugung zugeleitet. Neben dem Hauptprodukt Trockenkohle mit den unterschiedlichen Wassergehalten entsteht im Trocknungsprozess der Brüden, ein Gemisch aus Luft, Wasserdampf und Kohlenstaub. In Elektrofiltern wird der Brüden gereinigt. Der dabei zurückgehaltene Staub wird direkt als Braunkohlenstaub vermarktet.
Um aus Trockenkohle mit einer Körnung von bis zu 6,3 mm und einem Wassergehalt von ca. 19 % Qualitätsbriketts herstellen zu können, ist eine weitere Verfeinerung erforderlich. Zu diesem Zweck wird sie wiederum in Hammermühlen zerkleinert und auf Sieben klassiert. Die entstandene Brikettiertrockenkohle besitzt nun eine Körnung von bis zu 2,5 mm und einen mehr als doppelt so hohen Heizwert wie die Rohfeinkohle.
Unter hohem Druck und ohne Zusatz von Bindemitteln entsteht aus dem körnigen Gut Brikettiertrockenkohle ein Brikett mit einer mehr als doppelt so hohen Dichte und einem hohen Formwert. In insgesamt 19 elektrisch angetriebenen Pressen werden die Briketts erzeugt.
Welche Form ein Brikett erhält, richtet sich nach dem jeweiligen Einsatzzweck. Industriebriketts, Halbsteinbriketts und Ganzsteinbriketts werden in loser Form angeboten. Alle Briketts gelangen über Fördersysteme zu den Waggonverladungen für den Bahnversand und zu den Landabsatzverladestellen für den Straßentransport.
Ebenso werden Briketts zu 25 kg Bündeln, 10 kg Tüten und 10 kg Folienpacks konfektioniert. In der Verpackungsanlage läuft der Verpackungs- und Palettiervorgang voll automatisch ab. Um Bedarfsspitzen abzudecken, können die verpackten Briketts in Lagerhallen vorgehalten werden.
Braunkohlenstaub wird durch die Entstaubungsprozesse der technologischen Anlagen im Trocknungsprozess gewonnen und im Betriebsabschnitt Mahlung hergestellt. Als Einsatzgut für den Mahlprozess dient Trockenkohle mit einem Wassergehalt von ca. 11 %. Diese wird über Förderer und Verteilersysteme auf Walzenmühlen aufgegeben, die das Gut auf < 0,2 mm zerkleinern. Mit Hilfe pneumatischer Förderanlagen wird der Braunkohlenstaub in Vorrats- und Verladesilos transportiert. Unter diesen Silos sind Verladeeinrichtungen für den Bahn- und Straßenversand angeordnet.
Wirbelschichtbraunkohle wird im Trocknungsprozess mit einem Wassergehalt von 16 – 18 % in der Körnung < 6,3 mm hergestellt. Sie gelangt über mechanische Fördersysteme zur Silo- und Verladeanlage.

7.4 Erprobung neuer Technologien

Auf dem Gelände der Veredlung Schwarze Pumpe wurde eine Versuchsanlage für die „Druckaufgeladene Dampf-Wirbelschicht-Trocknung (DDWT)“ errichtet. Das Verfahren ist Grundlage für ein neues Kesselkonzept der Braunkohlenverbrennung im Kraftwerk, bei dem statt der Verfeuerung von aufbereiteter Rohbraunkohle großtechnisch Trockenbraunkohle verbrannt werden soll, die in einem separaten Trocknungsprozess getrocknet wird. Mit Anwendung dieses neuen Konzeptes soll die Flexibilität der Kraftwerksblöcke verbessert und der Wirkungsgrad erhöht werden. Der Probebetrieb wurde im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Die Anlage wird nunmehr im Dauerbetrieb betrieben.

Literaturverzeichnis

Bahrt, W., Bönisch, R., Krentz, O., Kühner, R., Lapp, M., Petzold, H., Schneider, W., Schulze, H., Seibel, B. & G. Standke (2010): Die geologische Entwicklung der Lausitz. – 193 S., Cottbus (Vattenfall Europe Mining AG)

Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert

Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Koordination und Gestaltung: M. Menning & A. Hendrich) (2012): Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2012 (STDK 2012). – Potsdam (GFZ)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274, ber. S. 3753), geändert am 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943)

Göthel, M. (2004): Stratigraphie des Känozoikums in Brandenburg mit spezieller Berücksichtigung des Braunkohlenreviers der Lausitz. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **11**, 1/2, S. 149 – 168, Kleinmachnow

Höding, T., Andreae, A., Benisch, H.-J., Göthel, M., Grunert, U., Kopp, J., Ludwig, F., Nestler, P., Renkert, B., Sitschick, H., Stackebrandt, W., Thiem, H.-G. & E. Wetzel (2007): Mineralische Rohstoffe und Energierohstoffe im Land Brandenburg. Rohstoffbericht Brandenburg 2007. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **14**, 2, S. 5 – 110, Cottbus

Landesbergamt Brandenburg (2001): Richtlinie zum Immissionsschutz in Braunkohlentagebauen. – 16 S., Cottbus

Landesregierung Brandenburg (2004): Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt I vom 21. Juni 2004, GVBl. II/04, S. 614, Potsdam

Landesregierung Brandenburg (2006): Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Cottbus-Nord vom 18. Juli 2006, GVBl. II/06, S. 370, Potsdam

Landesregierung Brandenburg (2012): Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Jänschwalde vom 5. Dezember 2002, GVBl. II/02, S. 690, Potsdam

Landesregierung Brandenburg (2014): Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, Weiterführung in den räumlichen Teilabschnitt II und Änderung im räumlichen Teilabschnitt I (Brandenburgischer Teil) vom 21. August 2014, GVBl. II/14, Nr. 58, Potsdam

Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg. – 61 S., Potsdam

Nestler, P., Höding, T., Göthel, M., Schulz, R. & H. Sitschick (2005): Geologisch-rohstoffwirtschaftliche Analyse des Rohstoffpotentials in Brandenburg. – Abschlussbericht LBGR Brandenburg, 60 S., 6 Anl., Cottbus (unveröff.)

Nestler, P., Höding, T., Thiem, H.-G. (2007): Rohstoffpotential Braunkohle in Brandenburg, eine geologisch/rohstoffwirtschaftliche Analyse. – Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung **5**, S. 15 – 32, Cottbus

Production Lignite Mining & Generation (2012): Neuland Rekultivierung im Lausitzer Braunkohlenrevier. – 48 S., Cottbus (unveröff.)

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 24. Juli 2002 (GMBl. S. 511)

Tudeshki, H., Könnecke, M. & T. Rebehn (2007): Studie zur Fortschreibung der Tagebauentwicklung im Lausitzer Braunkohlenrevier (Teil Brandenburg). – Studie TU Clausthal, 148 S., Clausthal (unveröff.)

Vattenfall Europe Mining AG (2007): Dichtwandtechnik Innovation zum Schutz von Feuchtgebieten und Gewässern an Tagebauen. – 8 S., Cottbus (unveröff.)

Vattenfall Europe Mining AG (2008 – 2014): Jährliche Mitteilungen zum Braunkohlenbergbau. – Vordrucke nach Unterlagen-Bergverordnung, jeweils 8 S., Cottbus (unveröff.)

Vattenfall Europe Mining AG (2011): Hauptbetriebsplan Braunkohlenveredlung Schwarze Pumpe 2011 – 2016. – 197 S., Schwarze Pumpe (unveröff.)

Wedde, R.-G. (2012): Braunkohlentiefbau in Ostbrandenburg. Über den historischen Braunkohlenbergbau zwischen Hohenfinow (Landkreis Barnim) und Henzendorf (Landkreis Oder-Spree). – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 2, 116 S., Cottbus

Wedde, R.-G. (2013): Über den historischen Braunkohlenbergbau in Nordbrandenburg und südlich von Berlin. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **20**, 1/2, S. 3 – 43, Cottbus

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 53 – 62	4 Abb., 1 Tab., 11 Zit.

Der Sanierungsbergbau im Land Brandenburg

The mining rehabilitation in the state of Brandenburg

Holger Vöhl & Uwe Neumann

1 Grundlagen

Das Lausitzer Braunkohlenrevier liegt im Südosten von Brandenburg und im Nordosten von Sachsen (Abb. 1). In diesem Beitrag wird über die Sanierung der im Wesentlichen nach 1945 betriebenen und in den meisten Fällen nach 1990 in der Folge der Wiedervereinigung stillgelegten Tagebaue im Land Brandenburg berichtet.

Die drei Kernaufgaben der Sanierung bestehen erstens in der Abwehr von bergbaulichen Gefahren zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit, zweitens in der Wiedernutzbarmachung der vom Bergbau beanspruchten Flächen und drittens in der Wiederherstellung eines ausgeglichenen, sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts nach Menge und Beschaffenheit (Autorenkollektiv 2013).

Die rechtliche Grundlage für die Sanierung ehemals vom Braunkohlenbergbau beeinflusster Flächen bildet in Deutschland das Bundesberggesetz (BBergG). Hier sind besonders die § 4 und § 55 von Bedeutung. Die Sanierung der bergbaubeeinflussten Gewässer wird vor allem in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EGWRRL), dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), der Grundwasserverordnung (GrwV), der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und dem Brandenburgischen Wassergesetz (BbgWG) geregelt.

Eine weitere Rechtsgrundlage ist die durch das Land Brandenburg veranlasste Sanierungsplanung auf Grundlage von § 12 Abs. 6 des Gesetzes zur Einführung der Regionalplanung und der Braunkohlen- und Sanierungsplanung (RegBKPlG) vom 13. Mai 1993. Die Planungsleistungen wurden zwischen 1994 und 1999 erbracht. In dieser Zeit sind 15 Sanierungspläne für die Gebiete Annahütte-Poley, Brieskow-Finkenheerd, Döbern, Gräbendorf, Greifenhain, Göhrigk, Heide, Lauchhammer Teil I und II, Meuro, Meuro-Süd, Schlabendorfer Felder, Restlochkette Sedlitz, Skado, Koschen, Seese Ost/-West und Tröbitz/-Domsdorf erstellt worden (http://gl.berlin-brandenburg.de/energie/braunkohle/sanierungsplaene.html). Diesen als rechtlich verbindlich erklärten Planungen ging eine Phase umfassender Ermittlung, Bewertung und Zukunftsentwicklung voran. Die Pläne wurden mit den Kommunen und ihren Bürgern, Landkreisen, Behörden, Verbänden sowie der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) als Eigentümer und bergrechtlich verpflichtetes Unternehmen entwickelt. In ihnen werden die Ziele der jeweiligen Bergbaufolgelandschaften, die wesentlichen Arbeiten und die Anteile an Landwirtschaftsflächen, Wald, Wasserflächen, Flächen mit Naturschutzvorrang oder auch Tourismusentwicklungsgebiete festgelegt (Autorenkollektiv 2009).

In den darauf aufbauenden Abschlussbetriebsplänen nach BBergG wurden die notwendigen Arbeitsschritte, die einzusetzende Technik, der Zeitraum sowie die notwendigen Gutachten und rechtliche Vorrausetzungen detailliert durch die LMBV beschrieben und vom Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) als die zuständige Bergbehörde zugelassen. Diese Abschlussbetriebspläne sind für die konkrete Umsetzung durch Sonderbetriebspläne sowie Ergänzungen und Änderungen von Betriebsplänen untersetzt worden.

Die Finanzierung erfolgt seit 1992 über ein Verwaltungsabkommen und dessen Ergänzungen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Ländern Sachsen-Anhalt und Brandenburg sowie den Freistaaten Sachsen und Thüringen. Gegenwärtige Finanzgrundlage ist das Vierte ergänzende Verwaltungsabkommen zum Verwaltungsabkommen über die Regelung der Finanzierung der ökologischen Altlasten (VA Altlastenfinanzierung) in der Fassung vom 10. Januar 1995 über die Finanzierung der Braunkohlesanierung in den Jahren 2013 bis 2017 (VA V Braunkohlesanierung) vom 9. Oktober 2012. Darin wird ein Finanzierungsrahmen von rund 1,23 Mrd. Euro festgelegt. Damit stehen für die fünf Jahre bis 2017 eine Summe von 770 Mio. Euro für die Grundsanierung nach § 2 und 459,6 Mio. Euro für Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Wiederanstieg des Grundwassers und zum anderen für sonstige Maßnahmen im Zusammenhang mit der Braunkohlesanierung nach § 3 zur Verfügung. Der § 2 wird durch den Bund mit 75 % und durch die Länder mit 25 % finanziert. Die Geldmittel für

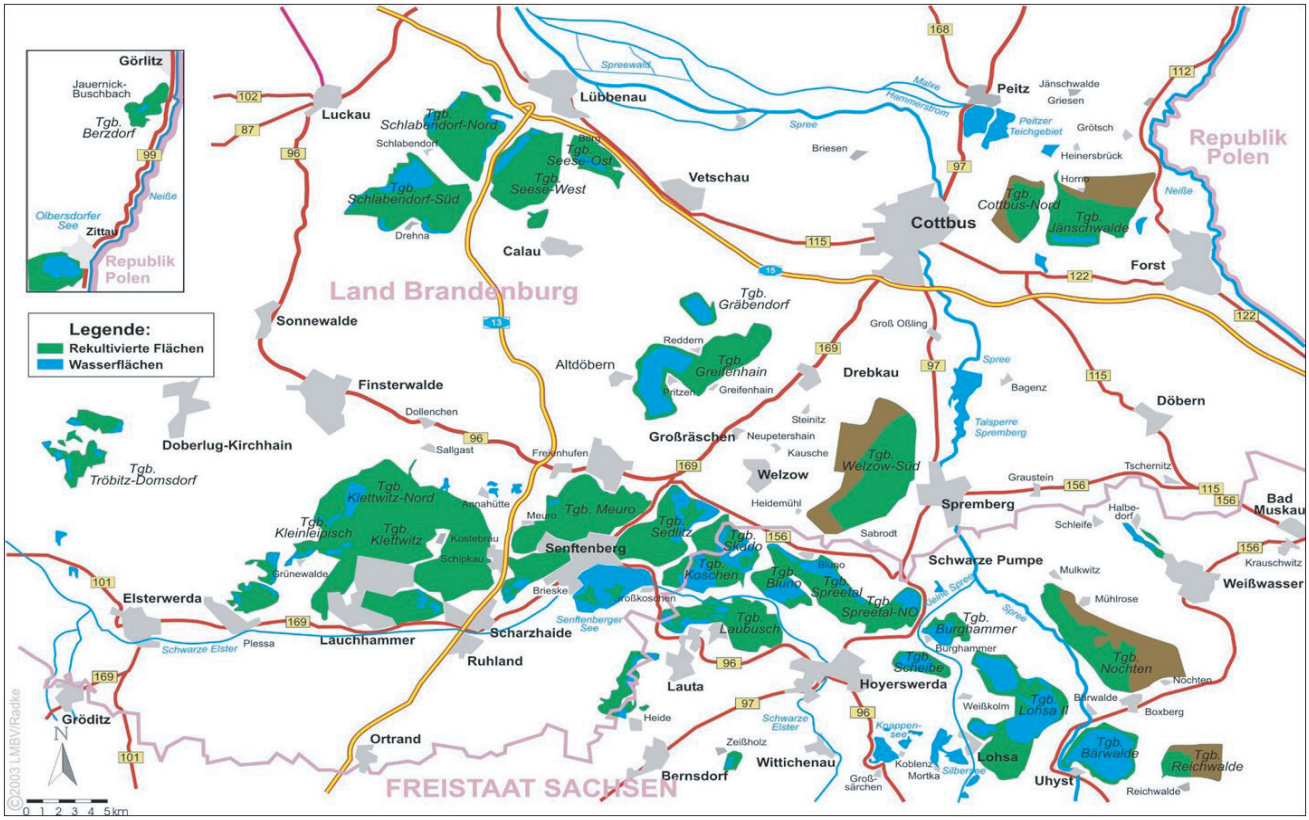


Abb. 1: Übersichtskarte Lausitzer Revier mit rekultivierten und Wasserflächen (Quelle: LMBV mbH/Unternehmenskommunikation 2003)

Fig. 1: Overview map of Lusatian area with revegetated and water surfaces (source: LMBV mbH 2003)

den § 3 werden zu jeweils der Hälfte von Bund und Ländern zur Verfügung gestellt. Die Bereitstellung der Finanzmittel nach § 3 erfolgt dabei unter Zurückstellung unterschiedlicher Rechtsstandpunkte zwischen Bund und Ländern und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht. Dadurch sind diese Maßnahmen besonders flexibel einsetzbar. Für weitere Maßnahmen zur Erhöhung des Folgenutzungsstandards und zur Gefahrenabwehr im Bereich des Braunkohlenaltbergbaus stellen die einzelnen Länder weitere Mittel bereit.

Insgesamt wurden für die Braunkohlesanierung in den neuen Bundesländern zwischen 1991 und 2013 rund 9,7 Mrd. Euro ausgegeben. Den größten Anteil davon erhielt Brandenburg mit rund 4,0 Mrd. Euro. Das entspricht 41,2 % (www.braunkohlesanierung.de/docs/109_GSK_gesamt_nach_VA.pdf).

2 Geschichte

Der Braunkohlenbergbau und die Veredlung der Rohbraunkohle waren die entscheidende energetische Grundlage der ehemaligen DDR. Weit mehr als 70 % des gesamten Energiebedarfs des Landes wurde durch Rohbraunkohle gedeckt. Mit der deutschen Wiedervereinigung war eine Neuausrichtung der Braunkohlenindustrie unausweichlich. Infolge der ab 1990 zügig wirkenden Veränderungen des Wirtschaftssystems kam es zu einem drastischen Einbruch des industriellen Bedarfs an Rohbraunkohle, die eine gravierende Reduzierung der Förderung und Veredlung erforderte (AUTORENKOLLEKTIV 2010).

Der Weiterbetrieb ausgewählter Tagebaue, wie der heute betriebenen Tagebaue Jänschwalde, Cottbus-Nord und Welzow-Süd und des auslaufenden Tagebaus Meuro (bis 1999) musste auf neuen unternehmerischen und rechtlichen Grundlagen in einem veränderten gesellschaftlichen Umfeld erfolgen. Das war nur bei einem kostengünstigen und ressourcenschonenden Abbau und einer effektiven Veredlung der Braunkohle möglich. Die Kehrseite dieser Situation bestand in der Notwendigkeit einer kurzfristigen Stillsetzung der sechs Tagebaue Gräbendorf (1992), Greifenhain (1994), Klettwitz (1991), Klettwitz-Nord (1992), Schlabendorf-Süd (1991) und Seese-Ost (1996) und, bis auf den einen in Schwarze Pumpe, der Stilllegung aller 28 Veredlungsbetriebe. Eine rasche Neuausrichtung der Braunkohlenindustrie war auch durch die fortgeschrittenen negativen Landschafts- und Umweltbeeinflussungen in den bergbaulich beanspruchten Regionen mit ihren gravierenden Auswirkungen auf das Leben der Menschen und die Entwicklungsbedingungen von Flora und Fauna geboten. Die Braunkohlesanierung trat als eine in ihrer Größe und Komplexität bis dahin unbekannte Aufgabe auf die Tagesordnung des vereinigten Deutschlands (AUTORENKOLLEKTIV 2010).

Angesichts des Anfang der 1990er Jahre sichtbar werdenden Ausmaßes der Sanierungsaufgaben musste ohne den notwendigen Vorlauf unverzüglich mit deren Bewältigung begonnen werden. Das geschah zunächst auf der Basis von Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM). Der Schwerpunkt lag auf der Beräumung von Flächen, dem Abriss von Anlagen und Gebäuden, der Beseitigung von Altlasten und der Flächensanierung (Autorenkollektiv 2010).

Mit der fortschreitenden Entwicklung wurde schnell klar, dass die durch den Braunkohlenabbau verursachten außergewöhnlichen Umweltprobleme durch ABM auf Dauer nicht nachhaltig zu lösen waren. Deshalb entstand in einem intensiven Dialog zwischen den zuständigen Bundesministerien und der Treuhand schrittweise die Idee eines den spezifischen Problemen des ostdeutschen Braunkohlenbergbaus angepassten Sanierungsinstruments. Im Ergebnis der im September 1992 erzielten Einigung wurde das Verwaltungsabkommen über die Regelung der Finanzierung der ökologischen Altlasten (VA Altlastenfinanzierung) am 1. Dezember 1992 abgeschlossen, das rückwirkend zum 15. Oktober 1992 in Kraft trat. Es galt für den Zeitraum von 1993 bis 1997. Das Verwaltungsabkommen ging einher mit der Schaffung einer langfristigen Organisation der Braunkohlesanierung. In diesem Zusammenhang erfolgte auch die Gründung der Lausitzer Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LBV) und Mitteldeutschen Bergbauverwaltungsgesellschaft (MBV) aus der dann Ende 1995 über den Zwischenschritt einer Holding die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) entstand (Autorenkollektiv 2010).

Der Auftrag der LMBV umfasste die geordnete Stilllegung der nicht privatisierten Betriebe, die Gefahrenabwehr auf bergbaulichen Anlagen, die Wiedernutzbarmachung der bergbaulich in Anspruch genommenen Flächen, die Sanierung des beeinträchtigten Wasserhaushaltes und die Beseitigung bzw. Sicherung von ökologischen Altlasten. Weiterhin ist eine wichtige Aufgabe der LMBV die Privatisierung und Verwertung des Anlagevermögens, insbesondere der umfangreichen Liegenschaften (Autorenkollektiv 2010).

In das Zentrum der Aufmerksamkeit gelangte zunehmend die sichere Gestaltung der Tagebaurestlöcher. Bei den dabei zu erbringenden Leistungen handelte es sich insbesondere um die Bewegung großer Massen innerhalb eines ehemaligen Tagebaus oder zwischen Tagebauen zur Verfüllung von Restlöchern und zur Anstützung von Böschungen, die Verdichtung von Massen in gekippten Bereichen, den Abbruch von Industrieanlagen, den Rückbau von Tagebaugroßgeräten und anderer Technik, die Sanierung von Altlastenverdachtsflächen, die Aufforstung auf schwer rekultivierbaren Kippenböden, die Herstellung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, die Flutung von Tagebaurestlöchern und die Entwicklung und nachhaltige Gewährleistung einer bedarfsgerechten Qualität des Wassers in den entstandenen Bergbaufolgeseen. Neben diesen Maßnahmen erfolgte auch der Erhalt ausgewählter Zeitzeugen, wie beispielsweise der Brikettfabrik Louise bei Domsdorf oder der Biotürme in Lauchhammer (Autorenkollektiv 2010).

Nachdem bis Ende 1997 große Fortschritte in der Grundsanierung erreicht werden konnten, begannen sich die Sanierungsschwerpunkte schrittweise zu wandeln. Die Massenverdichtung und die Zuführung von Wasser zu den gesicherten Restlöchern erlangten in Übereinstimmung mit dem Sanierungsfortschritt eine immer größere Bedeutung. Grundlage für die Fortsetzung der Braukohlesanierung war für die nächsten fünf Jahre von 1998 – 2002 das ergänzende Verwaltungsabkommen, kurz auch VA II genannt, das am 1. Januar 1998 in Kraft trat. Die Aufgaben der Grundsanierung wurden Schritt für Schritt weitergeführt, wobei die sichere Gestaltung der Böschungssysteme der künftigen Tagebauseen im Vordergrund stand. Gleichzeitig begann in Brandenburg die Flutung der Restlöcher, so in Schlabendorf, Altdöbern und Bergheide. Wegen der Komplexität der Flutung in der Lausitz und des die Landesgrenze zwischen Brandenburg und Sachsen überschreitenden Lausitzer Seenlandes wurde gemeinsam mit Berlin die Flutungszentrale Lausitz bei der LMBV geschaffen. Im Dezember 1999 nahm die LMBV den Tagebau Meuro außer Betrieb. Damit endete im Raum Senftenberg eine 150-jährige Bergbaugeschichte (Autorenkollektiv 2010). In dieser Zeit begann auch die Internationale Bauausstellung Fürst-Pückler-Land (IBA), die in den nachfolgenden 10 Jahren durch ihre 30 Projekte mit den Schwerpunkten Industriekultur, Wasser-, Energie-, Grenz-, Stadt- und Zwischenlandschaften wertvolle Impulse in der Entwicklung der Bergbaufolgelandschaft gaben (www.iba-see2010.de).

Das sich anschließende zweite ergänzende Verwaltungsabkommen (VA III) sicherte in den Jahren 2003 – 2007 die weitere Sanierung. Durch die Einführung des § 3 mit dem Titel „Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren im Zusammenhang mit dem Wiederanstieg des Grundwassers“ reagierten Bund und Länder auf die begonnene Flutung der Tagebaurestlöcher und die einsetzende Auffüllung der Grundwasserabsenkungstrichter. In diesem Zeitraum wurden allein im Land Brandenburg rund 59,8 Mio. Euro über den § 3 VA III für diese neuen Herausforderungen bereitgestellt (www.braunkohlesanierung.de/docs/109_GSK_gesamt_nach_VA.pdf). Die bereits im vorhergehenden Zeitraum begonnene Verlagerung der Sanierungsschwerpunkte setzte sich verstärkt fort. Die Flutungsmengen vergrößerten sich erheblich und die anderen Gewerke sanken in diesem Zeitraum deutlich. Im Land Brandenburg begann die Flutung des Sedlitzer, Partwitzer, Geiereswalder und des Ilsesees. Mit der zunehmenden Fertigstellung von Tagebauseen manifestierte sich der stattfindende Landschaftswandel. Inzwischen waren seit Beginn der Braunkohlesanierung weiträumig völlig neue Landschaften gestaltet worden. Zu den spektakulärsten gehört das in Brandenburg und Sachsen liegende Lausitzer Seenland mit einer Gesamtwasserfläche von 70 km², welches in naher Zukunft Deutschlands größter künstlicher Gewässerverbund sein wird (Autorenkollektiv 2010).

3. Gegenwärtig anstehende Aufgaben

Am 1. Januar 2008 erfolgte das dritte ergänzende Bund-Länder-Verwaltungsabkommen (VA IV), welches die Fortsetzung der Finanzierung bis 2012 absicherte. In dieser Zeit kam es durch unerwartet aufgetretene Verflüssigungsbrüche auf den Lausitzer Innenkippen, wie im Brandenburger Teil auf den ehemaligen Tagebauflächen Schlabendorf-Nord und -Süd sowie Seese-West zu einem herben Rückschlag in der Sanierung des Lausitzer Braunkohlenreviers, deren Beseitigung gegenwärtig und auch in Zukunft eine Hauptaufgabe darstellt. Die andere gegenwärtige Hauptaufgabe ist die Wiederherstellung eines funktionierenden Wasserhaushaltes.

3.1 Verflüssigungsgrundbrüche auf Lausitzer Innenkippen

Seit 2008 treten gehäuft Verflüssigungsgrundbrüche mit einem erheblichen Ausmaß auf den Innenkippen der Lausitz auf. Diese Kippenbereiche galten zum großen Teil bereits als saniert. Die Sanierung erfolgte, indem man je nach der in den Sanierungsplänen festgeschriebenen Nutzung, trockene Überdeckungen des wassergesättigten verflüssigungsfähigen Kippenkörpers schuf, die sicherstellen, dass kein Initial von außen in den verflüssigungsfähigen Untergrund eindringen konnte. In den Bereichen, wo keine genügend hohe trockene Überdeckung vorhanden sein kann, wie an den Böschungen der Tagebaurestlöcher, wurden so genannte versteckte Dämme im Untergrund geschaffen, d. h. Bereiche von mehreren Dutzend Metern Breite, die vorzugsweise mit der Rütteldruckverdichtung fast immer bis zum Liegenden der Kippe verdichtetet wurden (Abb. 2). Diese Abschnitte waren einerseits selbst nicht mehr verflüssigungsfähig und damit die über ihnen trockene Überdeckung entbehrlich. Andererseits waren sie gegen ein seitliches Verschieben so stabil gestaltet, dass im Falle einer Verflüssigung der dahinterliegenden Innenkippe die verflüssigten Sande nicht ausfließen und damit ein Setzungsfließen auslösen können.

Ein Setzungsfließen stellt auf Grund seines schnellen Ablaufs, seines fehlenden oder kaum wahrnehmbaren Vorwarnung, den meist immens großen Rutschungsvolumina und den teilweise unerwartet großen Rückgriffsweiten eine akute Gefahr für Leben und Sachgüter dar, die man unbedingt verhindern muss. An dieser Stelle eine kurze Erläuterung zu diesem Phänomen:
Unter Verflüssigung werden alle Mechanismen verstanden, die bei nahezu bis vollständig gesättigten verflüssigungsfähigen Sanden durch eine monotone oder zyklische Anregung mit Anstieg des Porenwasserdruckes zu einer erheblichen Verringerung bzw. zu einem Totalverlust der undrainierten Scherfestigkeit führen und in dessen Folge mehr oder weniger große Deformationen auftreten. Können sich diese verflüssigten Massen in eine Hohlform, zum Beispiel in ein Restloch ergießen, spricht man von einem Setzungsfließen. Ist das Wegfließen verhindert, verbleiben die verflüssigten Massen mehr oder weniger an Ort und Stelle und es kommt zu einem Verflüssigungsgrundbruch, d. h. zu einer meist großflächigen von Staffelbrüchen begleiteten Einsenkung der Oberfläche mit geringen horizontalen Verschiebungen.

Ein Setzungsfließen ist in der Lausitz mit den errichteten versteckten Dämmen sicher ausgeschlossen. Das haben in der Vergangenheit die zahlreichen Verflüssigungserschei-

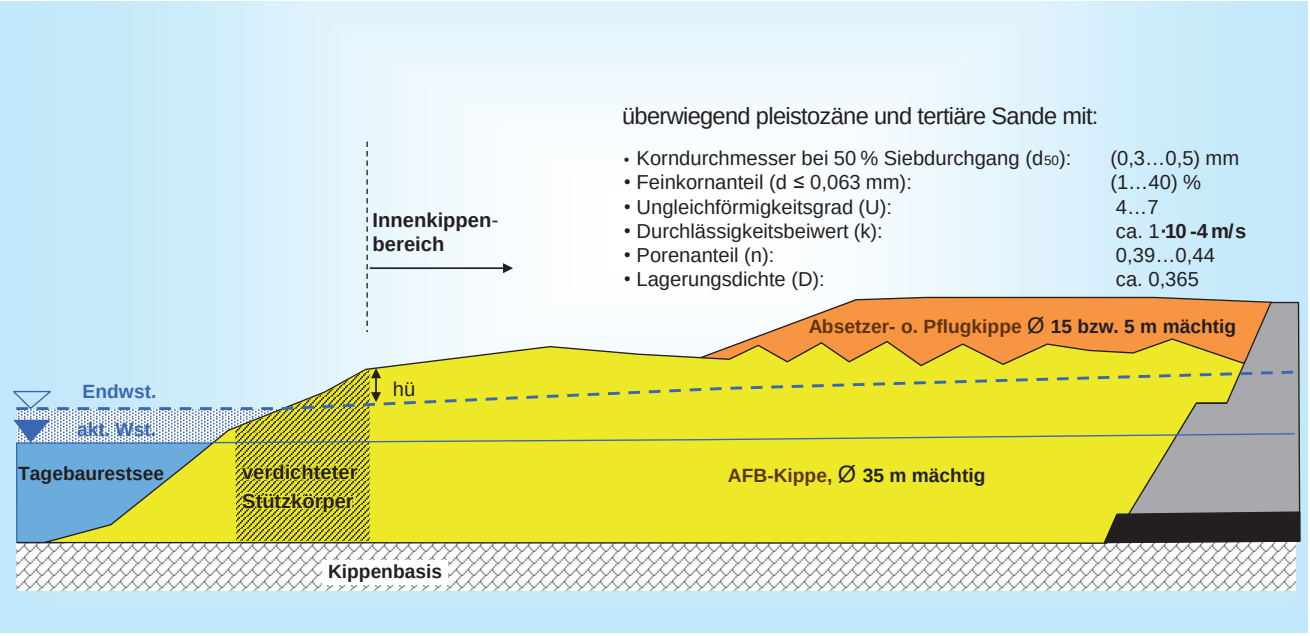


Abb. 2: Schematischer Schnitt durch einen Innenkippenbereich (verändert nach SCHOLZ 2012)
Fig. 2: Schematic section through an inner overburden dump of an open-cast mine (modified after SCHOLZ 2012)

nungen im Hinterland dieser Bauwerke bewiesen. Die Dämme haben dem Druck der verflüssigten Kippe in jedem Fall standgehalten. Damit können nur Verflüssigungsgrundbrüche auftreten. Diese glaubte man mit einer ausreichend trockenen Überdeckung sicher verhindern zu können, weil man fest davon ausging, dass keine inneren Initiale auftreten, die zu einer Verflüssigung führen. Die Fachwelt wurde eines Besseren belehrt. Seit 2008 traten Verflüssigungsgrundbrüche auf, die man oftmals nur mit dem Auftreten innerer Initiale erklären konnte (Abb. 3). Diese entstanden durch Instabilitäten im Untergrund im Zusammenhang mit Starkniederschlägen, hohen Grundwasserständen und Grundwasserwiederanstieg.

Das LBGR als zuständige Bergbehörde und die LMBV als Sanierungsträger reagierten sofort und sperrten alle potentiell gefährdeten Kippenbereiche. Insgesamt wurden einschließlich der bereits gesperrten Bereiche 17 507 ha unter Bergaufsicht stehende Flächen und angrenzende Flächen außerhalb der Bergaufsicht von 3 831 ha gesperrt. Die Sperrbereiche wurden hinsichtlich der möglichen Aufhebung der Sperrung bewertet und in drei zeitlich gestaffelte Kategorien eingeordnet. In die Kategorie A wurden alle Bereiche eingestuft, für die man eine kurzfristige Aufhebung der Sperrbereiche erwartet, d. h. wo der Untersuchungs- und Bewertungsaufwand bereits im Wesentlichen abgearbeitet worden sind (in Brandenburg ca. 6 % der Sperrflächen). In die Kategorie B nahm man alle Bereiche auf, in denen man von einer mittelfristigen Sperrung bis 2017 ausgeht (in Brandenburg ca. 43 % der Sperrflächen). In der Kategorie C befinden sich alle Bereiche, für die man langfristige Sperrungen bis weit nach 2017 erwartet, weil auf diesen Flächen umfangreiche und komplexe Sanierungsarbeiten mit teilweise neuartigen Sanierungstechnologien erforderlich sein werden (in Brandenburg ca. 51 % der Sperrflächen). Die Einordnung in die einzelnen Kategorien wird ständig aktualisiert. Ein wesentliches Hilfsmittel ist das so genannte Kippenkataster, in dem die geotechnisch-hydrologisch relevanten Daten jeder Kippe dreidimensional zusammengeführt werden. Gleichzeitig lief ein umfangreiches Forschungsprogramm an, um dem Phänomen der spontanen Verflüssigung auf die Spur zu kommen. Dazu wurde 2011 ein Geotechnischer Beirat von international anerkannten Wissenschaftlern der Geotechnik, der Ingenieurgeologie und des Bergbaus aus ganz Deutschland einberufen, welches als Beratergremium für die LMBV tätig ist. Die Aufgaben des Gremiums bestehen in der Ursachenermittlung, im Festlegen des weiteren Untersuchungs- und Handlungsbedarfs, in der Bestimmung der weiteren strategischen Vorgehensweisen und in der Forschung und Entwicklung. Nach jahrelanger Forschung haben sich zwei hoffnungsvolle Sanierungsverfahren herauskristallisiert, um die Innenkippen soweit zu verdichten, dass innere Initiale keine Verflüssigungen auslösen können. Zum einen handelt es sich um eine tiefe und zum anderen um eine oberflächennahe schonende Sprengverdichtung. Außerdem wurden Verfahren entwickelt, um die Entstehung von kritischen Porenwasserdrücken zu vermeiden. Dazu gehören Dränsäulen und Perforationsbohrlöcher. Die Verfahren sind schon in Großversuchen getestet worden und werden in 2014 erstmals regulär in der Sanierung angewendet.

3.2 Wiederherstellung eines funktionierenden Wasserhaushaltes

Die Wiederherstellung eines funktionierenden Wasserhaushaltes ist in den letzten Jahren bei der bergrechtlichen Wiedernutzbarmachung für das Lausitzer Revier ein weiterer

Abb. 3:
Typischer Grundbruch auf der Innenkippe am Beispiel des Ereignisses vom 17. November 2008 im Tagebau Schlabendorf-Süd (Foto: LBGR)

Fig. 3:
Typical ground fracture as a result of liquefaction on the inner overburden dump by example of the incident on November 17, 2008 in the open-cast mine Schlabendorf-South (photo: LBGR)

wichtiger Schwerpunkt neben der Sanierung von Kippen geworden. Das bedeutet, dass sich nach der Einstellung der Entwässerung für die Tagebaue sowohl das Grundwasser allmählich auf das vorbergbauliche Niveau wieder einstellen wird bzw. schon eingestellt hat. Aber auch, dass eine ganze Reihe von neuen Gewässern in den ehemaligen Tagebauen bereits entstanden bzw. noch im Entstehen und an die Vorflut anzubinden sind. Das Landschaftsbild der Lausitz wird daher zukünftig in einem ganz erheblichen Maße von neu entstandenen Seen geprägt sein.

Insgesamt werden 19 größere Bergbauseen im Land Brandenburg mit einer Wasserfläche von 7 741 ha und einem Volumen von 1 227 Mio. m³ geschaffen (Tab. 1).

Für 9 Bergbauseen liegen Planfeststellungsbeschlüsse bzw. Plangenehmigungen vor. Für den Klinger See wird der Planfeststellungsbeschluss im Jahr 2014 fertig gestellt. Der Antrag für den Gewässerausbau des Großräschener Sees soll in diesem Jahr eingereicht werden.

Die hydrochemische Entwicklung der entstehenden Bergbauseen wird vorrangig von Stoffeinträgen aus zuströmendem Grundwasser, aus Sedimenten der Böschungen sowie der Beschaffenheit des zur Fremdflutung eingesetzten Wassers beeinflusst. Zur zielgerichteten Entwicklung der Wasserbeschaffenheit liegen Konzepte vor, die fortgeschrieben werden. Für die entsprechenden Maßnahmen ist eine Vielzahl von bergrechtlichen Zulassungs- und wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren zu führen.

Brandenburgische Lausitz	**End-Stand**			**Ist-Stand**							
	Fläche	Volumen	WS	Flutungs-beginn	Flutungs-ende	Einleitmenge		WS	Füll-stand	pH-Wert	Beprobung
						2013	kumulativ				
	ha	Mio. m³	m NHN			Mio. m³	Mio. m³	m NHN	%		
Sedlitzer See	1404	210	101,0	23.12.05	2017		28,6	92,8	51	3,1	11/2013
Geierswalder See (Koschen)	642	98	101,0	25.03.04	2013	2,1	40,2	100,0	94	6,7	12/2013
Partwitzer See (Skado)	1100	134	101,0	24.11.04	2014	8,0	32,4	99,5	88	2,8	12/2013
Großräschener See (Meuro)	789	135	101,0	15.03.07	2017	0,2	106,5	93,0	63	3,4	12/2013
Altdöberner See (Greifenhain)	879	294	82,4	29.05.98	2021		82,3	70,5	68	7,5	12/2013
Gräbendorfer See	457	92	67,5	15.03.96	2007	2,8	109,4	67,3	99	7,5	08/2013
Drehnaer See (RL 12)	227	13	71,0	15.10.99	2012		21,5	71,7	100	3,2	08/2013
Stiebsdorfer See (RL 13)	51	4	72,8					72,0	90	3,2	08/2013
Schlabendorfer See (RL 14/15)	561	46	60,3	26.06.02	2012		8,1	60,4	100	2,7	12/2013
Lichtenauer See (RL F)	326	23	54,5		2011			54,6	100	7,4	10/2013
Schönfelder See (RL 4)	140	8	53,0	03.12.97	2008		23,0	53,1	100	8,0	08/2013
Bischdorfer See (RL 23)	255	19	57,3	03.11.00	2013		33,5	57,4	100	7,3	09/2013
Kahnsdorfer See (RL 24)	70	2	57,2	nach 2010	2015			54,9	100	7,7	08/2013
Klinger See (SRS Jänschwalde)	320	100	71,5	27.11.00	2021		19,0	48,5	41	3,6	12/2013
Bergheider See (Klettwitz N)	320	36	108,0	07.09.01	2015		63,9	106,8	89	3,1	11/2013
Heidesee (RL 131N)	57	4	103,0					102,4	89	2,8	11/2013
Grünhauser See-West (RL129)	16	0,5	101,5		2012			101,7	100	2,8	11/2013
Grünhauser See-Ost (RL 130)	43	1,7	101,3		2012			100,9	84	3,0	11/3013
Kleinleipischer See (RL 131S)	89	7	101,0					100,4	90	3,1	11/2013
Summe	**7741**	**1227**									

Tab. 1: Tagebauseen der LMBV – aktualisiert mit Stand vom Dezember 2013, (WS = Wasserspiegel) (Quelle: LMBV mbH, http://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html)

Tab. 1: Open-cast mining lakes LMBV – updated in December 2013, (WS = water surface) (source: LMBV mbH, http://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html),

3.3 Bergbaubedingte Stoffeinträge in die Spree

In den letzten Jahren ist verstärkt eine Erhöhung von Stoffeinträgen in die Spree zu verzeichnen. Die so genannte „Verockerung“ und „Sulfatbelastung“ der Spree und der südlichen Fließgewässer zum Spreewald sind im Wesentlichen mit dem im Lausitzer Braunkohlerevier stattfindenden Wiederanstieg des Grundwassers verbunden. Diese großräumigen Prozesse des Grundwasserwiederanstiegs im Sanierungsbergbau der Lausitz haben kein historisches Vorbild.

Eisen als eines der häufigsten Elemente der Erdkruste und Schwefel sind in fast allen Böden der Lausitz in Form von Schwefelkies vertreten. Durch den bergbaubedingten Zutritt von Luftsauerstoff infolge der Grundwasserabsenkung oxidiert/verwittert der vorliegende Schwefelkies zu Eisen und Sulfat. Über Niederschlagswasser und aufsteigendes Grundwasser gelangen die löslichen Verwitterungsprodukte in Oberflächengewässer. Als größtes Fließgewässer im Lausitzer Revier ist die Spree betroffen.

An der Spree sind zwei Betrachtungsräume zu unterscheiden, der Süd- und der Nordraum. Der Südraum befindet sich an der Landesgrenze von Sachsen zu Brandenburg. Die Stoffeinträge in die Spree erfolgen hier hauptsächlich auf sächsischer Seite im Bereich des Speichersystems Lohsa II und des Tagebaus Nochten. Die Eisenfracht wird in der Spree bis auf brandenburgisches Territorium in die Talsperre Spremberg transportiert, wo sie sich absetzt.
Beim Nordraum handelt es sich um die Sanierungsgebiete Schlabendorf/Seese sowie Gräbendorf/Greifenhain südlich des Spreewaldes, ausschließlich auf brandenburgischem Gebiet. Hier erfolgen die Stoffeinträge über die südlichen, dem Spreewald zufließenden Grabensysteme. Aktuell ist davon der Südumfluter des Spreewaldes betroffen.

Die Sulfatfracht kann gegenwärtig technisch und mit vertretbarem Aufwand nicht zurückgehalten werden. Deshalb erfolgt eine gezielte Wassermengensteuerung, so dass die Konzentrationen in der Spree nicht erreicht werden, die zu einer erheblichen nachteiligen Beeinträchtigung führen würden.

In Brandenburg sind insbesondere die Spree von der Landesgrenze bis zur Talsperre Spremberg (Südraum) sowie Gewässer im brandenburgischen Spreeeinzugsgebiet im Bereich der Bergbausanierungsgebiete Schlabendorf/Seese und Greifenhain/Gräbendorf (Nordraum) betroffen. Betroffene Fließgewässer in diesen Gebieten sind das Greifenhainer Fließ, das Vetschauer Mühlenfließ, die Schrake/Dobra, der Lorenzgraben/die Wudritz sowie die Berste. Die genannten Fließgewässerabschnitte sind vor allem mit Eisen belastet. Das Sulfat wird als eine sehr reaktionsträge im Wasser gelöste Substanz mit der fließenden Welle in das untere Spree- und Dahmegebiet verfrachtet.

Die niederschlagsreichen Jahre 2010 und 2011 haben dazu geführt, dass sich ab diesem Zeitpunkt der Grundwasserwiederanstieg schneller vollzog als prognostiziert und es auch zu höheren Abflüssen und damit auch zu höheren Belastungen in den Fließgewässern kam und gegenwärtig noch kommt.

Das Thema des Sulfateintrags ist länger bekannt. Zur Wasserbeschaffenheitssteuerung wird seit mehreren Jahren schon Wasser der Talsperren Bautzen/Quitzdorf sowie seit Fertigstellung des Speichers Bärwalde auch daraus verwendet. In der Spree wirkten die erhöhten Abflüsse im Zeitraum 2010/11 verdünnend auf die Sulfatkonzentrationen. Sie waren niedriger als im Vergleichszeitraum 2005/06. Die Zuflüsse aus den vom Grundwasserwiederanstieg betroffenen Bergbausanierungsbereichen Schlabendorf/Seese sowie Greifenhain/Gräbendorf zeigen bezüglich des Sulfats ein differenziertes Bild. Anstiege der Sulfatkonzentration sind insbesondere im Greifenhainer Fließ und Vetschauer Mühlenfließ zu verzeichnen.

Nach Kenntniserhalt der erhöhten Stoffeinträge wurde in Abstimmung zwischen den Behörden und der LMBV diese im Jahr 2008 sowohl auf sächsischer als auch auf brandenburgischer Seite mit entsprechenden Untersuchungen beauftragt (erste Eisenstudien für den Süd- und Nordraum, Ergebnis: 2010). Diese Studien wurden mit den zweiten Eisenstudien fortgeschrieben (Ergebnisse: 2012 bzw. 2013).

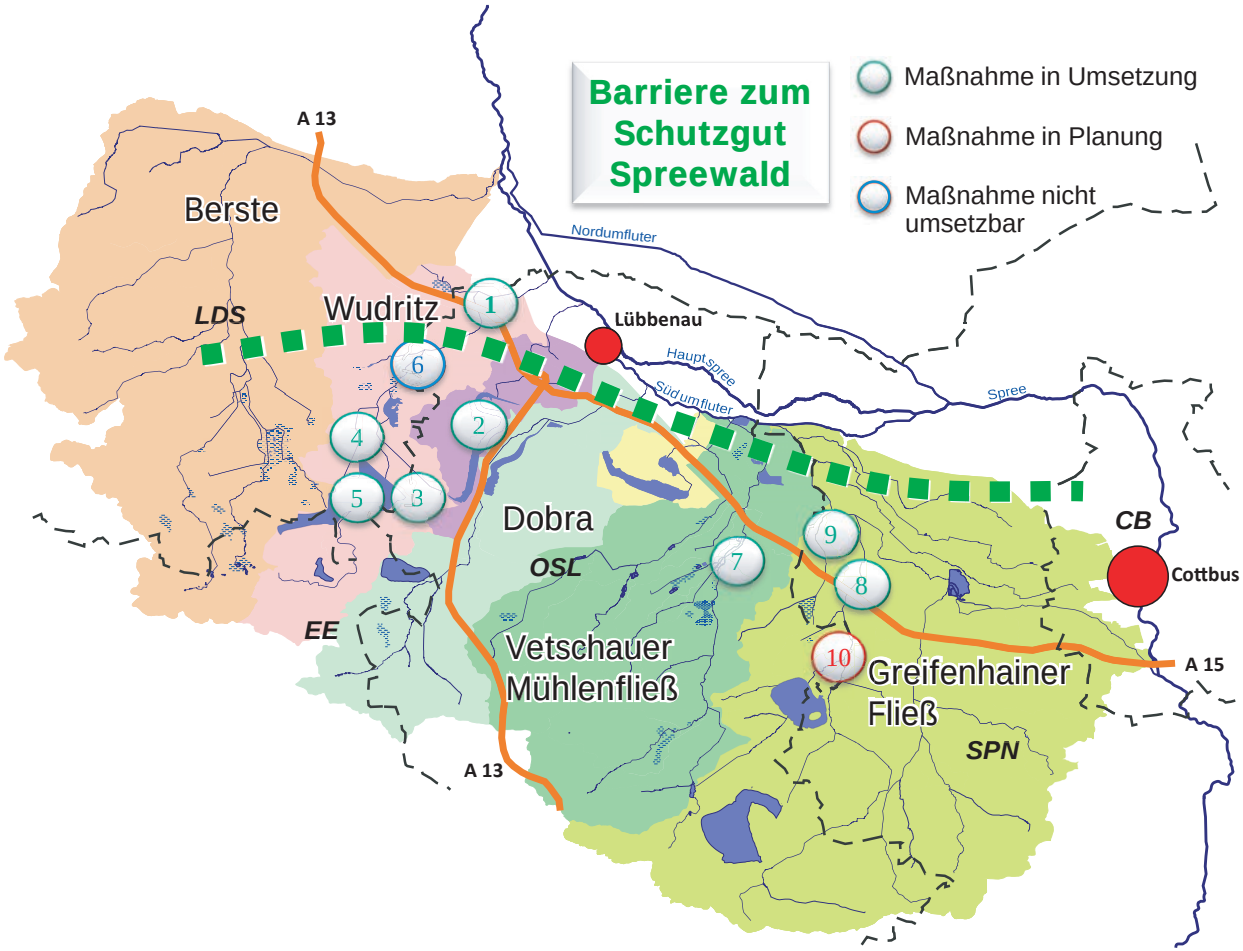
Die LMBV hat zusammen mit dem LBGR am 22. Februar 2013 einen umfangreichen Maßnahmenkatalog für die Spree vorgestellt. Im Nachfolgenden ist eine Aufstellung der geplanten kurzfristigen Lösungsschritte (2013/2014) dargestellt (siehe dazu Abb. 4).

Bereich Schlabendorf/Wudritz:

1. Schlammberäumung und Instandsetzung der Durchlässe,
2. Neutralisation des Lichtenauer Sees,
3. temporäre Überleitung vom Schlabendorfer See zum Lichtenauer See,
4. Planungsleistungen für die Errichtung einer temporären Konditionierungsanlage,
5. Verbesserung der Wasserbeschaffenheit im Schlabendorfer See durch Inlake-Behandlung/Sanierungsschiff,
6. Herstellung eines temporären „konstruierten Feuchtgebietes“.

Bereich Vetschauer Mühlenfließ und Greifenhainer Fließ:

7. Reaktivierung der Grubenwasserreinigungsanlage Vetschau,
8. Schlammberäumung des Greifenhainer Fließes (Problematik der Schlammverbringung ist gegenwärtig noch in der Klärung),



Umgesetzte und geplante Maßnahmen

1. Schlammberäumung und Instandsetzung Durchlässe
2. Neutralisation Lichtenauer See
3. Temporäre Überleitung vom Schlabendorfer See zum Lichtenauer See
4. Errichtung einer temporären Konditionierungsanlage am Lorenzgraben (2013 beendet)
5. Inlake-Behandlung/Sanierungsschiff im Schlabendorfer See
6. „Temporäres konstruiertes Feuchtgebiet“
6. „Temporäres konstruiertes Feuchtgebiet“
7. Reaktivierung Grubenwasserreinigungsanlage Vetschau
8. Schlammberäumung Greifenhainer Fließ
9. Umnutzung und Rekonstruktion der Wasserbehandlungsanlage des ehemaligen Kraftwerkes Vetschau
   Inbetriebnahme/Probebetrieb: 16.05.2014
10. Umleitung von Wasser aus dem Laasower Fließ zum Eichower Fließ sowie zur Grundwasserfassung und -überleitung Greifenhainer Fließ, Bewirtschaftungskonzept

9. Umnutzung und Rekonstruktion der Wasserbehandlungsanlage des ehemaligen Kraftwerkes Vetschau,
10. Planungsleistungen zur Umleitung von Wasser aus dem Laasower Fließ zum Eichower Fließ sowie zur Grundwasserfassung und -überleitung Greifenhainer Fließ, Bewirtschaftungskonzept.

Von den 10 Maßnahmen waren zum 31. Dezember 2013 sieben in der Umsetzung, zwei in der Planung und eine (temporäres konstruierte Feuchtgebiet) in der Diskussion. Inzwischen wurde herausgearbeitet, dass sich die Herstellung eines temporären konstruierten Feuchtgebietes an der Wudritz nicht realisieren lässt. Dieser Baustein soll aber für andere Bereiche weiterhin Anwendung finden und der Einsatz entsprechend geprüft werden.

Neben den Sofortmaßnahmen sind im Spreegebiet Nordraum folgende mittelfristigen Maßnahmen (2014 – 2017) geplant:

- Fortführung der im Jahr 2013 begonnenen Maßnahmen und Umsetzung der Planungsergebnisse,
- Renaturierung und Bewirtschaftung der Fließe, u. a. Berste, Dobra, (Schlammberäumung, Bewirtschaftungskonzept, Mengensteuerung usw.),
- Planung und Realisierung von Konditionierungsanlagen und Absetzstrecken/Absetzbecken für das Eisenhydroxid (z. B. Kalksilos an Gewässerläufen),
- Planung und Realisierung von temporären konstruierten Feuchtgebieten,
- Planung und Realisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit in den Seen,
- Planung und Realisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit,
- Prüfung des Einsatzes von Dichtwänden,
- Rechtzeitige Aufnahme der Verhandlungen zur Finanzierung des Verwaltungsabkommens über das Jahr 2017 hinaus.

Diese Maßnahmen werden neben den noch zu führenden Gewässerausbauverfahren in den kommenden Jahren den Arbeitsschwerpunkt darstellen.

Abb. 4:
Sofortmaßnahmen Spreegebiet-Nordraum
(Quelle: LMBV mbH/Sanierungsplanung Lausitz 2014; aktualisiert)

Fig. 4:
Emergency measures in the Spree area-region north
(source: LMBV mbH 2014; updated)

4 Ausblick

Die Sanierung der Lausitz wird bei den gegenwärtig anstehenden Problemen nicht vor 2030 abgeschlossen sein. Umso erfreulicher war es, dass im IV. Quartal 2012 das vierte Ergänzende Verwaltungsabkommen (VA V) über die Finanzierung der Braunkohlesanierung von 2013 bis 2017 durch den Bund sowie die Braunkohlenländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen unterzeichnet wurde. Entgegen der ursprünglichen Annahme einer weiteren möglichen Absenkung des Gesamtbudgets wurde durch die Finanziers erstmalig seit Beginn der Sanierung der Umfang der vorzusehenden Mittel gegenüber dem des Vorzeitraums erhöht (Boldorf 2012). Um die Rechtsverpflichtungen der bergbaulichen Grundsanierung zu erfüllen, steht ab 2013 im Rahmen des VA V ein umfangreiches Budget von 770 Mio. Euro zur Verfügung, das sich Bund und Braunkohlenländer wieder im Verhältnis von 75 zu 25 % teilen. Für Maßnahmen der Gefahrenabwehr aus dem Grundwasserwiederanstieg stellen Bund und Braunkohlenländer je zur Hälfte einen ebenso erheblichen Gesamtbeitrag von 459,6 Mio. Euro bereit. Dazu kommen zusätzliche Mittel der Braunkohlenländer Brandenburg und Sachsen für die Erhöhung des Folgenutzungsstandards zum Einsatz.

Ein Realisierungsschwerpunkt des VA V und darüber hinaus ist die Weiterführung der bergbaulichen Grundsanierung, insbesondere die Sicherung und Gewährleistung der Stand- bzw. Grundbruchsicherheit von Innenkippen. Des Weiteren werden die Flutung der Bergbaufolgeseen und die Gewässergüteentwicklung im Fokus stehen.

Literatur

Autorenkollektiv (2009): Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften - Nachhaltige Bergbausanierung. – 52 S., Senftenberg (LMBV mbH)

Autorenkollektiv (2010): Zwei Jahrzehnte Braunkohlesanierung - Eine Zwischenbilanz. – 121 S., Senftenberg (LMBV mbH)

Autorenkollektiv (2013): LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Lausitz, Fortschreibung 10/2013 Teil 1: Herstellung und Nachsorge von Bergbaufolgeseen in Tagebaurestlöchern. – 56 S., Senftenberg (LMBV mbH)

Boldorf, K. (2012): 20 Jahre Verwaltungsabkommen Braunkohlesanierung - Gesichter und Geschichten der Braunkohlesanierung. – S. 25, Berlin (GS StuBA)

Scholz, E. (2012): Geotechnisch-hydrologische Mittel und Technologien bei der Sanierung von Bergbaufolgelandschaften. – Vortrag LMBV vom 8. März 2012

www.braunkohlesanierung.de/docs/109_GSK_gesamt_nach_VA.pdf, Zugriff am 15.09.2014

http://gl.berlin-brandenburg.de/energie/braunkohle/sanierungsplaene.html, Zugriff am 17.03.2014

www.iba-see2010.de, Zugriff am 17.03.2014

www.lmbv.de, Zugriff am 17.03.2014

http://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html, Zugriff am 17.03.2014

www.gs-stuba.de, Zugriff am 17.03.2014

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 63 – 104	54 Abb., 1 Tab., 29 Zit.

Oberflächennahe Steine- und Erden-Rohstoffe im Land Brandenburg

Pit and quarry raw materials in the state of Brandenburg (Germany)

Elke Wetzel

Die Gewinnung von Steine- und Erden-Rohstoffen ist für das Land Brandenburg ein wichtiger Wirtschaftsfaktor.
Das Spektrum dieser Rohstoffe ist vielfältig – dazu gehören außer den so genannten Massenbaustoffen, wie Kiese, Kiessande und Sande, auch die Hartgesteine (gebrochene Natursteine), Tone und tonige Gesteine zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen, Gips- und Anhydritsteine, Karbonatgesteine, Quarzrohstoffe und Industriesande, Feldspatrohstoffe, vulkanische Lockergesteine und sonstige Rohstoffe, wie Kieselerden und Kieselgur, Torfe, Ölschiefer und Farberden.
Mit der 2012 erschienenen Monographie „Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland“ (Börner et al. 2012) wurde für die gesamte Bundesrepublik ein Überblick erstellt, der ausführlich die einzelnen Rohstoffgruppen, deren Verbreitung und Nutzung sowie die geologischen Besonderheiten dieser Rohstoffe beschreibt.
Im Land Brandenburg bilden aufgrund der bereits beschriebenen geologischen Verhältnisse (vgl. Beitrag M. Göthel & N. Hermsdorf, dieses Heft) die Kiese, Kiessande, Sande und Tonrohstoffe den Hauptanteil der genutzten oberflächennahen mineralischen Rohstoffe. Eine Besonderheit im Land stellen die Festgesteinslagerstätten der Lausitzer Grauwacke und der Kalksteinbruch in Rüdersdorf wegen ihrer Einmaligkeit dar.
Als weiterer oberflächennaher Rohstoff ist der Torf zu nennen, der heute jedoch nur noch in sehr geringem Maße ausschließlich für balneologische Einsatzzwecke abgebaut wird.
Abbildung 1 zeigt die Verbreitung der oberflächennahen mineralischen Rohstoffe in generalisierter Form und die Verteilung der Abbaustellen im Land.
Im Land Brandenburg stehen derzeit 218 Gewinnungsstellen von Steine- und Erden-Rohstoffen unter Bergaufsicht. Hierbei handelt es sich um 194 Sand- und Kiessandlagerstätten, 18 Tonlagerstätten, einen Kalksteintagebau, zwei Grauwacketagebaue und drei Torflagerstätten.
An 173 Standorten findet mehr oder weniger aktiver Abbau statt, an 45 Standorten erfolgen derzeit die Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der bergbaulich in Anspruch genommenen Flächen.

Die Erfassung der Abbaumengen der unter Bergaufsicht stehenden Gewinnungsbetriebe erfolgt durch das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR). Damit lässt sich die Entwicklung der Fördermengen seit den 1990er Jahren kontinuierlich verfolgen. In Fortsetzung des Rohstoffberichtes 2007 des LBGR (Höding et al. 2007) zeigt Abbildung 2 die Entwicklung der Gesamtfördermengen der Steine- und Erden- Rohstoffe der Jahre 2007 bis 2013 im Land und die Anteile der jeweiligen Rohstoffarten. Die Jahresförderung der oberflächennahen Rohstoffe hat sich bei etwa 21 Mio. t eingepegelt. Schwankungen in den Fördermengen sind vorhanden und lassen teilweise Rückschlüsse auf wirtschaftliche Ereignisse zu.
Im Land werden außerdem auch die so genannten Grundeigentümerbodenschätze in etwa 16 Abbaustellen gewonnen. Diese Bodenschätze unterliegen nicht dem Bundesberggesetz (BBergG). Zu ihnen können z. B. auch Sande und Kiese gehören, die die Anforderungen des § 3 Abs. 4 BBergG nicht erfüllen. Sie stehen im Eigentum des Grundeigentümers. Aufsuchung und Gewinnung bedürfen einer Zulassung nach anderen gesetzlichen Bestimmungen (z. B. nach Wasser-, Immissionsschutz-, Landesabgrabungsrecht). Daten zu den Fördermengen sind bisher nicht erhoben worden.

Die Schaffung der Voraussetzungen für die Versorgung der Bauwirtschaft des Landes mit einheimischen mineralischen Rohstoffen ist eine ständige Aufgabe der Rohstoffgeologie. Dazu gehören neben den Grundlagenarbeiten der Kartierung der Rohstoffpotenziale des Landes auch die Beurteilung der Lagerstätten, der Rohstoffqualitäten und der noch zur Verfügung stehenden Rohstoffreserven. Besonderes Augenmerk wird auf die Sicherung der Rohstoffpotenziale im Rahmen der Regionalplanung des Landes gelegt. Es gilt die Planungsgemeinschaften mit dem erforderlichen Grundlagenwissen zu den Einzelstandorten auszurüsten und somit die langfristige Sicherung der Rohstofflagerstätten und Potenziale auf einer soliden Basis zu ermöglichen. Hierbei ist es immer wieder bzw. immer noch erforderlich, die Standortgebundenheit der mineralischen Rohstoffe den Planungsbehörden und den am Verfahren zur Planung Beteiligten klarzumachen. Wichtig

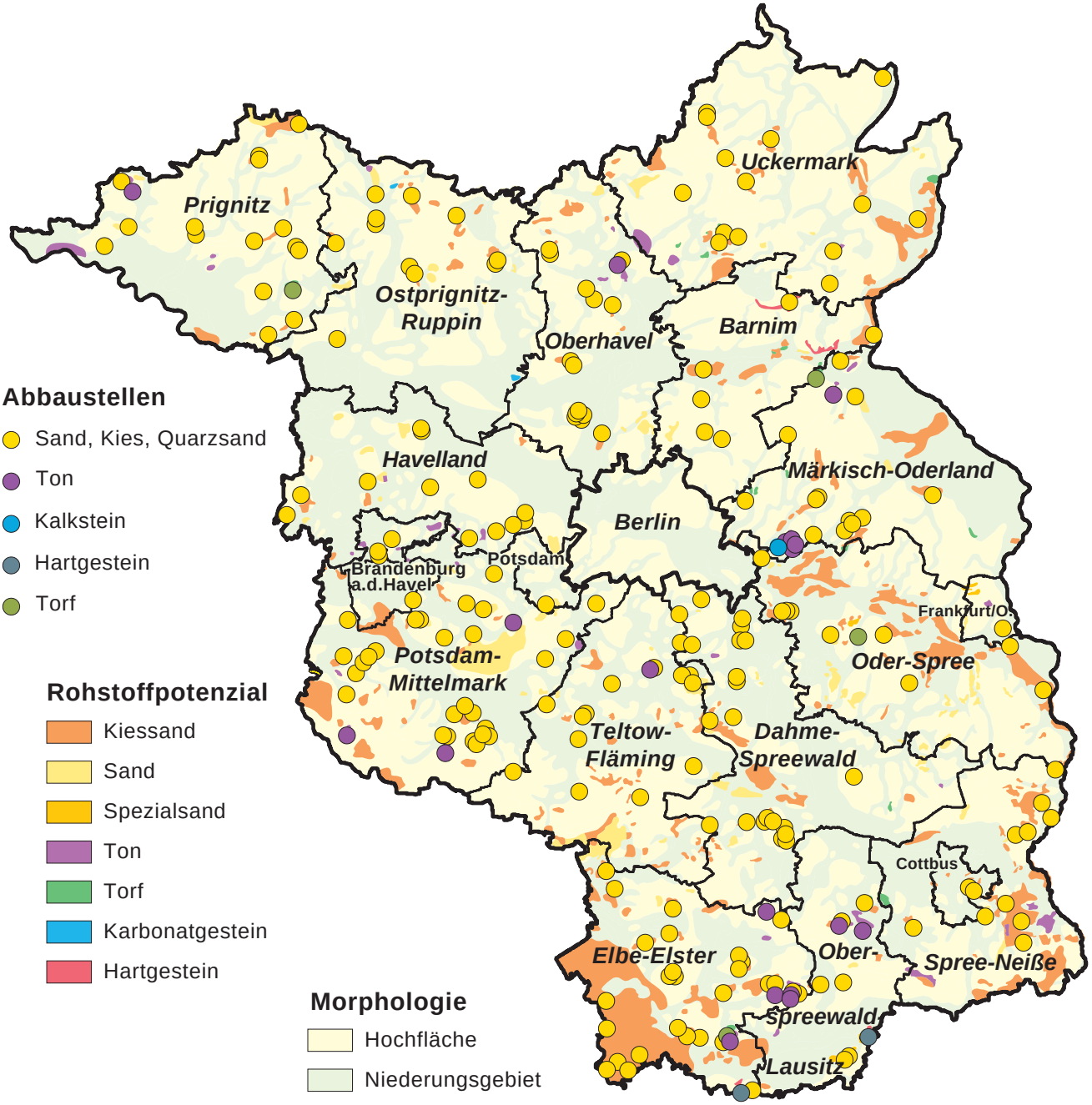


Abb. 1: Übersichtskarte der Rohstoffverbreitung und der Abbaustellen im Land Brandenburg (Quelle: Karte der oberflächennahen Rohstoffe 1 : 50 000; Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin, 1 : 300 000, 1. Aufl. 2013)

Fig. 1: Map of the spreading of raw materials and locations of raw material mines in Brandenburg (Source: Map of near-surface raw materials 1 : 50 000; Mining in the states of Brandenburg and Berlin, 1 : 300 000, 1st edition 2013)

ist aus rohstoffgeologischer Sicht mit der Erarbeitung der Regionalpläne für die einzelnen Planungsregionen auch das Verständnis zum Schutz von mineralischen Rohstoffen zu festigen. Der aktuelle Stand der Rohstoffsicherung durch die Regionalplanung ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Die rechtlichen Grundlagen zur Regional- und Landesplanung sind im Beitrag von K. PULZ & J. HACKL (dieses Heft) dargelegt.

Im Folgenden werden aufbauend auf den grundlegenden Ausführungen zu den einzelnen Rohstoffgruppen im ersten Rohstoffbericht für das Land Brandenburg (vgl. HÖDING et al. 2007) nur kurze Ausführungen zu den einzelnen Rohstoffen gegeben.

Die Nutzung dieser Rohstoffe in den einzelnen Landkreisen steht dabei im Mittelpunkt.

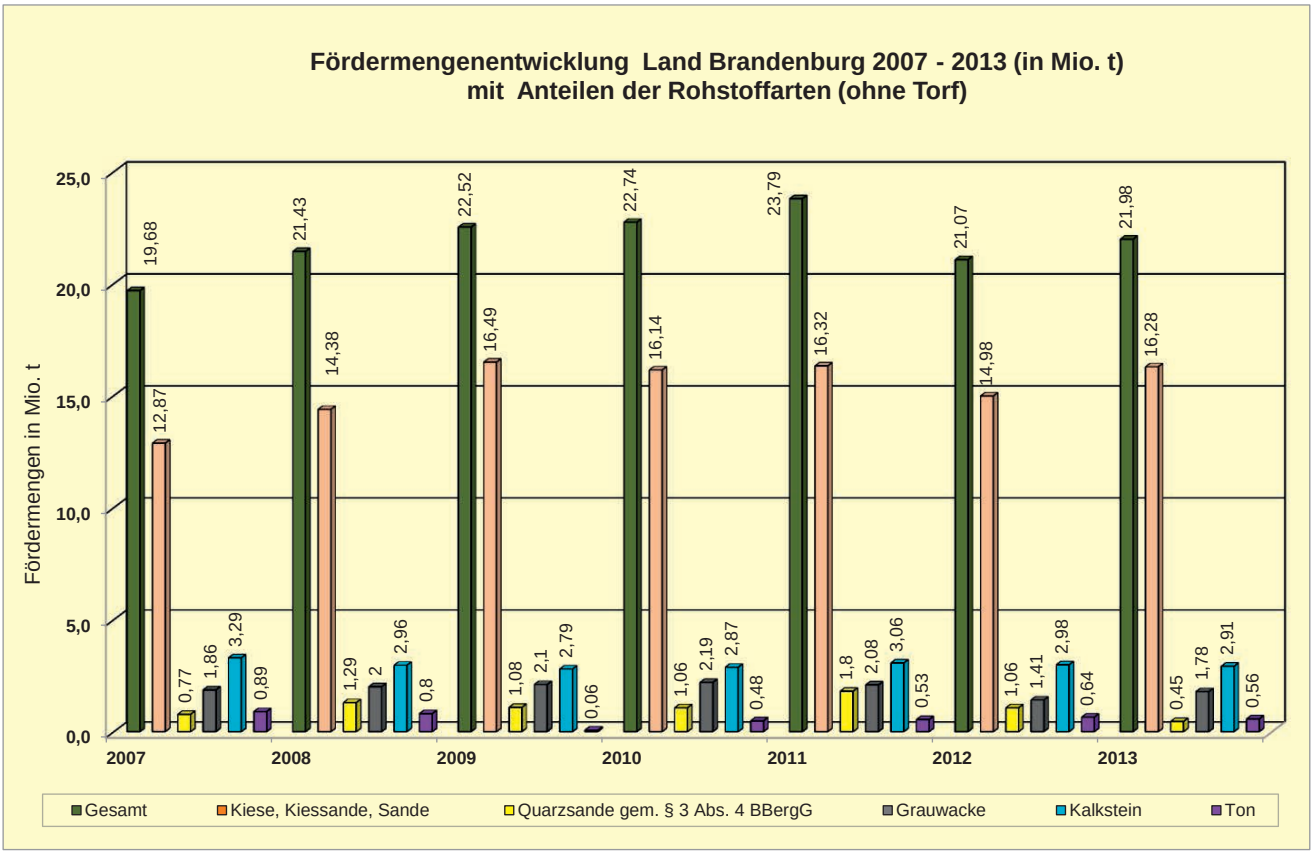


Abb. 2: Entwicklung der Fördermengen von Steine- und Erden-Rohstoffen und Anteile der jeweiligen Rohstoffarten in Brandenburg in den Jahren 2007 – 2013 auf Grundlage der amtlichen Fördermengenerfassung (in Mio. t)

Fig. 2: Development of the mining volume of the pit and quarry resources and share of particular raw materials in Brandenburg in the years 2007 – 2013 based on the official registration of the mining volume (in million tons)

Planungsregion	**Stand der Regionalplanung***	**Anzahl der Vorranggebiete Rohstoffsicherung (VR)***	**Anzahl der Vorbehaltsgebiete Rohstoffsicherung (VB)***
Prignitz-Oberhavel	Sachlicher Teilplan „Rohstoffsicherung“ vom 24.11.2012	**49**, davon: 4 Ton-, 1 Torf-, 44 Sand-/ Kiessandlagerstätten	**65**, davon: 10 Ton-, 1 Torf-, 54 Sand-/ Kiessandlagerstätten
Uckermark-Barnim	Sachlicher Teilplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“ vom 29.09.2004 Entwurf **2013** im Verfahren	**2004: 19**, davon: 1 Ton-, 18 Sand-/ Kiessandlagerstätten **2013: 24**, davon: 2 Ton-, 20 Sand-/ Kiessandlagerstätten	**2004: 14**, davon:1 Ton-, 13 Sand-/ Kiessandlagerstätten **2013: 11**, davon: 1 Ton-, 10 Sand-/ Kiessandlagerstätte**n**
Havelland-Fläming	Integrierter Regionalplan Entwurf vom 24.11.2013 im Verfahren	**22**, davon: 19 Sand-/ Kiessand-, 3 Tonlagerstätten	**13**, davon: 2 Ton-, 11 Sand-/ Kiessandlagerstätten
Oderland-Spree	Integrierter Regionalplan vom 26.11.2001	**33**, davon 3 Ton-, 26 Sand-/ Kiessand-, 3 Torflagerstätten, 1 Kalksteinlagerstätte	**15**, davon: 1 Ton-, 14 Sand-/ Kiessandlagerstätten
Lausitz-Spreewald	Sachlicher Teilplan Gewinnung und Sicherung oberflächennaher Rohstoffe vom 26.08.1998, Überarbeitung geplant	**85**, davon: 71 Sand-/ Kiessand-, 10 Ton-, 1 Torf-, 3 Grauwackelagerstätten	**63**, davon: 50 Sand-/ Kiessand-, 9 Ton-, 2 Torf-, 2 Grauwackelagerstätten

*Zusammengestellt nach Übersicht zum Stand der Regionalpläne (März 2014) - Quelle: http://gl.berlin-brandenburg.de/regionalplanung/plaene/index.html und den Unterlagen der Regionalpläne

Tab. 1: Stand der Regionalplanung, Teil Rohstoffsicherung

Tab. 1: Status of regional planning, part raw material securing

1. Oberflächennahe Rohstoffe in Brandenburg – Kurzcharakteristik

1.1 Kiese, Kiessande, Sande und Spezialsande

Kiese, Kiessande und Sande sind die in Brandenburg am weitesten verbreiteten Lockergesteinssedimente. Die geförderten Kiese und Sande werden zu den von der Bauwirtschaft benötigten Sortimenten entsprechend aufbereitet. Die Einsatzgebiete reichen vom Betonzuschlagstoff und Rohstoff für die Mörtelherstellung, die Gasbeton- und Kalksandsteinproduktion in der Bauindustrie bis hin zum Schüttgut und Bettungsmaterial im Straßenbau. Auch Einsatzgebiete, die auf den ersten Blick nicht mit Kiesen und Sanden unmittelbar in Verbindung gebracht werden, sind hier zu nennen – Glasindustrie, Keramische Industrie, Gießereiindustrie, Verkehrswesen, chemische Industrie, Wasserwirtschaft und auch die Bereiche Freizeit und Kunst (z. B. Spielsand, Sandskulpturen, Beachvolleyball) gehören dazu.

Aufgrund der unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen während der glazialen und interglazialen Phasen im Quartär kommen im Land genetisch sehr verschiedene Lagerstättentypen vor.

In den Bereichen der **endmoränalen Aufschüttungen**, die annähernd den Verlauf der Eisrandlagen der pleistozänen Vereisungen nachzeichnen, sind Lagerstätten zu finden, die Kiesanteile um 20 Masse-% (M.-%) und mehr erreichen. Typisch und problematisch für die Rohstoffgewinnung sind in diesen Lagerstätten die meist schon auf kurzer lateraler und vertikaler Distanz auftretenden Wechsel in der Korngrößenzusammensetzung. In die überwiegend stark gestörten und gestauchten Wechselfolgen aus schwach kiesigen bis kiesigen Mittel- und Grobsanden und sandigen Kiesen sind nicht selten Zwischenmittel aus Geschiebemergel und/oder feinsandigen Schlufflagen sowie Geröllen eingeschaltet (Abb. 3). Eine Besonderheit der Endmoränenbildungen im Verlauf der Pommerschen Eisrandlage sind die weichselkaltzeitlichen Blockpackungen bei Liepe und Althüttendorf (Landkreis Barnim), die in der Vergangenheit auch zur Produktion von Schottern genutzt wurden. Hier findet sich das gesamte Gesteinsspektrum von vorwiegend nordischen kristallinen Gesteinen bis hin zu paläozoischen und mesozoischen Kalksteinen, Sandsteinen und Quarziten (Abb. 4).

Weit verbreitet sind die großflächigen **Sandergebiete** im Vorland der Endmoränen mit meist ungestörten Lagerungsverhältnissen. Die hier durch das Schmelzwasser abgelagerten Sedimente weisen in den Sanderwurzelbereichen oft erhöhte Kiesanteile auf, die auch mit subglazialen Abflussrinnen in Zusammenhang stehen können. Mit zunehmender Entfernung vom ehemaligen Gletscherrand bzw. -tor lässt sich eine Abnahme der Kiesanteile feststellen. In den Sandergebieten (z. B. Beelitzer Sander, Milmersdorfer Sander) stehen Lagerstätten von großer Ergiebigkeit für eine langfristige Rohstoffversorgung zur Verfügung.

In den **Grundmoränenbereichen** (z. B. Granseer Platte, Barnim Hochfläche, Teltowplateau) finden sich meist Kiessand- und Sandvorkommen von lokaler Bedeutung, die ein wechselhaftes Kornspektrum besitzen und somit stark wechselnde Kiesanteile aufweisen. Sie sind vom umgebenden bzw. überlagernden Geschiebemergel meist sehr stark eingegrenzt und erfordern oft höhere Aufwendungen für die Abraumbeseitigung.

Abb. 3:
Beispiel für Lagerstätten im Bereich der Endmoränen – Abbauwand Lagerstätte Marzahne, Landkreis Potsdam-Mittelmark (Foto: E. Wetzel 2003)

Fig. 3:
Example of deposits in the area of frontal moraines – open pick bank in the deposit Marzahne, district Potsdam-Mittelmark (photo: E. Wetzel 2003)

Abb. 4: Blockpackungen im Bereich der pommerschen Endmoräne bei Althüttendorf – Anhäufungen von faustgroßen bis mehrere Kubikmeter großen Geschieben (Foto: N. Schlaak 2004)
Fig. 4: Block packings in the area of the Pomeranian moraine near Althüttendorf (district Barnim) – an accumulation of pebbles from big as a fist to several cubic meters (photo: N. Schlaak 2004)

Als Sonderformen auf den glazialen Hochflächen sind die Oser und Kames zu erwähnen, da diese oft Kiesanteile von über 20 M.-% aufweisen und daher für eine Rohstoffnutzung interessant sind.
Die Ablagerungen in den **Urstromtälern** zeigen ruhige Lagerungen relativ gleichkörniger Sedimente. Oftmals treten zum Liegenden hin Materialvergröberungen auf. Neben dem relativ oberflächennahen Grundwasserstand sind für diese Ablagerungen oft Verunreinigungen mit organischer Substanz typisch.
Von nur lokaler Bedeutung sind Sandrohstoffe in **Dünengebieten**. Diese sind im Land zwar weit verbreitet, stehen aber zum größten Teil unter Naturschutz, so dass eine Nutzung dieser Sande kaum möglich ist. Dünensande haben ein sehr enges Kornspektrum, wodurch die Einsatzmöglichkeiten in der Bauwirtschaft eingeschränkt sind. Jedoch weisen sie recht hohe Quarzgehalte auf, die sie beispielsweise für die Feuerfestindustrie geeignet erscheinen lassen.
Von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung sind in Brandenburg die **fluviatilen Lagerstätten** im Bereich der rezenten und fossilen Flussläufe der Elbe und der Oder, wie z. B. die Lagerstätten der Niederterrassen des Mühlberger Raumes (Landkreis Elbe-Elster) und die spätpleistozänen Terrassen bei Hohensaaten (Landkreis Barnim), da hier großräumige homogene Lagerstättenkörper mit Kiesanteilen von z. T. über 50 M.-% angehäuft sind. Sie bilden die für Brandenburg rohstoffwirtschaftlich bedeutendsten Kiessandlagerstätten, denen auch überregionale Bedeutung zukommt.

In Brandenburg selten und daher besonders wertvoll sind die oberflächennahen **tertiären Quarzsande**. Diese werden bisher nur in der Lagestätte Hohenbocka auf der Hohenbockaer Hochfläche gefördert. Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen an Rohstoffe für die Herstellung von Gläsern, kommen derzeit ausschließlich Quarzsande aus dem Landkreis Oberspreewald-Lausitz für diesen Verwendungszweck zum Einsatz. Weitere lokale Vorkommen von tertiären Quarzsanden sind aus Booßen und Sternebeck (Landkreis Märkisch-Oderland) bekannt. Sie sind an tertiäre Hochlagen im Bereich der so genannten Frankfurter Eisrandlage gebunden, werden derzeit aber nicht wirtschaftlich genutzt.

1.2 Tonrohstoffe

Die auf den Tonrohstoffen basierende Ziegelindustrie ist eine der ältesten und traditionsreichsten Industrien im Land Brandenburg. Im Land kommen Tonrohstoffe unterschiedlicher Genese vor, aufgrund der geologischen Entwicklung des Landesgebietes ist die Vielfalt dieser Rohstoffe jedoch bedeutend geringer als in benachbarten Bundesländern. In weiten Landesteilen ist nur die Gewinnung quartärer Tonrohstoffe möglich (Abb. 5). Besonders im südlichen Brandenburg, wo die quartäre Bedeckung geringmächtiger wird, sind auch miozäne (tertiäre) Tone oberflächennah gewinnbar bzw. im Rahmen des Braunkohlenabbaus zugänglich. Eine Nutzung stratigraphisch noch älterer Tone findet nicht mehr statt.
Die in Brandenburg vorhandenen quartären und tertiären Tonarten werden kurz vorgestellt. Die ausführliche Beschreibung der Besonderheiten bzw. Eigenschaften dieser Tone ist im Rohstoffbericht 2007 (Höding et al. 2007) dokumentiert.

Abb. 5: Beispiel einer Abbauwand von Tonrohstoffen im Tagebau Streesow, Landkreis Prignitz (Foto: LBGR 2010)
Fig. 5: Example of a quarry wall of clay in the deposit Streesow, district Prignitz (photo: LBGR 2010)

Bändertone sind relativ karbonatreich (> 10 %, oft auch > 15 %) und quarzreich. Sie enthalten wechselnde Anteile an Dreischichtsilikaten (Illite und mixed layer-Minerale), wenig oder kein Kaolinit; insgesamt ist der Tonmineralanteil relativ gering. Aufgrund ihrer Materialparameter ist meist nur ein Einsatz zur Produktion von Hintermauerziegeln möglich, teilweise auch hier nur im Versatz mit anderen Tonrohstoffen.
Die **Interglazialtone** sind meist karbonatfrei, sie enthalten deutliche Anteile quellfähiger Dreischichtsilikate in Form von mixed layer-Mineralen. Von der Kornzusammensetzung her sind sie meist als tonige Schluffe anzusprechen. Verwendung finden sie in der grobkeramischen Produktion.
Septarientone enthalten als Tonminerale hauptsächlich Illite, wenig Chlorit und Kaolinit, ca. 10 – 20 % mixed layer-Minerale. Der FeO-Gehalt ist mit über 5 % relativ hoch und kompensiert in der Brennfarbe etwas den Kalkgehalt, wodurch die Brennfarben insgesamt zu rötlichen Tönen tendieren. Die Trockenbiegefestigkeit liegt vergleichsweise hoch, was mit dem erhöhten Gehalt an feinstkörnigen quellfähigen Dreischichtsilikaten (mixed layer-Minerale) zusammenhängt.
Flaschentone sind in der mineralogischen Zusammensetzung durch hohe Quarzgehalte (knapp 40 %), äußerst geringe Feldspatgehalte (ca. 2 – 3 %) und Karbonatfreiheit bei den Nichttonmineralen gekennzeichnet. Die Tonminerale zeichnen sich vor allem durch relativ hohe Kaolinitgehalte von durchschnittlich 25 % aus. Die verarbeitungstechnischen Parameter sind durchweg gut. Die geringen Fe_2O_3-Gehalte sind für die hellen Brennfarben verantwortlich (weiß bis gelbweiß, teils rötlich).
Die Flaschentone der verschiedenen Brandenburger Lagerstätten werden in der keramischen Industrie vielfältig und intensiv genutzt. Das Spektrum reicht dabei von der Mauerklinker- und Hartbrandziegelproduktion über Versatzanteile bei der Herstellung von Kamin- und Steinzeugröhren bis zu Ofenkacheln und kleinformatigen Wandbauelementen.
Geschiebelehm nimmt eine Sonderstellung unter den brandenburgischen Tonrohstoffen ein. Er wird bei Vorhandensein aufgrund seiner Eigenschaften (insbesondere Karbonatfreiheit) mit den als primäres Gewinnungsziel geltenden Tonen der jeweiligen Lagerstätten mitgewonnen und verschnitten. Zeitweilig fanden in der Vergangenheit auch besonders tonhaltige Geschiebemergel Verwendung in der Ziegelindustrie.

Die bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts genutzten Röttone bei Rüdersdorf, aus denen hauptsächlich Ofenkacheln gefertigt wurden, sind als Lagerstätte erschöpft und spielen keine Rolle mehr für die Industrie.
Auch die in Velten zu Ofenkacheln verarbeiteten Tone bzw. besonders „fetten“ Geschiebemergel sind weitgehend abgebaut. Eine Förderung erfolgte bis etwa 1990. Die in den 1980er Jahren durchgeführten Untersuchungsarbeiten konnten noch geringe Restvorräte nachweisen, die jedoch bisher nicht genutzt werden.
Von den bergrechtlich zugelassenen 18 Tontagebauen fördern derzeit 11, in 6 Lagerstätten erfolgen Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung und Rekultivierung der Abbaustandorte.
Fast alle verarbeitenden Betriebe sind auch auf Zulieferungen von anderen Tonrohstoffen zur Herstellung von keramischen Versätzen angewiesen, die meist aus mehr als 100 km Entfernung antransportiert werden müssen.
Neuaufschlüsse von Tonlagerstätten sind derzeit nicht abzusehen. Ausnahmen könnten Tonrohstoffe bilden, die eine höhere Wertschöpfung und/oder geringeren Rohstoffbedarf erfordern, wie z. B. die Produktion von Restaurationsziegeln (Nutzung der Lagerstätte Petzow durch die Ziegel-Manufaktur Glindow, Landkreis Potsdam-Mittelmark) oder von kleinformatigen Wandbauelementen in Kleinserien (Ton Buchheide, Landkreis Elbe-Elster). Die Gewinnung von Glasurtonen in Breitenau (Landkreis Elbe-Elster) wurde zwischenzeitlich eingestellt.

1.3 Festgesteinsrohstoffe

Im unmittelbaren Grenzbereich zum Freistaat Sachsen befinden sich mit Großthiemig (Abb. 6) und Koschenberg die beiden einzigen aktiven Hartgesteinstagebaue Brandenburgs, in denen neoproterozoische (570 – 680 Mio. a) Grauwacken gewonnen werden. Das Verbreitungsgebiet der präkambrischen Grauwacken, die zu einer Teilstruktur der Lausitzer Antiklinalzone gehören, erstreckt sich vom Nordrand des Lausitzer Granodioritmassivs zwischen Kamenz im Westen und Weißenberg im Osten. Morphologisch bilden diese Härtlinge bewaldete Höhenzüge, wie z. B. die Horstberge im Gebiet der Lagerstätte Großthiemig und den Koschenberg im Bereich der gleichnamigen Lagerstätte.
Die Lausitzer Grauwacke ist eine 1 500 – 4 000 m mächtige Abfolge geschichteter, feinkörniger Grauwacken und Grauwackenschiefer, die gefaltet und durch die prävariszisch intrudierten Westlausitzer Granodiorite kontaktmetamorph zu Knotengrauwacken bzw. -schiefern,

Abb. 6: Abbauwand im Grauwacke Steinbruch Großthiemig II, Landkreis Elbe-Elster (Foto: H. Sitschick 2006)
Fig. 6: Open pit wall in the quarry Großthiemig II, district Elbe-Elster (photo: H. Sitschick 2006)

Grauwackenhornfelsen und migmatisierten Hornfelsen umgewandelt wurde. Sie steht unter ca. 3 – 8 m, max. 15 m mächtigen känozoischen Abraumschichten in den Gewinnungsbereichen an.
Das Rohmaterial wird zu Schotter, Splitt, Edelsplitt, Brechsand, Edelbrechsand, Verfüllsand und Mineralgemischen verarbeitet. Verwendung finden die Produkte vor allem im Straßenbau, im Gleisbau, im Hoch- und Tiefbau, aber auch bei der Errichtung von Sportstätten, Gartenanlagen und für landschaftsgestalterische Maßnahmen.

1.4 Karbonatgesteine (Kalkstein)

Die Gewinnung von Kalkstein erfolgt auf dem Territorium Brandenburgs seit mindestens 750 Jahren in dem wenige Kilometer östlich von Berlin bei Rüdersdorf gelegenen Tagebau (Abb. 7).
Die Lagerstätte Rüdersdorf befindet sich strukturgeologisch betrachtet im Kreuzungsbereich dreier Störungszonen (Potsdamer-, Buckower- und Fürstenwalde-Gubener Störungszone). In dieser Schwächezone der Erdkruste kam es durch halokinetische Prozesse zu einer Aufwölbung der das Zechsteinsalz überlagernden prätertiären Ablagerungen und somit zur Ausbildung der Rüdersdorfer Sattelstruktur. Infolgedessen gelangten die sonst in einer Teufe von mehr als 1 000 m anzutreffenden Muschelkalkablagerungen in unmittelbare Oberflächennähe bzw. es kam zu deren Ausstreichen an der Oberfläche.
Vorrangiges Ziel der Abbautätigkeit ist das etwa 150 m mächtige Schichtpaket des Unteren Muschelkalks mit der Wellenkalk- und Schaumkalkfolge. Während die Sedimente der Wellenkalkfolge sowie des Mittleren Muschelkalks die Rohstoffbasis für die Zementproduktion bilden, werden die Ablagerungen der Schaumkalkfolge für die Branntkalkherstellung verwendet. Für die Zementproduktion werden ebenso Sand, Eisenerz und Aschen verschiedener Zusammensetzung als Zuschlagstoffe eingesetzt. Seit 1985 werden die Dolomitmergel des Mittleren Muschelkalks für die Herstellung von Düngemergel genutzt. Dieser findet seine Verwendung vorwiegend in der Landwirtschaft sowie zu Rekultivierungszwecken bei der Sanierung stillgelegter Braunkohlentagebaue.
Die Gewinnung des Kalksteins erfolgt durch Großbohrlochsprengungen mit anschließendem Radladertransport zur semimobilen Brecheranlage innerhalb des Tagebaus.

Abb. 7: Blick in den Kalkstein-Tagebau Rüdersdorf, Landkreis Märkisch-Oderland (Foto: E. Wetzel 2011)
Fig. 7: View into the limestone open cast mining Rüdersdorf, district Märkisch-Oderland (photo: E. Wetzel 2011)

Von dort gelangt das vorgebrochene Material (< 110 mm) über stationäre Gurtbandförderanlagen direkt zum Mischbett des Zementwerkes bzw. nach weiterer Fraktionierung (</> 50 mm) ins Kalkwerk.
Gegenwärtig erfolgt der Abbau auf vier Sohlen bis zu einer Teufe von -55 m NHN. Für die Zukunft ist geplant, den Aufschluss bis auf 6 Sohlen mit einer Endteufe von -105 m NHN auszubauen. Mit der Umsetzung dieses Ziels ergibt sich eine Bergbauperspektive am Standort Rüdersdorf etwa bis zum Jahr 2062 (Höding et al. 2007).

1.5 Torfe

Das Land Brandenburg gehört zu den moorreichen Regionen in Deutschland.
Die Moorflächen des Landes werden nach Landgraf (2010) mit etwa 210 000 ha angegeben. Die Verteilung der Moorflächen ist entsprechend der geologischen Bedingungen in Brandenburg überwiegend an die ausgedehnten Niederungen gebunden. In diesen befinden sich meist großflächige Moorstandorte wie z. B. in Westbrandenburg das Havelländische Luch und das Rhinluch oder die Auenüberflutungsmoore des Spreewaldes und an den Mittel- und Unterläufen der Havel und Oder. Kleinflächigere Moore befinden sich ebenso in den Grundmoränenplatten des östlichen und nordöstlichen Brandenburg in Form von Kessel-, Verlandungs- und Stauwasserversumpfungsmooren.
Bei den in Brandenburg genutzten Torflagerstätten handelt es sich um überwiegend eutrophe Niedermoore. Die Gewinnung erfolgt nur saisonal in den drei Lagerstätten Dannenwalde (Landkreis Prignitz), Amalienhof (Landkreis Märkisch-Oderland) und Bad Saarow Gemeindewiesen (Landkreis Oder-Spree; Abb. 8) ausschließlich für den Einsatz in der Balneologie zur Versorgung der Kurkliniken in Bad Wilsnack und Bad Freienwalde sowie des Thermalbades in Bad Saarow mit dem Peloid. Die jährliche Gesamtfördermenge in diesen drei Lagerstätten liegt bei ca. 2 600 m^3.

Abb. 8: Torfabbau in Bad Saarow, Landkreis Oder-Spree (Foto: E. Wetzel 2014)
Fig. 8: Peat digging claim in Bad Saarow, district Oder-Spree (photo: E. Wetzel 2014)

1.6 Historische Baustoffe – Raseneisenerz, Alaun und Wiesenkalk

Von den in der Vergangenheit genutzten Rohstoffen sollen nur einige Beispiele angeführt werden, um ihr weitgefächerte Spektrum ansatzweise anzudeuten.
Raseneisenerz hatte in Brandenburg in der Vergangenheit als einheimischer Rohstoff einen großen Anteil an der Entwicklung von Wirtschaft und Industrie. Da die Bildung von Raseneisenerz an Böden mit einem ständig hohen Grundwasserstand gebunden ist, fand man es in Brandenburg in größeren Vorkommen z. B. in den Niederungen der Flüsse Elster, Oder, Finow, Spree, Elbe und Havel aber auch in den holozänen Niederungen der Schmelzwasserbecken, wie z. B. im Altdöberner Becken in der Nähe des gleichnamigen Ortes. Das Raseneisenerz lagert meist unter einer geringen Vegetationsdecke und erreicht im Allgemeinen Mächtigkeiten von weniger als 1 m (Sitschick et al. 2005).
Die Gewinnung und Verarbeitung von Raseneisenerz lässt sich im brandenburgischen Raum bis in die Zeit der Germanen zurückverfolgen. Der Abbau erfolgte in erster Linie mit dem Ziel, schmiedbares Eisen zu erzeugen, das im Vergleich zu der bis dahin genutzten Bronze günstigere Materialeigenschaften für die Herstellung von Waffen und Arbeitsgeräten aufwies und zudem nicht über weite Entfernungen heran transportiert werden musste. Der Raseneisenerzabbau zum Zwecke der Eisengewinnung durch Verhüttung erfolgte in Brandenburg bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts. Bekannte Verhüttungszentren waren z. B. der Unterhammer in Gottow (Landkreis Teltow-Fläming), der Eisenhammer in Peitz (Landkreis Spree-Neiße) sowie der Eisenhammer in Lauchhammer (Landkreis Oberspreewald-Lausitz). Letzterer, 1725 von der Freifrau von Löwendahl gegründet, von ihrem Erben Graf Einsiedel um eine Kunstgussabteilung erweitert, erlangte Weltruhm und produziert noch heute.
Neben seiner Verwendung als Ausgangsstoff für die Eisenproduktion (z. B. für Arbeitsgeräte, Geschirr, Möbel, Pumpen, Ziergitter u. a. m.) wurde Raseneisenerz besonders wegen seiner guten Verarbeitbarkeit, z. T. aber auch in Ermangelung alternativer Materialien als Baustoff für die Errichtung von Bauwerken verwendet (Abb. 9). Als Rohstoff ist Raseneisenerz bzw. Raseneisenstein heute überwiegend in der Denkmalpflege als Baumaterial für Restaurierungen gefragt.

Die in den miozänen Braunkohlentonen enthaltenen **Alaune**, die etwa bis 1862 untertägig in Stollen und Strecken gewonnen wurden, bildeten die Rohstoffgrundlage für das 1717 gegründete Bad Freienwalder Alaunwerk (vgl. Beitrag von K. Göttlich, dieses Heft). Als Alaune werden allgemein schwefelsaure Doppelsalze von Kalium und Aluminium (Kaliumaluminiumsulfat) bezeichnet. Schon die alten Ägypter verwendeten Alaun als Flammschutzmittel für Holz. In der Färberei dient es zum Beizen von Stoffen, in der Papierindustrie zum Leimen von Papier und in der Gerberei zum Gerben von Leder. Nach Recherchen des Heimatvereins ist bekannt, dass in Rekordzeiten in Bad Freienwalde 8 000 t Alaunerde gefördert wurden, aus denen etwa 400 t

Begrenzungsmauer in Neuhardenberg (Landkreis Märkisch-Oderland)

Scheune in Sigrön (Landkreis Prignitz)

Raseneisenerzbruchstücke Fundort: Nudow (Landkreis Potsdam-Mittelmark)

Früher Schinkelbau „Molkenhaus“ in Bärwinkel (Landkreis Märkisch-Oderland)

Abb. 9:
Beispiele für den Einsatz von Raseneisenerz für Bauzwecke (Fotos: E. Wetzel)

Fig. 9:
Examples for using of bog iron ore for building purposes (photos: E. Wetzel)

Alaunsalz hergestellt wurden. Eingesetzt wurden die Alaune vorwiegend zum Beizen beim Färben von Stoffen. Die von der ehemaligen Alaunsiederei stammenden ausgelaugten Tone, als Nebenprodukt des Alaunwerkes, wurden aufgehaldet und in einer Ziegelei in der keramischen Produktion eingesetzt, um z. B. Steine mit besonderer Rotfärbung herzustellen (Schroeder & Nowel 1994). Die Röntgendiffraktionsanalyse einer Alaunerdeprobe von der Gerhard-Strecke, Bad Freienwalde-Hammerthal erbrachte zusammen mit hohen Gehalten an Quarz (40 %), stets geringe Mengen an Feldspäten (je 2 % Kalifeldspat und Plagioklas). Weiterhin wurden Spuren von Rutil (einem Titanoxid), die auch mittels RFA bestätigt wurden, nachgewiesen. Als sekundäre Verwitterungsbildungen sind 2 % Jarosit [Gelbeisenerz, $K\ Fe_3\ [(OH)_6/SO_4)_2]$] und 0,5 % Halotrichit [Eisenalaun, $Fe\ Al_2\ [SO_4]_2\ 22\ H_2O$] nachgewiesen, die als komplexe Fe- bzw. Al-Sulfate ebenso wie die Alaune (Alkali-Al-Sulfate) unter dem Sammelnamen „Vitriole“ zusammengefasst sind. Die Gesamtmenge an kristallinen und amorphen Vitriolen (Alaunverbindungen im weiteren Sinne) wurde mit bis zu 13 % ermittelt (Luckert 2011).

Ein weiterer historischer Rohstoff ist der in Niederungsgebieten teilweise abgelagerte **Wiesenkalk**. Wiesenkalke entstanden im Holozän durch chemische Ausfällung in Oberflächennähe. Sie wurden in der Vergangenheit vor dem Aufblühen der Kunstdüngerproduktion weitverbreitet zum Mergeln der Felder als Düngemittel genutzt, sollen aber auch zur Branntkalkherstellung und für Bauzwecke verwendet worden sein. Erkundete Lagerstätten befinden sich zum Beispiel bei Wall und bei Langerhorst im Landkreis Ostprignitz-Ruppin. Gegenwärtig findet jedoch im Land Brandenburg kein Abbau statt. Perspektivisch ist eine Nutzung von Wiesenkalken in der Umwelttechnologie, z. B. zur Konditionierung von Reststoffen denkbar.

Auf den früheren Abbau von **Gips** im Bereich der Struktur Sperenberg (Abb. 10) wird wegen der wissenschaftshistorischen Bedeutung hingewiesen. Hier wurde aufgrund von Temperaturmessungen durch den Bergrat E. Dunker im Auftrag des preußischen Oberbergamtes an der Bohrung Sperenberg Kb Sper I/1867, der für lange Zeit mit 1271,7 m tiefsten Bohrung der Welt, im Jahr 1871 die geothermische Tiefenstufe (1°C/33,7 m) entdeckt bzw. abgeleitet (vgl. auch Beitrag M. Göthel zur Erdwärme-Erschließung, dieses Heft).

Die Sperenberger Gipsbrüche stellen eine geologische Besonderheit dar. Der Salzstock Sperenberg ist der am weitesten im Osten gelegene Salzstock Deutschlands und einer der wenigen, der die Erdoberfläche durchbrochen hat. Der hier im Sperenberger Raum an der Oberfläche bzw. oberflächennah anstehende Gips ist als umkristallisiertes Auslaugungs-

Abb. 10: Ehemaliger Gipsbruch in Sperenberg (Landkreis Teltow-Fläming) – Reste einer ehemaligen Abbauwand (Foto: E. Wetzel 2009)

Fig. 10: Further gypsum mining Sperenberg (district Teltow-Fläming) – remains of a mining wall (photo: E. Wetzel 2009)

relikt eines mit Süßwasser kontaktierenden aufgestiegenen Salzstockes anzusehen. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um den Hauptanhydrit der Leine-Serie (Beer & Göllnitz 1994). Die Mächtigkeit des Gipshutes (Caprock) beträgt etwa 50 m (N) bis 90 m (S). Er reicht bis ca. 45 m unter NHN und wird ab dieser Tiefe, dem so genannten Salzspiegel, von den intakten Salzen des Diapirs unterlagert.
Die Geschichte des Gipsabbaus reicht nach den Chroniken bis in das 12. Jahrhundert. Die endgültige Stilllegung des Abbaus erfolgte im Jahr 1958 aufgrund der geologischen Situation (zu hohe Deckgebirgsmächtigkeiten, schlechte Vorratssituation) sowie wegen großer Probleme durch die Einflüsse der Salzwässer auf die Süßwasserhorizonte und immer wieder auftretender Erdfälle, Erdbewegungen und Rissbildungen in der Umgebung der Gipsbrüche.
Seit 1998 ist das Gebiet der „Sperenberger Gipsbrüche“ unter Naturschutz gestellt und seit 2002 als FFH-Gebiet gemeldet.

2. Rohstoffnutzung in den Landkreisen des Landes Brandenburg

Im Folgenden wird ein Überblick über die einzelnen Landkreise, deren naturräumliche Ausstattung und die derzeit genutzten bzw. nutzbaren oberflächennahen Rohstoffe gegeben.

2.1 Landkreis Prignitz

Der Landkreis Prignitz im Nordwesten Brandenburgs lässt sich naturräumlich zwei großen Einheiten zuordnen – dem Nordbrandenburgischen Platten- und Hügelland und dem Elbe-Urstromtal. Den größten Flächenanteil nimmt das Nordbrandenburgische Platten- und Hügelland ein, das im Wesentlichen aus Grundmoränen besteht. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Prignitz-Hochfläche, die hauptsächlich aus saalekaltzeitlichen Grundmoränensedimenten aufgebaut und teilweise übersandet ist. Sie wird dem Altmoränengebiet zugeordnet. Die Prignitzhochfläche ist durch die zahlreichen Fluss- und Bachläufe, z. B. der Löcknitz, Stepenitz, Kümmernitz, Dömnitz und Jäglitz zergliedert. In diesen Schmelzwasserabflussbahnen sind jüngere Schmelzwassersedimente (Talsande) abgelagert worden, die vielfach von holozänen bis glazilimnischen Deckschichten (Flachmoortorfe, Kalkmudden, Moorerden) und z. T. fluviatilen Bildungen (sandige Schluffe und Tone, Sande) überdeckt sind.
Zu den Hochflächengebieten gehören ebenso die Parchim-Meyenburger Sandflächen im Norden, die Perleberger Heide und die Kyritzer Platte im äußersten Südosten des Landkreises. Diese werden der Weichsel-Kaltzeit zugeordnet (z. B. Sanderschüttungen der Frankfurt-Phase nördlich Meyenburg und Putliz).
Im Hochflächenbereich befinden sich zahlreiche Höhenzüge von Endmoränen und Stauchungsgebieten, die diese Landschaft prägen, und ihr dadurch einen vielgestaltigen Charakter verleihen (vgl. Abb. 11).
Nach Süden schließen an die Prignitz-Hochfläche die ebenfalls rohstoffgeologisch interessanten ausgedehnten Niederungen des Elbe-Urstromtales an, in denen überwiegend Talsande abgelagert wurden.

Die Basis für die Rohstoffwirtschaft des Landkreises bilden die Baumaterialienrohstoffe Sand, Kiessand und Ziegelton.
Die Sand- und Kiessandgewinnung im Landkreis erfolgt derzeit an 13 Standorten. Von besonderer Bedeutung sind hierbei aufgrund der jährlichen Fördermengen die beiden Kiessandlagerstätten im Raum Groß Buchholz sowie die Tagebaue Groß Warnow und Glöwen (Abb. 12). In diesen Lagerstätten sind aufgrund der geologischen Verhältnisse nicht nur Sande sondern auch Kiessande gewinnbar, die von der Bauwirtschaft meist besonders gefragt sind.
In den Lagerstätten Buchholz und in den Boddiner Tagebauen, südlich von Pritzwalk, stehen ebenso wie in Meyenburg und Mankmuß überwiegend Sande an. Diese werden meist für die Versorgung der örtlichen Bauwirtschaft mit Bausanden, Mörtelsanden und Füllboden genutzt. Die Vorratsbasis ist für diese Rohstoffe als ausreichend einzuschätzen.
Weitere kleine Lagerstätten im Landkreisgebiet, die bisher überwiegend zur Versorgung der Eigenbetriebe genutzt wurden, sind zum Beispiel die Sandgruben in Groß Welle/Schrepkow und Lanz.
Die Lagerstätte Luggendorf ist größtenteils abgebaut und es erfolgen derzeit Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der Flächen. Die Göriker Sand- und Kiessandgrube wird gegenwärtig für eine Wiederaufnahme des Abbaubetriebes vorbereitet, um die in Fortsetzung des ehemaligen Abbaufeldes noch vorhandenen Rohstoffe zu nutzen.
Die genannten Lagerstätten besitzen für die Region und angrenzende Gebiete Bedeutung für die Versorgung der Bauwirtschaft mit einheimischen Rohstoffen. Sie sind geologisch erkundet und verfügen über eine solide Vorratsbasis zur Absicherung des Bedarfs an hochwertigeren Kiessanden

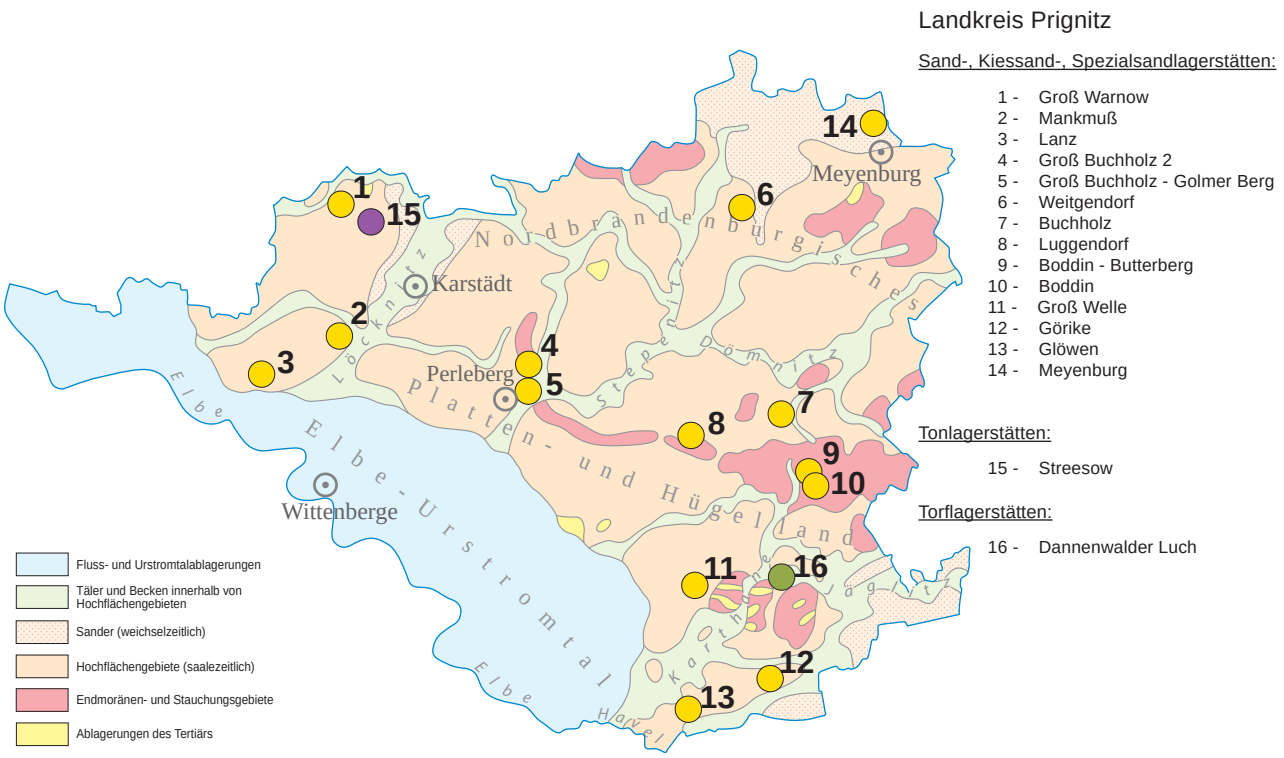


Abb. 11: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Prignitz mit Betriebsstätten (nach Sonntag *2008 und LBGR 2013)*
Fig. 11: Geomorphological overview of district Prignitz with raw material mines (according to Sonntag *2008 and LBGR 2013)*

Abb. 12: Kiessandtagebau Glöwen, Landkreis Prignitz (Foto LBGR 2011)
Fig. 12: Raw material deposit Glöwen, district Prignitz (photo: LBGR 2011)

für die kommenden Jahre. Qualitativ gute Kiessande sind ebenfalls in den Lagerstätten Weitgendorf und Klein Gottschow durch Erkundungsarbeiten nachgewiesen. Infolge von Schwankungen des Bedarfs an Sanden und Kiessanden ist es in einigen Lagerstätten zum zeitweiligen Ruhen der Abbautätigkeit gekommen.

Auch im Bereich der Talsande im Elbe-Urstromtal stehen teilweise sehr hochwertige Kiessande im Grundwasserbereich an, die für eine Rohstoffgewinnung interessant sind. Zum Beispiel befindet sich im Raum Abbendorf/Rühstädt eine geologisch erkundete Kiessandlagerstätte, die als Reserve für die Region gelten kann.

Neben den Sanden und Kiesen sind im Landkreis ebenfalls Tone von besonderer Bedeutung. Insbesondere für die Sicherung der Rohstoffbasis der Produktionsstätte der RuppKeramik GmbH in Karstädt gilt es, die vorhandenen Rohstoffpotenziale an Ziegeltonen nutzbar zu machen. Die Lagerstätte Streesow bildet derzeit die Basis für dieses Werk. Die in der näheren Umgebung zum Werk bekannten Tonlagerstätten Burghagen, Dargardt, Kleinow und das Gebiet um Garlin-Sargleben und Pinnow sind als weitere potenzielle Rohstoffreserve für diesen Industriezweig anzusehen. Entsprechende Untersuchungen wurden vom Unternehmen bereits begonnen.

Die tonigen Rohstoffe im Pritzwalker Raum werden derzeit nicht genutzt. Es handelt sich hierbei um die Lagerstätte Giesensdorf, in der lagerungsgestörte Wechselfolgen von Geschiebemergel und Bänderton zur Herstellung von Ziegeln etwa bis zu Beginn der 1960er Jahre abgebaut wurden. Restvorräte sind nach den Archivunterlagen noch vorhanden, müssten aber durch neuere geologische Untersuchungen präzisiert werden. Südlich Meyenburg wurden bei Erkundungsarbeiten Tertiärtonschollen nachgewiesen, die in der Vergangenheit für grobkeramische Zwecke, insbesondere zur Herstellung von Drainagerohren in der Ziegelei Bergsoll bis 1982 genutzt wurden. Restvorräte sind auch hier noch vorhanden, müssten aber ebenfalls neu erkundet und bewertet werden.

Eine Reserve wird in den im Bereich der Elbtalaue stellenweise in erheblichen Mächtigkeiten anstehenden Auelehmen gesehen, die als Teilkomponente bei der Ziegelherstellung eine größere Bedeutung gewinnen könnten.
Im Landkreis vorhandene holozäne organogene Ablagerungen in den Niederungsgebieten (Niedermoortorfe, Mudden) werden nur im Dannenwalder Luch für den Einsatz in der Balneologie in der nahegelegenen Kurklinik Bad Wilsnack genutzt. Der Abbau erfolgt hier nur innerhalb einer eng begrenzten Zeitspanne im Jahr.

Die Fördermengen der Steine-Erden Rohstoffe bewegten sich im Landkreis in den vergangenen Jahren um etwa 400 000 t pro Jahr, im Jahr 2013 ist ein Anstieg auf 1 Mio. t zu verzeichnen (Abb. 13).

Als Besonderheit im Landkreisgebiet sind die oberflächennah ausstreichenden aufgestauchten tertiären Schichten zu erwähnen. Südlich Ponitz, im Gebiet des „Feldes Amalienzeche“ erfolgte in der Vergangenheit ein Abbau von Braunkohle in geringfügigem Ausmaß im Tiefbau. Begleitet werden diese Braunkohlen z. T. von Formsanden, die nur geringmächtig und lokal begrenzt sind. Im Bereich von Gülitz, Burow und Wüsten-Vahrnow sind stärker gestörte Lagerungsverhältnisse zu verzeichnen. Vielfach treten aufgestauchte Schollen des Tertiärs mit glimmerhaltigen Quarzsanden, tonigen Bildungen und Braunkohle auf. Der Abbau der miozänen Braunkohlen erfolgte in diesem Bereich der „Ottiliengrube“ bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts. Ebenso treten diese Braunkohlenbildungen zwischen Gumtow, Döllen und Kunow auf, die auch hier die Grundlage für einen bescheidenen Bergbau in der Vergangenheit bildeten (vgl. auch Wedde 2013). Die ehemaligen unterirdischen Grubenbaue sind größtenteils „abgesoffen“ und an der Geländeoberfläche z. T. durch Tagesbrüche zu erkennen. Diese Bereiche werden als bergschadensgefährdete Gebiete betrachtet und im Beitrag von K. Göttlich (dieses Heft) beschrieben.

2.2 Landkreis Ostprignitz-Ruppin

Der Landkreis ist geprägt durch die Eisrandlagen der Weichsel-Kaltzeit mit ihren entsprechenden Endmoränenbögen als meist recht deutlich erkennbare Höhenzüge (Abb. 14).
Im nordwestlichen und westlichen Gebiet des Landkreises reichen noch Reste der saalekaltzeitlich angelegten Prignitz-Hochfläche bis in die Wittstocker Umgebung hinein. Dieses Hochflächengebiet wird durch ein relativ stark verzweigtes Bach- und Grabensystem deutlich gegliedert. Besonders prägende Bachläufe sind hier die Jäglitz und der Nadelbach. Reste der Kyritzer Platte sind im südwestlichen Landkreisgebiet vorhanden. Die in sich zergliederte Hochfläche der Ruppiner Platte zwischen Neustadt und Neuruppin folgt dieser in östlicher Richtung. Getrennt werden beide durch die Dosseniederung.
Im Bereich der Wittstock-Ruppiner Heide überwiegen Sandersedimente, die der so genannten Frankfurter Eisrandlage (Frankfurt-Phase, in Brandenburg Teil der Brandenburg-Phase; vgl. Litt et al. 2007) der Weichsel-Kaltzeit vorgelagert sind. Sie werden bogenförmig in etwa N–S-Richtung vom Tal der Dosse durch- bzw. unterschnitten. Ihnen folgen in östlicher Richtung die Sanderbereiche der weiter nördlich gelegenen Endmoräne des Fürstenberger Haltes. Getrennt werden diese beiden Einheiten durch glazifluviatile bis fluviatile Nachschüttbildungen, die das Gebiet in der gesamten Länge von NNW nach SSE durchziehen. Die zahlreichen aneinandergereihten Seen zwischen Flecken

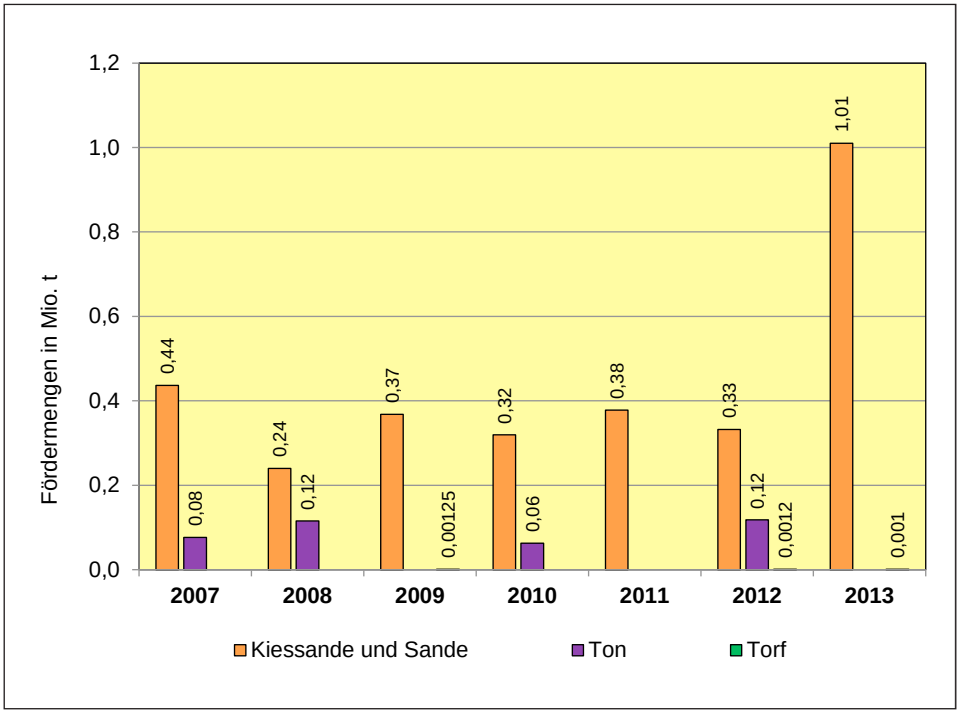


Abb. 13:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Prignitz in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 13:
Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 in district Prignitz (in million tons)

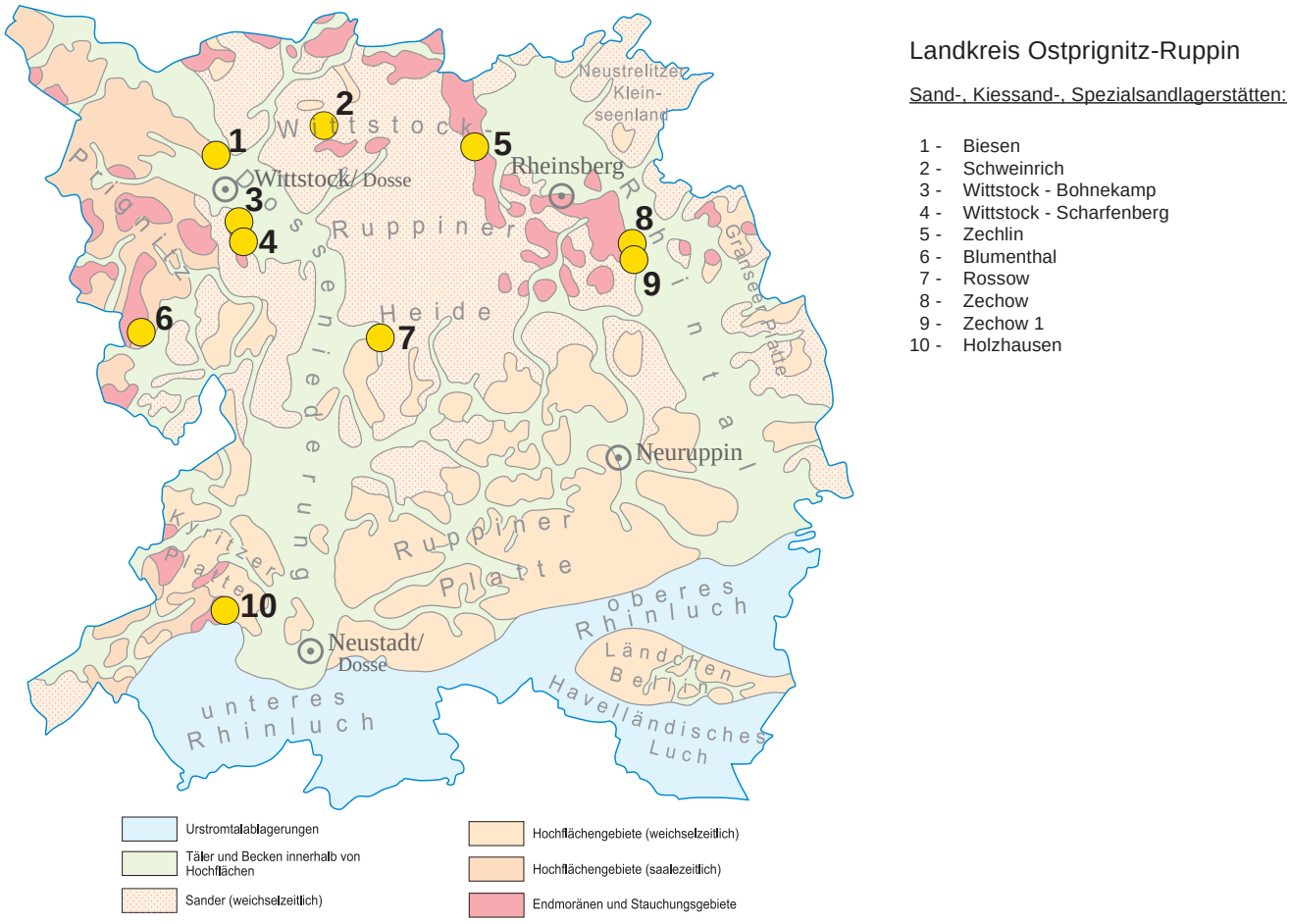


Abb. 14: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Ostprignitz-Ruppin mit Betriebsstätten (nach SONNTAG 2009 und LBGR 2013)

Fig. 14: Geomorphological overview of district Ostprignitz-Ruppin with raw material mines (according to SONNTAG 2009 and LBGR 2013)

Zechlin und Rheinsberg geben der Landschaft eine besondere Prägung. Sie bilden das Niederungsgebiet des Rhins und münden schließlich im Bereich Wustrau-Altfriesack in das Rhinluch, welches zum Berlin-Eberswalder Urstromtal gehört.

Im Gebiet zwischen Rheinsberg, Zechow und Köpernitz durchbrachen diese Nachschüttbildungen die Endmoränenzüge der so genannten Frankfurter Eisrandlage. Im Verlauf der Nachschüttbildungen sind lokal begrenzte Oser ausgebildet, die eine zusätzliche Belebung des Landschaftsbildes bewirken.

In den von den Fluss- und Seensystemen vom Schmelzwasser ausgeformten Niederungen lagerten sich im Wesentlichen Talsande ab. Sie sind meist von holozänen Ablagerungen (Torfe, Mudden, Schlicke, Kalkmergel) überdeckt. Diese treten im Bereich des Rhinluches in z. T. erheblichen Mächtigkeiten auf. Wiesenkalke sind insbesondere im Gebiet nördlich Radensleben, südlich Wall und im Norden des Landkreises im Bereich der Niederung des verlandeten Großen Sees bis zum Berlinchener See 1948 kartiert bzw. geologisch erkundet worden. Diese Kalke wurden nur lokal in geringem Umfang von 1966 bis 1968 abgebaut, als Dünger zur Bodenverbesserung und zur Al_2O_3-Gewinnung mittels Kalkzerrieselungsverfahren eingesetzt. Nach Hinweisen in alten Unterlagen wurden die Kalke der Lagerstätte Langerhorst bereits zum Bau der Wittstocker Stadtmauer verwendet. Die Kalke wurden mit Hand gegraben.

Im Landkreis Ostprignitz-Ruppin werden derzeit in 10 Tagebauen Sande und Kiessande gewonnen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei aufgrund der jährlichen Fördermengen die Sand- und Kiessandlagerstätten im Raum Zechow (Zechower Berge), die im Bereich der Endmoränenbildungen um Rheinsberg liegen. Die hier anstehenden Kiessand-/Sand-Wechselfolgen weisen lt. geologischer Erkundung Kiesanteile > 2 mm von durchschnittlich 27 M.-% auf. Sie haben für die Versorgung der Region mit höherwertigen Betonzuschlagstoffen besondere Bedeutung. Im Abbaufeld am Nordrand der Eichholzberge, westlich der Ortslage Dorf Zechlin, werden Sande und Kiessande abgebaut, die z. T. Kiesanteile >20 M.-% auf weisen und somit nach entsprechender Aufbereitung durch z. B. Siebung ebenfalls als Betonzuschlagstoff eingesetzt werden können.

Glazifluviatile saalekaltzeitliche Nachschüttsande, die nur unwesentlich von weichselzeitlichen Sanden überlagert sind, werden in der Lagerstätte Zernitz-Holzhausen abgebaut. Die Sande sind als Kalksandsteinrohstoff und als Schüttgut verwendbar.
Ähnliche Sande werden seit über 40 Jahren ebenfalls in der Grube Wittstock-Scharfenberg, die für die Versorgung der örtlichen Bauwirtschaft seither eine wichtige Rolle spielt, gewonnen. Abbauerschwerend treten hier oft Einlagerungen von Geschiebemergel und schluffigem Sand auf, was je nach Verwendungszweck einen erhöhten Aufbereitungsaufwand erfordert. In der weiter nördlich gelegenen Abbaustelle Wittstock-Bohnekamp werden nur sporadisch Sande abgebaut, so dass diese Lagerstätte für die Versorgung des Landkreisgebietes nur eine untergeordnete Rolle spielt.
Die am Dahlhausener Hügel anstehenden Sand- und Kiessand-Wechselfolgen der Lagerstätte Blumenthal wurden als lokale Stauchendmoräne gedeutet. Durch den starken inneren Wechsel des Schichtenaufbaus sind auch hier erhebliche Schwankungen des Kiesanteiles > 2 mm zu verzeichnen. Der Abbau ruht derzeit. Im Vorfeld sind jedoch noch ausreichend Rohstoffe vorhanden, die regionalplanerisch als Vorrang- und Vorbehaltsgebiete gesichert und bei Bedarf nutzbar sind.
Im Bereich der der Endmoräne der Frankfurter Eisrandlage vorgelagerten Sanderschüttungen befindet sich die Lagerstätte Schweinrich, in der im kombinierten Trocken- und Nassabbau Kiessande und Sande gefördert und aufbereitet werden (Abb. 15). Sie spielt eine wesentliche Rolle für die Versorgung der Bauwirtschaft mit Betonzuschlagstoffen, Mörtelsanden und Schüttgut im Landkreisgebiet. Weitere Lagerstätten im Sanderbereich sind in den Tagebauen Rossow und Rägelin aufgeschlossen, werden aber derzeit nur sporadisch genutzt bzw. wiedernutzbar gemacht.
Tonige Rohstoffe wurden im Landkreis bis 1986 lediglich in Scharfenberg abgebaut und zu Hintermauerziegeln verarbeitet. Vor der Schließung dieser Grube wurde die Tonlagerstätte Papenbruch aufgeschlossen und bis 1991 in einem Teilbereich genutzt. Die geologisch erkundete Bändertonlagerstätte Papenbruch verfügt über wirtschaftlich nutzbare Tonvorräte. Aktive Gewinnung von Tonrohstoffen erfolgt gegenwärtig im Landkreisgebiet nicht.
Die Fördermengen der Sande und Kiessande im Landkreis Ostprignitz-Ruppin bewegen sich seit 2007 zwischen 100 000 und 200 000 t/a (Abb. 16).

Abb. 15: Kiessandlagerstätte Schweinrich, Landkreis Ostprignitz-Ruppin (Foto: E. Wetzel 2008)
Fig. 15: Raw material deposit Schweinrich, district Ostprignitz-Ruppin (photo: E. Wetzel 2008)

Die bestehenden Abbaugebiete werden auch für die kommenden Jahre für die Versorgung des Landkreises die Hauptgrundlage bilden. Im Regionalplan Prignitz-Oberhavel, Sachlicher Teilplan Rohstoffsicherung, sind die bauenden und auch geologisch erkundeten Lagerstätten als Vorrang- und Vorbehaltsgebiet ausgewiesen, womit eine solide Basis für die Baustoffversorung des Landkreises gegeben ist.

2.3 Landkreis Oberhavel

Der Landkreis Oberhavel gehört im nördlichen Teil regionalgeographisch zur Großlandschaft der Mecklenburgischen Seenplatte und darin wiederum zum Neustrelitzer Kleinseenland (Abb. 17). Besonders landschaftsprägend sind die

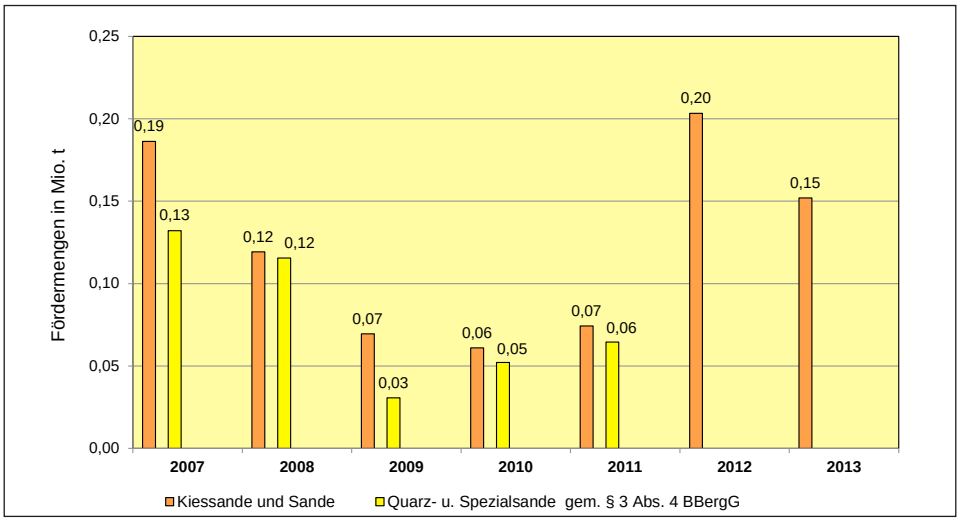


Abb. 16: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe Landkreis Ostprignitz-Ruppin in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 16: Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Ostprignitz-Ruppin (in million tons)

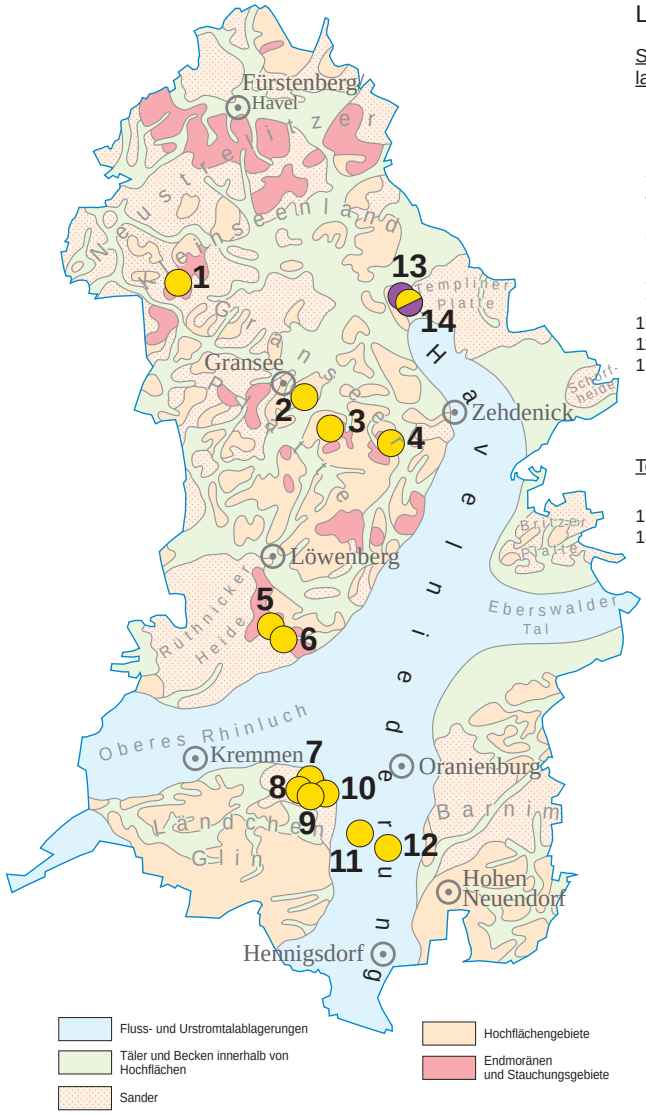


Abb. 17:
Geomorphologische Übersicht des Landkreises Oberhavel mit Betriebsstätten (nach SONNTAG 2010 und LBGR 2013)

Fig. 17:
Geomorphological overview of district Oberhavel with raw material mines (according to SONNTAG 2010 and LBGR 2013)

zahlreichen aneinandergereihten Seen wie z. B. der Große Stechlinsee im Nordwesten, der Röblinsee, der Stolpsee und der Lychensee im Nordosten. Die einzelnen Eisrandlagen der Weichsel-Kaltzeit bilden mit den entsprechenden Endmoränenbögen meist recht deutlich erkennbare Höhenzüge, die die Landschaft prägen und im Wechsel mit den Seen den besonderen Reiz dieses Gebietes ausmachen.

Im Raum südlich und westlich von Fürstenberg sind Endmoränen- und Stauchendmoränenbildungen des Fürstenberger Haltes dominierend, denen die dazugehörigen Sanderschüttungen vorgelagert sind. Nach Südosten schließt sich das großräumige Gransee-Zehdenicker Becken an, das nach Süden und Osten durch die Havelniederung mit dem Eberswalder Urstromtal verbunden ist. In einzelnen Teilen dieses Beckens wurden die aus den weiter nördlich gelegenen Bereichen durch die Schmelzwässer des Weichseleises aufgenommenen und transportierten Tone, Schluffe und Sande als Bändertone sedimentiert. Diese werden von Talsanden und humosen Bildungen überdeckt. In westlicher Richtung schließt sich die Granseer Platte an, eine weichselkaltzeitlich geformte Grundmoränenhochfläche, die nicht nur durch eine mehr oder weniger mächtige Übersandung gekennzeichnet, sondern die auch durch z. T. subglaziär angelegte Rinnensysteme zergliedert ist (z. B. Bereich des Welsen- und des Horstgrabens). In südwestlicher und westlicher Richtung folgen dieser Grundmoränenfläche endmoränale Aufschüttungen einzelner Zerfallsstaffeln der Frankfurter Eisrandlage. Nach Süden schließen sich die Niederungsgebiete des Eberswalder und des Berliner Urstromtales an. Beide werden durch das Durchbruchstal der Havel miteinander verbunden. In ihnen sind vorwiegend glazifluviatile Talsande abgelagert, die meist von holozänen organogenen Ablagerungen (Torfe, Mudden) überdeckt werden. Die Mächtigkeiten der Torfüberdeckung können insbesondere in der Havelniederung erhebliche Ausmaße erreichen.

Deutlich heben sich von den Niederungsgebieten durch morphologische Höhenunterschiede die Hochflächenbereiche ab, die im Südosten des Landkreises zu den westlichsten Ausläufern der Barnim-Platte und im südwestlichen Bereich zum Glien gehören. Diese Geschiebemergelhochflächen sind saalekaltzeitlich angelegt und während der Brandenburg-Phase der Weichsel-Kaltzeit überprägt worden. Vor allem die nörd-

lichen Bereiche dieser Geschiebemergelhochflächen sind teilweise von Sanderschüttungen überdeckt. So zum Beispiel im Raum westlich und südlich Germendorf durch den Germendorfer Flächensander und südlich und südöstlich Schmachtenhagen vom Zühlsdorfer Sander. Beide sind der Frankfurt-Phase der Weichsel-Kaltzeit zuzuordnen. Auffallend sind in diesem Gebiet zahlreich auftretende Dünenbildungen.

Von den 14 bergrechtlich zugelassenen Tagebauen im Landkreis Oberhavel erfolgte im Jahr 2012 lediglich in 4 Sand- und Kiessandlagerstätten aktiver Abbau. In einigen Tagebauen ruht derzeit die Produktion und in drei stillgelegten Tagebauen finden gegenwärtig Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der bergbaulich beanspruchten Flächen statt.
Wie aus der Abbildung 18 erkennbar ist, haben sich die Fördermengen in den letzten Jahren um 1 Mio. t bewegt.

Die nach wie vor bedeutendste Lagerstätte für Kiessande im Landkreis ist die Lagerstätte Neuendorf-Grundmühle. Sie schließt an den seit 1959 abgebauten Grubenbereich im Verlauf des Oszuges von Teschendorf an. Die Kiessande und Sande werden im Trocken- und Nassschnitt gewonnen. In dieser Kiessandlagerstätte stehen qualitativ hochwertige Rohstoffe mit relativ hohen Kiesanteilen > 2 mm in Größenordnungen von ca. 10 bis max. 37 M.-% an, so dass durch Aufbereitung zahlreiche Sortimente herstellbar sind. Sie ist für die Versorgung mit Baurohstoffen dieser Region und des Berliner Raumes von größerer Bedeutung (Abb.19).
In der südlich davon gelegenen Lagerstätte Neuendorf, in der Nähe des Kleinen Plötzsees, kann ein Absinken der Kiesgehalte beobachtet werden. Die Abbauarbeiten in dieser Lagerstätte erfolgen nicht kontinuierlich.
Einen weiteren Schwerpunkt der Rohstoffwirtschaft des Landkreisgebietes stellt der Germendorfer Raum dar. Im Bereich des Germendorfer Sanders wurden durch Erkundungsarbeiten bis 15 m mächtige, vorwiegend fein- bis mittelkörnige Sande mit untergeordneten Grobsand- und Kiesanteilen nachgewiesen. Im Germendorfer Lagerstättengebiet werden diese Sande von mehreren ortsansässigen Firmen abgebaut und dienen unter anderem als Rohstoffbasis für das Kalksandsteinwerk der Baustoffwerke Havelland GmbH Germendorf. Ein Teil der Sande wird außerdem als Schüttgut abgesetzt. Im Lagerstättengebiet Germendorf ist mit der Gestaltung des Abbaurestloches als Tier- und Freizeitpark ein Beispiel für eine gelungene Rekultivierung und Nachnutzung bergbaulicher Flächen geschaffen worden.
Im Norden des Landkreises, im Bereich der weichselkaltzeitlichen endmoränalen Aufschüttungsgebiete (Bereich des Rheinsberger Lobus der Frankfurter Eisrandlage) befinden sich Lagerstätten bei Großwoltersdorf, Güldenhof sowie Fürstenberg. In den Lagerstätten Großwoltersdorf und Güldenhof sind Sande und Kiessande mit Kiesanteilen von über 10 M.-% (Schwankungen von < 10 – 34 M.-%) vorhanden, die nach entsprechender Aufbereitung als Betonzuschlagstoff einsetzbar sind. Der Tagebau Großwoltersdorf ist stillgelegt und wiederurbargemacht. Restvorräte sind im Vorfeld der ehemaligen Grube noch vorhanden.
Die Kiessande der Lagerstätte Fürstenberg weisen lt. Erkundungsbericht durchschnittliche Kiesanteile von 12 M.-% auf, wobei die o. g. Schwankungen gleichermaßen vorhanden sind (endmoränale Lage des Fürstenberger Haltes). Diese Lagerstätte stellt eine wichtige Reserve für den Landkreis und auch angrenzende Regionen dar und wurde im Regionalplan Prignitz-Oberhavel, Sachlicher Teilplan Rohstoffsicherung, anteilig als Vorranggebiet für die Rohstoffsicherung ausgewiesen.
Für den Landkreis Oberhavel ist der Zehdenicker Raum verbunden mit der Ziegelindustrie. Der Beginn der Ziegelproduktion in der Gegend um Zehdenick und Mildenberg geht bis in das Jahr 1887 zurück, als beim Bau der Eisenbahnstrecke Löwenberg-Templin reiche Vorkommen an Ton entdeckt wurden. Die zahlreichen nunmehr wassergefüllten Restlöcher (Abb. 20) und einzelne Ringöfen in dieser Gegend sind Zeugen einer ehemaligen florierenden Ziegelindustrie. Die Lage in

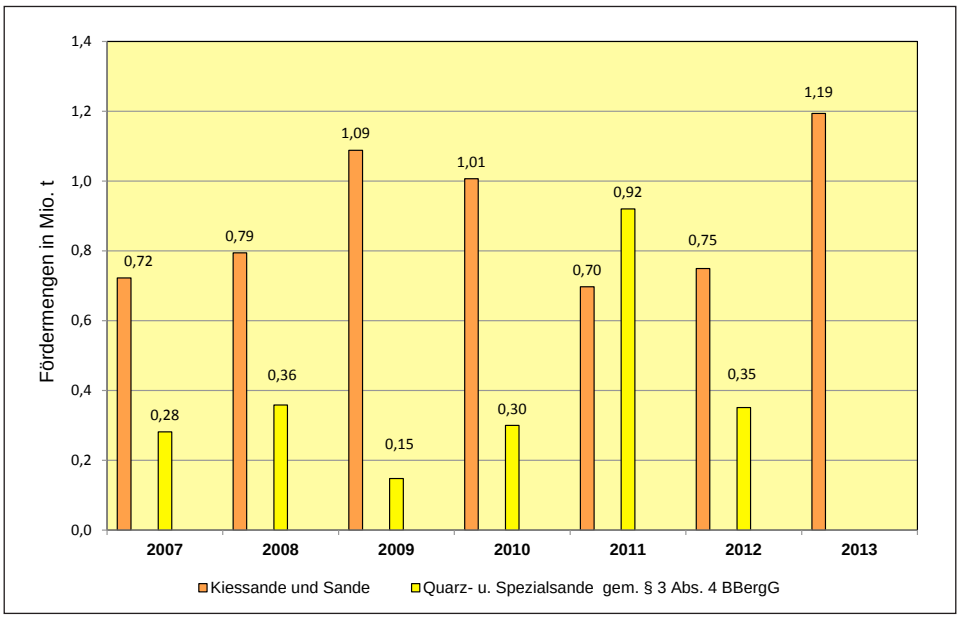


Abb. 18:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Oberhavel in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 18:
Mining volume of different raw materials in district Oberhavel in the years 2007 – 2013 (in million tons)

Abb. 19: Blick in die Kiessandlagerstätte Neuendorf-Teschendorf, Landkreis Oberhavel (Foto: LBGR 2010)
Fig. 19: View into the gravel and sand deposit Neuendorf-Teschendorf, district Oberhavel (photo: LBGR 2010)

Abb. 20: Blick über die Tonstichlandschaft in der Umgebung von Zehdenick, Landkreis Oberhavel (Foto: Foto: LBGR, Befliegung 2010)
Fig. 20: View across the landscape of the former clay deposits in the surrounding area of Zehdenick, district Oberhavel (photo: LBGR, flight in the year 2010)

unmittelbarer Havelnähe war für den Transport der Ziegel per Lastkahn bis in den Berliner Raum von besonderer Bedeutung. Die noch bis Anfang der 1990er Jahre aktiven Abbaue Badingen/Bösenhagen und Marienthal-Trottheide sind stillgelegt. Die ehemalige Bösenhagener Grube ist als Naturschutzgebiet in die Landschaft eingegliedert. Im letzten Tagebau Marienthal/Burgwall wurden jahrzehntelang Spezialsande und Tone gewonnen und verarbeitet. Die Förderung wurde im Jahr 2007 eingestellt, sodass die traditionsreiche Ziegelindustrie im Bereich des Gransee-Zehdenicker Beckens zum Erliegen gekommen ist. In den Tonlagerstätten Burgwall, Badingen/Bösenhagen und Mildenberg sind noch nutzbare Vorräte vorhanden.
Im nach Süden anschließenden Gebiet findet die Nutzung oberflächennaher Rohstoffe größtenteils im Bereich der Hochflächenbildungen statt. Aktive Sandtagebaue befinden sich hier bei Kraatz und Kleinmutz.
Die in den Niederungsgebieten vorhandenen Niedermoortorfe und Mudden werden derzeit nicht genutzt, obwohl diese holozänen organogenen Ablagerungen z. B. zumindest für die Herstellung gärtnerischer Erden geeignet wären und durchaus als Rohstoffpotential zu betrachten sind.

Als Besonderheit des südlichen Landkreisgebietes soll der im Umfeld von Velten bereits im vergangenen Jahrhundert abgebaute „Veltener Ton“ erwähnt werden, der zur Herstellung von Ofenkacheln verwendet wurde. Es handelt sich hierbei um besonders fette, saalekaltzeitliche Geschiebemergel mit hohem Kalkgehalt. Nach den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von 1938 Blatt 3344-Marwitz, bildete der „Veltener Ton“ die Grundlage für eine „… sich nur am Ostrand des Glien entwickelnde Kachelindustrie.“ Die Geschichte dieses Industriezweiges ist im Ofenmuseum Velten in anschaulicher Form dokumentiert (Abb. 21).
Erkundungsarbeiten in den 1980er Jahren deuteten auf noch vorhandene Restrohstoffmengen hin, wurden aber nicht fortgeführt, da auch die damals geltenden Richtwerte der TGL für Ofenkachelmassen nicht erreicht wurden und lediglich die Verwendung als Verschnittkomponente empfohlen wurde.

Geologische Erkundungsarbeiten zur Nutzung von Kiessanden im Bereich der Havelniederung wurden bisher nur im Raum Leegebruch erfolgreich durchgeführt. Die Talsandbildungen in diesem Gebiet weisen insbesondere mit zunehmender Teufe Kiesanteile > 2 mm über 10 M.-% auf. Eine optimale Nutzung derartiger Lagerstätten im Niederungsgebiet kann ausschließlich im Nassabbauverfahren erfolgen. Als Beispiel hierfür stehen die beiden Abbaue Leegebruch-Südost und Leegebruch-Eichstädt.

Abb. 21:
Das Ofenmuseum in Velten (Landkreis Oberhavel) mit Blick in die Ausstellung (Foto: E. Wetzel, N. Schlaak 2013)

Fig. 21:
Furnace museum in Velten (district Oberhavel) with view into the exposition (photo: E. Wetzel, N. Schlaak 2013)

Die derzeit vorhandenen Abbaugebiete werden auch künftig die Schwerpunkte der Rohstoffnutzung des Landkreises Oberhavel darstellen.

2.4 Landkreis Uckermark

Dominiert wird das Landschaftsbild des Landkreises von den Grundmoränenbildungen der Uckermärker Hochfläche im Rückland der mecklenburgischen Seenplatte (Abb. 22). Der in dieser geomorphologischen Einheit überwiegend oberflächig anstehende Geschiebemergel, der der Pommern-Phase (vgl. Litt et al. 2007) der Weichsel-Kaltzeit zuzuordnen ist, wurde hier mit Mächtigkeiten von bis zu 45 m nachgewiesen. Vorwiegend im östlichen Verbreitungsraum weist er nur eine geringe bzw. gar keine Sandbedeckung auf. Starke Stauchungserscheinungen im Schichtenverband widerspiegeln seine starke glazigene Beanspruchung. Die durch die Gletscherdynamik in Form von Schollen in oberflächennahe Position gelangten präweichselzeitlichen Sedimente erlangten z. T. lagerstättenwirtschaftliche Bedeutung. So wurden in der Vergangenheit z. B. bei Schmölln kreidezeitliche Ablagerungen sowie bei Welsow und Niederlandin Tertiärtone einer industriellen Nutzung zugeführt. Während man die Kreidesedimente als Baukalk verarbeitete, wurde der Rupelton in den am jeweiligen Standort befindlichen Ziegeleien eingesetzt.

Begrenzt wird die Uckermärker Hochfläche im Südwesten von der Pommerschen Haupteisrandlage, die das Landkreisterritorium lobenartig in NW–SE-Richtung quert und im Nordosten von der Rosenthaler Endmoräne, einem Rückschmelzhalt des Mecklenburger Eisvorstoßes. Deutlich geteilt wird der Komplex der Uckermärker Hochfläche im östlichen Bereich durch die Urstromtalung des Randow-Welse-Systems und im zentralen Bereich durch das annähernd N–S orientierte Ucker Tal, das sich vom Oberückersee bei Warnitz bis nach Pasewalk erstreckt. In beiden Niederungsgebieten gelangten überwiegend glazifluviatile bis fluviatile Sedimente zur Ablagerung, die fast durchgängig von holozänen Bildungen, überwiegend Torfen, überdeckt werden.

Die gesamte östliche Begrenzung des Landkreisgebietes wird durch das Untere Odertal gebildet. Bei den in diesem Niederungsgebiet zur Akkumulation gelangten Hochflutsedimenten handelt es sich vorwiegend um Tone, Schluffe und Feinsande. In Stillwasserbereichen erfolgte auch die Ablagerung organogener Bildungen wie Torf und Mudde. Im Randbereich Hochfläche/Niederung finden sich vereinzelt im Spätpleistozän geschüttete Schmelzwasserterrassen.

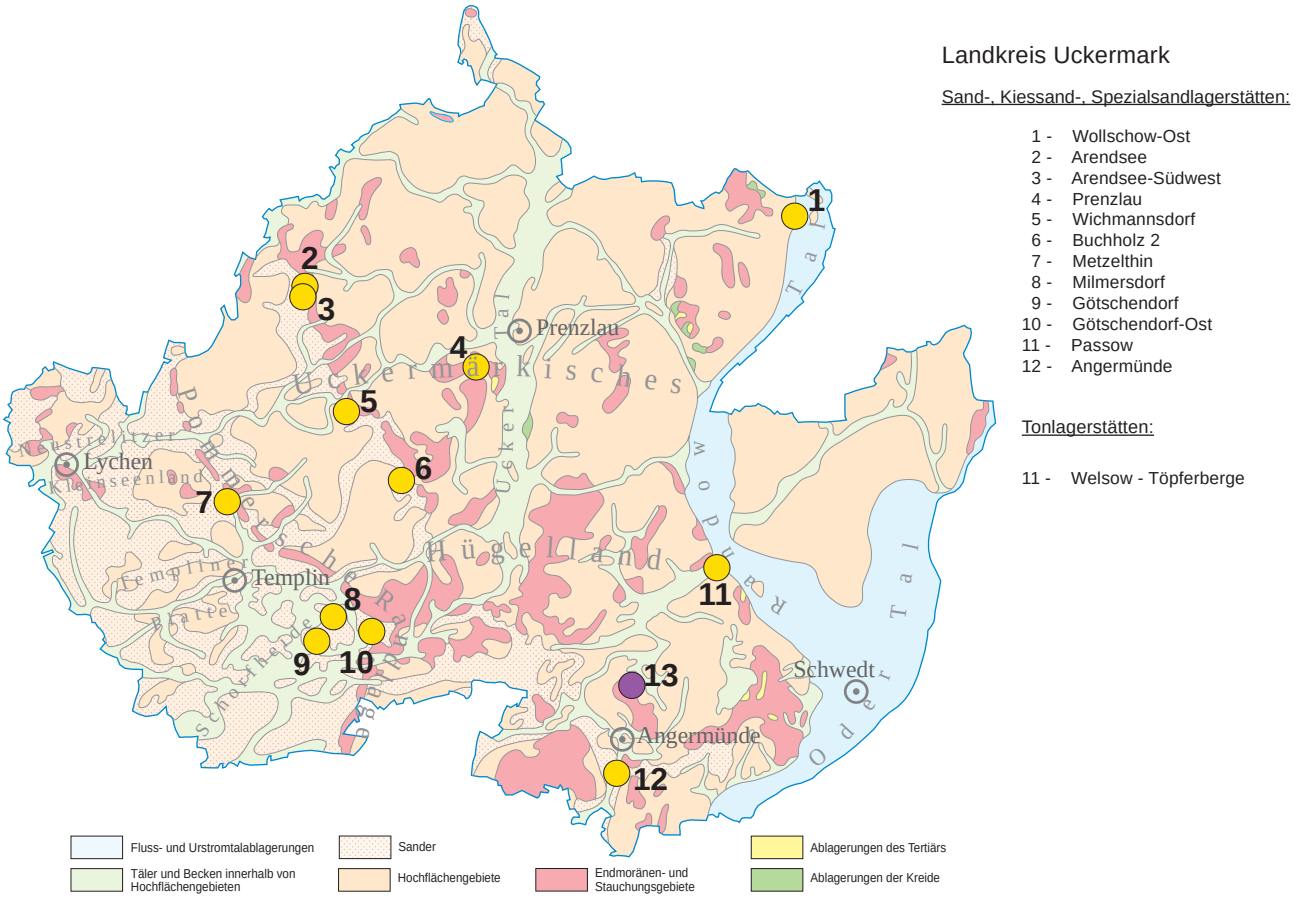


Abb. 22: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Uckermark mit Betriebsstätten (nach Sonntag 2005 und LBGR 2013)

Fig. 22: Geomorphological overview of district Uckermark with raw material mines (according to Sonntag 2005 and LBGR 2013)

Im Landkreis existieren derzeit 12 Bergbauberechtigungen für die Gewinnung von Sanden und Kiessanden und eine zur Gewinnung von Ton. Aktive Förderung erfolgt gegenwärtig in 10 Sand- und Kiessandlagerstätten.
Die Schwerpunkte des Rohstoffabbaus stellen im Landkreis Uckermark die Kiessandlagerstätten Buchholz 2, Weggun-Arendsee und Wichmannsdorf dar. Diesen Gewinnungsstätten kommt aufgrund ihrer qualitativen und quantitativen Parameter und der daraus resultierenden angebotenen Produktpalette eine besondere lagerstättenwirtschaftliche Bedeutung zu. In den bisher im Bereich des Milmersdorfer Sanders genutzten Tagebauen Milmersdorf und Götschendorf-Ost, mit Kiesgehalten von durchweg > 10 bis > 30 M.-% ruht derzeit der Abbau. Diese Lagerstätten verfügen noch über ergiebige Rohstoffvorräte, die künftig genutzt werden können. Im Rahmen der Regionalplanung sind diese als Vorranggebiet für die Rohstoffnutzung gesichert.
Die Lagerstätten Passow und Angermünde sind reine Sandlagerstätten. Während bei der Lagerstätte Passow glazifluviatile bis fluviatile Urstromtalbildungen Gegenstand des Abbaus sind, wurden in der Lagerstätte Angermünde die in einem Rinnensander abgelagerten rolligen Sedimente abgebaut, welche die Rohstoffbasis für das ehemalige Kalksandsteinwerk Angermünde bildeten. Wegen der Schließung des Werkes erfolgen seit mehreren Jahren Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der Flächen.

Auf den Hochflächenbereichen im Rückland der Endmoränenzüge ist die Kiessandhöffigkeit generell als gering einzuschätzen. Lediglich westlich des Ucker Tales konnten mehrere höffige Bereiche glazifluviatiler Nachschüttbildungen im Rahmen der Rohstoffkartierung ausgegrenzt werden.
Die Kiessandlagerstätte Prenzlau befindet sich im Zuflussbereich des „Stromes“ und der „Quillow“ ins Ucker Tal, und weist teilweise Nutzschichtmächtigkeiten von > 20 m auf.
Im östlichen Landkreisgebiet beschränken sich großräumige Kiessandhöffigkeitsflächen in erster Linie auf die spätpleistozänen Schmelzwasserterrassen des Unteren Odertales sowie des Randow-Welse-Systems. Diese liegen nördlich bzw. nordwestlich von Schwedt und westlich von Blumberg. Aufgrund der insgesamt großen Fläche und der punktuell nachgewiesenen Kiesgehalte von z. T. 30 – 40 M.-% besitzen die Terrassenbildungen eine große lagerstättenwirtschaftliche Bedeutung für eine perspektivische Versorgung der Region mit Betonzuschlagsstoffen.

Abb. 23: Blick in die Septarientonlagerstätte Welsow-Töpfergraben, Landkreis Uckermark (Foto: E. Wetzel 2014)
Fig. 23: View into the septarian clay deposit Welsow-Töpfergraben, district Uckermark (photo: E. Wetzel 2014)

Tonrohstoffe werden gegenwärtig im Landkreis nur in der Lagerstätte Welsow-Töpfergraben abgebaut (Abb. 23). Die hier anstehenden Septarientone sind lokal eng begrenzt, da es sich um eine im Zuge der Weichselvereisung abgerissene wurzellose Scholle handelt. Die Tone werden vorrangig für Deponieabdichtungen eingesetzt und relativ sporadisch abgebaut. Die Abbaumengen belaufen sich dann in Größenordnungen von etwa 5 000 t/a.
Die Lagerstätte Ton Wolfshagen im äußersten Nordwesten des Landkreises, in der saalekaltzeitliche Bändertone nach-

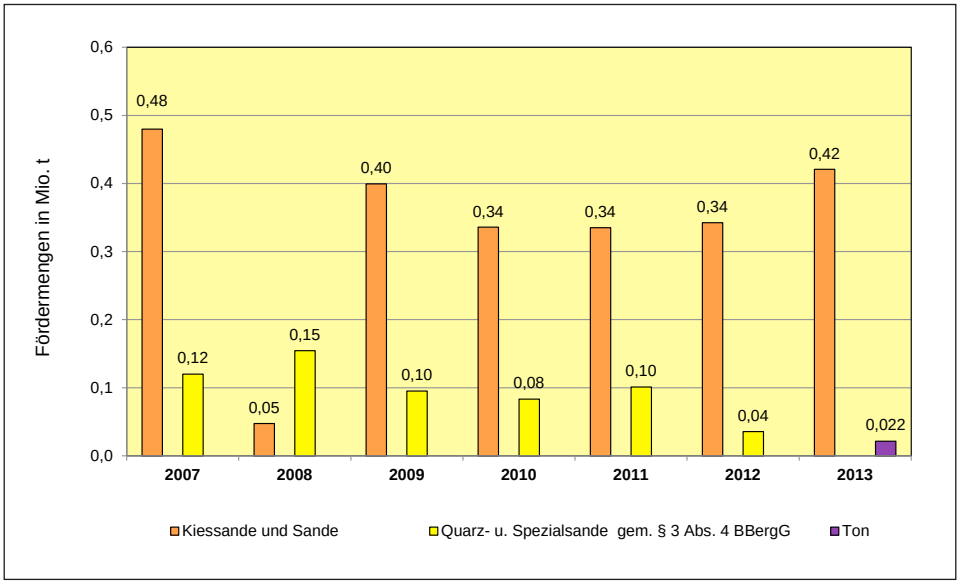


Abb. 24: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe Landkreis Uckermark in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 24: Mining volume of different raw materials 2007 – 2013 district Uckermark (in million tons)

gewiesen sind, ist noch nicht aufgeschlossen, sie ist jedoch im Rahmen der Regionalplanung als Vorranggebiet Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe gesichert.
Weitere Gebiete, in denen Tonrohstoffe im Zuge der Rohstoffkartierung ausgewiesen wurden, befinden sich zwischen Templin und Zehdenick. Die hier in Einzelbohrungen nachgewiesenen saalekaltzeitlichen Bänderschluffe, mit Mächtigkeiten von 35 – 50 m, lagern allerdings unter z. T. mächtiger weichselzeitlicher Sandbedeckung (bis 10 m). Die Verwendungsmöglichkeiten dieser Vorkommen als Ziegelrohmaterial müsste durch geologische Erkundungsarbeiten weiter untersucht werden.

Die Fördermengen der Sande und Kiessande liegen im Landkreis bei ca. 400 000 t pro Jahr, die Tonabbaumengen sind aufgrund der nicht kontinuierlichen Förderung nicht durchgehend erfasst worden (Abb. 24).

2.5 Landkreis Barnim

Kennzeichnend für das Landkreisgebiet ist das Auftreten aller typischen geologischen und geomorphologischen Erscheinungsformen der quartären Inlandvereisungen.

Im nordöstlichen Bereich bestimmen Bildungen der Uckermärker Hochfläche, einer Grundmoränenfläche im Rückland der Pommerschen Haupteisrandlage, das Landschaftsbild (Abb. 25). Von Norden kommend reichen hier Sanderschüttungen, die ihren Ursprung im Angermünder Halt haben, noch bis in das Landkreisterritorium hinein. Es handelt sich dabei um glazifluviatile Ablagerungen im Joachimsthaler Becken und in den Schmelzwasserabflussbahnen des Angermünder Beckens.
Die nordöstliche Begrenzung des Landkreises bilden sowohl Sedimente spätpleistozäner Schmelzwasserterrassen des Unteren Odertales, die sich über das Gebiet zwischen Oderberg-Lunow-Hohensaaten erstrecken, als auch oberflächig anstehende holozäne Ablagerungen des Unteren Odertales (Feinsande, Tone/Schluffe, Mudden).
Etwa entlang der Verbindungslinie Oderberg-Joachimsthal durchzieht die Hauptendmoräne der Pommern-Phase der Weichsel-Kaltzeit das Landkreisgebiet.
Das Vorland der Pommerschen Haupteisrandlage wird geprägt von der Britzer Platte, einer weichselkaltzeitlich überprägten Grundmoränenhochfläche. Auffälliges geomorphologisches Element der Britzer Platte ist die Werbellin-Rinne, die in das südlich angrenzende Eberswalder Urstromtal entwässert, welches das gesamte Landkreisgebiet in E–W-Richtung quert. Im Osten wird das Eberswalder Urstromtal

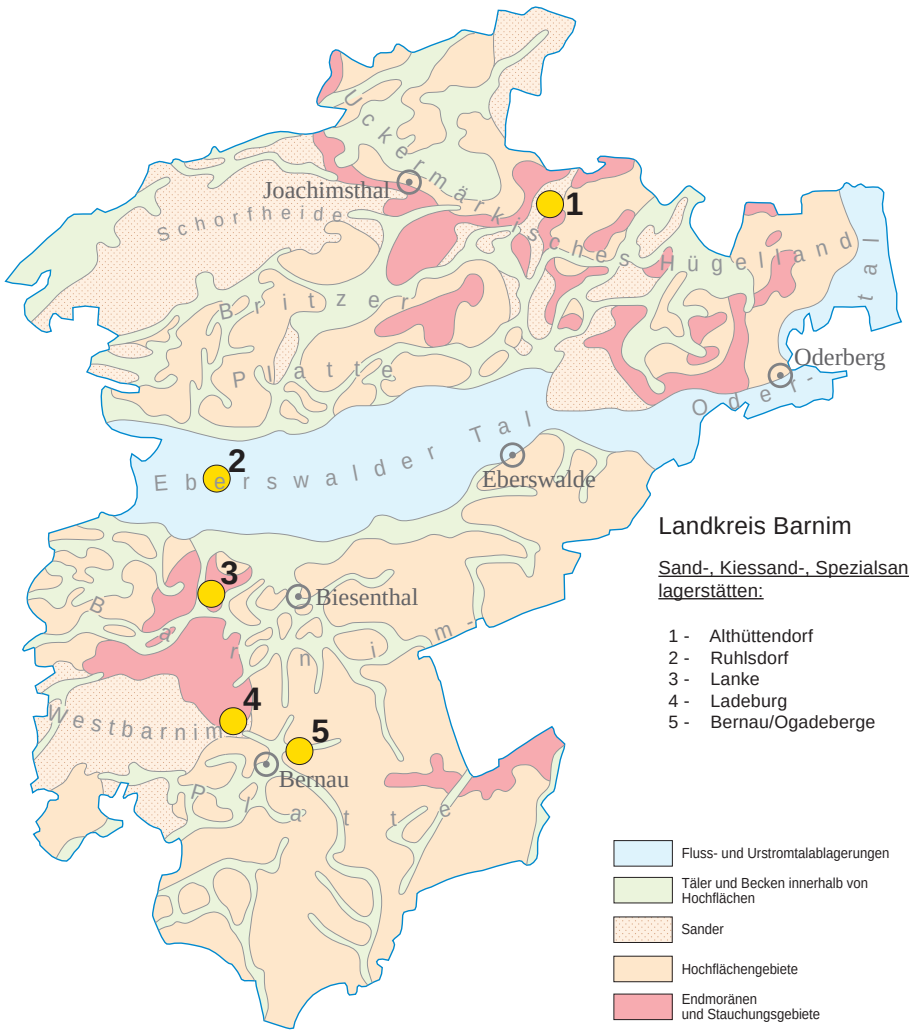


Abb. 25: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Barnim mit Betriebsstätten (nach Sonntag *2014 und LBGR 2013)*

Fig. 25: Geomorphological overview of district Barnim with raw material mines (according to Sonntag *2014 and LBGR 2013)*

vom so genannten Kleinen Oderbruch unterschnitten, das den Übergang zum Unteren Odertal darstellt.
Unmittelbar südlich der Pommerschen Haupteisrandlage befinden sich im Norden die weiträumig geschütteten Ablagerungen des Schorfheider Sanders. Nach Südosten folgen die Ablagerungen des Althüttendorfer und des Mönchsheider Sanders.
Nach Süden schließt sich an das Eberswalder Urstromtal die Barnim-Platte, eine ebenfalls weichselkaltzeitlich überformte Grundmoränenplatte an. Diese geomorphologische Einheit ist innerhalb des Landkreisgebietes durch das überwiegende oberflächige Anstehen weichselkaltzeitlichen Geschiebemergels gekennzeichnet. Dieser erreicht hier nicht selten Mächtigkeiten von > 10 m.
Der Barnim wird etwa auf der Linie Schönfeld-Rüdnitz-Prenden von der Eisrandlage der Frankfurt-Phase in NW–SE-Richtung gequert, die auch morphologisch deutlich hervortritt. Der Eisrandlage vorgelagert sind innerhalb des Betrachtungsraumes im nordwestlichen Bereich der Basdorf-Zühlsdorfer Sander und im südöstlichen Bereich der Werneuchener Sander.

Der Schwerpunkt der Nutzung oberflächennaher Rohstoffe liegt im Landkreis Barnim gegenwärtig in der Gewinnung von Sand und Kiessand. Von überregionaler Bedeutung für die Versorgung der Bauindustrie mit entsprechenden Zuschlagstoffen ist die Lagerstätte Althüttendorf, in der die Sande und Kiessande des gleichnamigen Sanders im Trocken- und Nassschnitt abgebaut werden (Abb. 26).
Eine umfangreiche Kiessandgewinnung erfolgt ebenso in der Lagerstätte Ruhlsdorf im Bereich des Eberswalder Urstromtales. Die hier auftretenden organischen Verunreinigungen erfordern eine aufwendige Aufbereitung des Materials.
In der Sandlagerstätte Lanke, die sich im unmittelbaren Rückland der Frankfurter Eisrandlage befindet, werden glazifluviatile Hochflächensande abgebaut, die als Schüttgut aber auch als Rohstoff für die Herstellung von Kalksandsteinen geeignet sind.
Im östlichen Randbereich des Basdorfer Sanders werden neben den oberflächig anstehenden Sandersedimenten auch ältere glazifluviatile weichselkaltzeitliche Vorschütt- bzw. saalekaltzeitliche Nachschüttbildungen in der Sandlagerstätte Ladeburg abgebaut.
Obwohl nur an fünf Standorten Rohstoffgewinnung erfolgt, liegen die jährlichen Fördermengen von Sanden und Kiessanden im Landkreis Barnim bei ca. 2 Mio. t (Abb. 27). Allein 50 % davon werden in Althüttendorf gefördert.
Als Besonderheit des Landkreises ist der seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgende systematische Abbau der Blockpackungen der Pommerschen Hauptendmoräne zu erwähnen. Die Gewinnung vollzog sich vorwiegend im Gebiet Joachimsthal-Althüttendorf sowie in der Gegend um Liepe (siehe Abb. 4, Kapitel 1.1). Bis zur ihrer Einstellung lag der Schwerpunkt der Abbautätigkeit auf der Produktion von Schotter und Splitt. Denkbar wäre eine Reaktivierung für eine begrenzte Produktion von Schotter und Splitt sowie die Gewinnung von Deko-Steinen.

Abb. 26: Überblick über die Sand- und Kiessand Gewinnungsstelle im Bereich des Althüttendorfer Sanders, Landkreis Barnim (Foto: LBGR, Befliegung 2014)
Fig. 26: View across the open cast mining in gravel and sand deposit in the area of the outwash plain near Althüttendorf, district Barnim (photo: LBGR, flight in the year 2014)

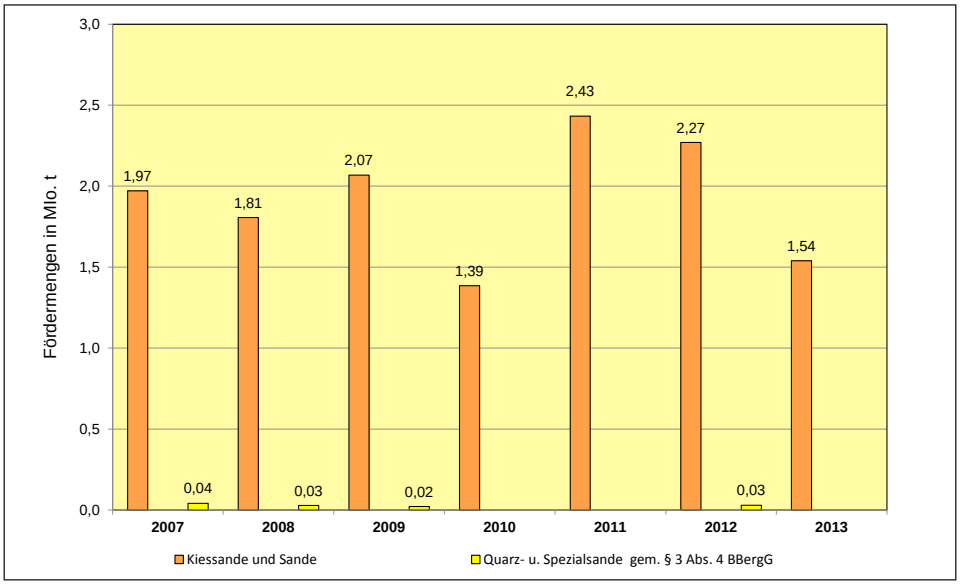


Abb. 27:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Barnim in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 27:
Mining volume of different raw materials 2007 – 2013 in district Barnim (in million tons)

Gegenwärtig erfolgt im Landkreis kein Abbau von Tonrohstoffen. Die im Bereich Voigtswiese, südöstlich von Joachimsthal, bis Ende der 1980er Jahre gewonnenen Septarientone dienten in erster Linie der Herstellung von Drainrohren. Die Wiederaufnahme der Tongewinnung an diesem Standort wäre aufgrund der noch vorhandenen Vorräte möglich.
Eine Rohstoffreserve für den Landkreis und angrenzende Regionen stellt die bereits geologisch vorerkundete Komplexlagerstätte „Stolper Bogen“ im Bereich des Unteren Odertales dar. Mit einem prognostizierten geologischen Vorrat von ca. 180 Mio. t bildet sie eine solide Vorratsreserve für Betonzuschlagstoffe.

2.6 Landkreis Märkisch-Oderland

Einen flächenmäßig großen Anteil besitzen im Landkreis die glazialen Hochflächen mit ihren charakteristischen Grundmoränenbildungen (Abb. 28). Mit dem Barnim und der Lebuser Platte bestimmen zwei solcher Hochflächen das Bild im gesamten südlichen und westlichen Teil des Kreisgebietes. In annähernder NW–SE-Richtung werden diese beiden Hochflächenkomplexe von der Frankfurter Eisrandlage gequert. Ihr vorgelagert sind zahlreiche Schlauch- und Rinnensander, von denen sich im Landkreisgebiet Teile des Werneuchener Sanders, der Strausberger und der Buckower Sander sowie der Müncheberger Sander befinden.
Eine Besonderheit in den Stauchungsgebieten der Hochflächen besteht darin, dass infolge präweichselzeitlicher Gletscherdynamik stratigraphisch ältere Sedimente in oberflächennahe Position gelangten und dadurch z. T. lagerstättenbildenden Charakter erreichten. Im Bereich des Barnims sind dies vor allem die Tertiärtonscholle bei Bad Freienwalde sowie die tertiären Sande bei Sternebeck.
Markante geomorphologische Erscheinungen auf den Hochflächenkomplexen sind u. a. die subglaziär angelegten Schmelzwasserabflussbahnen, wie zum Beispiel die Gamengrund Rinne auf dem Barnim sowie die Falkenhagener und die Alt Zeschdorfer Rinne auf der Lebuser Platte.
Das gesamte östliche Landkreisgebiet wird durch die holozänen Ablagerungen des Oderbruchs sowie des Frankfurter Oderdurchbruchstales geprägt. Als Hochflutsedimente kamen in diesen Niederungsgebieten vor allem Tone, Schluffe und Feinsande zur Ablagerung. Häufig werden diese Ablagerungen von organogenen Bildungen (Torf, Mudde) durchsetzt bzw. überdeckt.
Im Übergangsbereich der Hochflächen zum Oderbruch treten sowohl im Spätpleistozän geschüttete Schmelzwasserterrassen (z. B. bei Wriezen) als auch großflächige Schwemmkegelbildungen, die von der Hochfläche ins Oderbruch geschüttet wurden (z. B. bei Gusow) auf. Beide Akkumulationsräume sind von lagerstättengeologischem Interesse.
Im nordöstlichen Landkreisgebiet befindet sich, umgeben von den holozänen Bildungen des Oderbruchs die Neuenhagener Oderinsel. An ihrem südwestlichen Rand überragt ein Endmoränenbogen der Pommerschen Eisrandlage morphologisch deutlich das ihn umgebende Gelände. Im Hinterland dieses Endmoränenlobus liegt das mit glazilimnischen Beckensedimenten (überwiegend Bänderschluff und -ton) gefüllte Neuenhagener Zungenbecken. Der West- und der Nordteil der Neuenhagener Oderinsel werden dagegen fast ausschließlich von spätpleistozänen Terrassenablagerungen bestimmt, die insbesondere östlich von Bralitz lagerstättenwirtschaftliche Bedeutung erlangen.
Der geologisch und wirtschaftlich bedeutendste Aufschluss des Landkreisterritoriums ist die in Brandenburg einmalige Kalksteinlagerstätte Rüdersdorf (siehe auch Kap. 1.4, Abb. 7). Ziel des Abbaus sind in erster Linie die dem Unteren Muschelkalk angehörenden Wellen- und Schaumkalke (Abb. 29). Ihre Verarbeitung erfolgt in der Hauptsache zu Zement und Branntkalk, es werden aber auch Werksteine und Klassierprodukte (Schotter, Splitt, Steinmehl) produziert. Die im Abbauprozess mitgewonnenen Gesteine des Mittleren Muschelkalk werden zu Düngemergel aufbereitet.

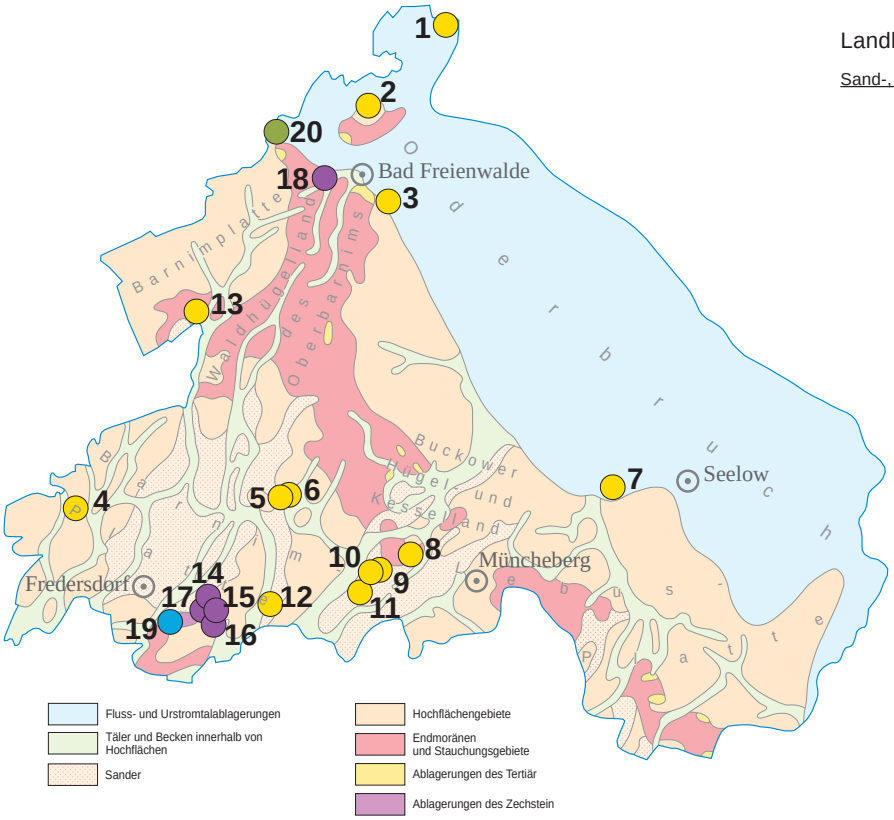


Abb. 28: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Märkisch-Oderland mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF 2014 und LBGR 2013

Fig. 28: Geomorphological overview of district Märkisch-Oderland with raw material mines (according to HERMSDORF 2014 and LBGR 2013)

Im Landkreis existieren 20 Bergbauberechtigungen. Aktive Rohstoffgewinnung erfolgt gegenwärtig an 15 Standorten, in 5 Tagebauen finden Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der in Anspruch genommenen Flächen statt. Die jährlichen Abbaumengen bewegen sich um 3,6 Mio. t, wobei allein knapp 3 Mio. t auf die Kalke entfallen (Abb. 30).

Die umfangreichste Gewinnung von Sand und Kiessand konzentriert sich im Bereich des Oderbruchs. Von überregionaler Bedeutung für die Versorgung der Bauindustrie mit entsprechenden Zuschlagstoffen ist dabei die Kiessandlagerstätte Hohensaaten, in der Ablagerungen spätpleistozäner Schmelzwasserterrassen Gegenstand des Abbaus sind.
Ebenso von rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung sind die Lagerstätten Gusow und Altranft sowie die vier Abbaufelder im Raum westlich von Müncheberg. Allein aus den Müncheberger Abbaustellen werden jährlich etwa 450 000 t

Abb. 29:
Abbauwand im Muschelkalk – Tagebau Rüdersdorf, Landkreis Märkisch-Oderland (Foto: E. WETZEL 2011)

Fig. 29:
Mining wall in the lacustrine limestone (Muschelkalk) – open cast mining Rüdersdorf, district Märkisch-Oderland (photo: E. WETZEL 2011)

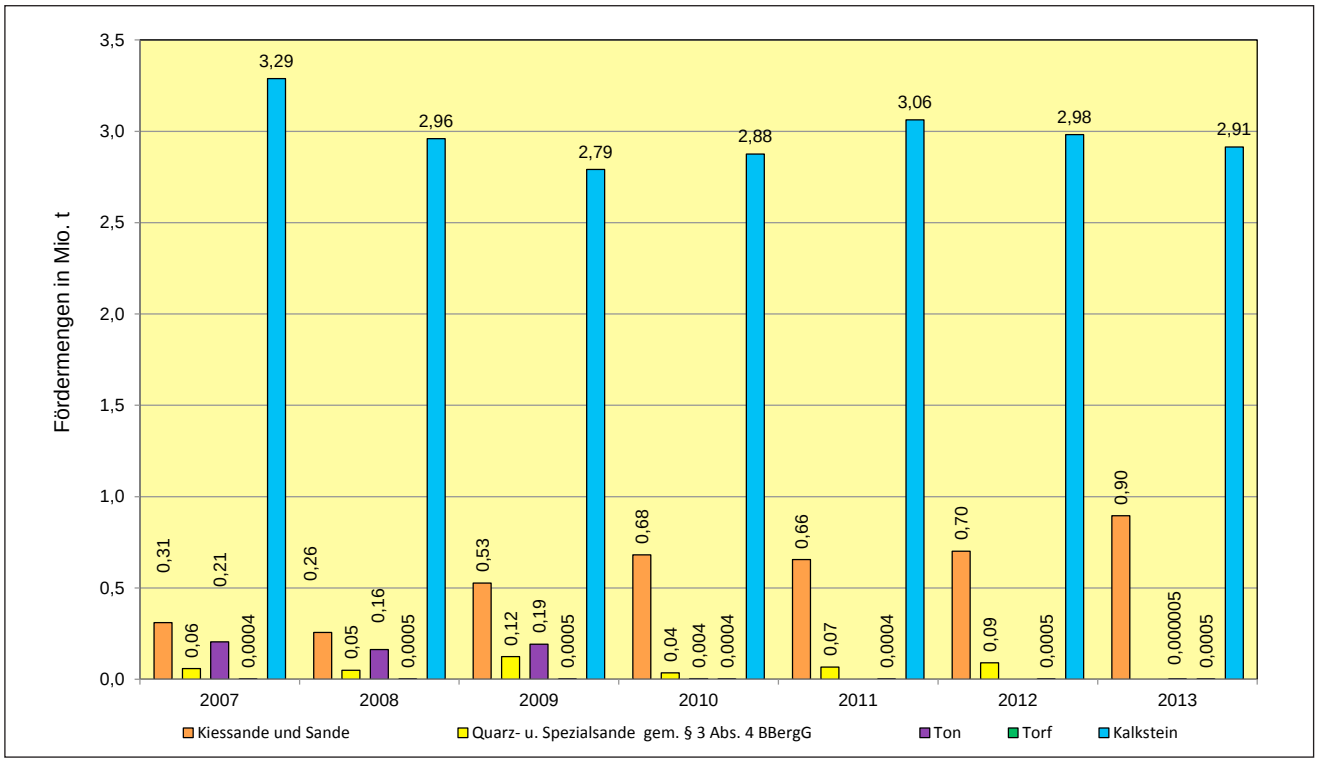


Abb. 30: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe Landkreis Märkisch-Oderland in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)
Fig. 30: Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Märkisch-Oderland (in million tons)

Sande und Kiessande gewonnen. Neben ihrer Verwendung als Betonzuschlagsstoff und Füllmaterial bilden die hier geförderten Sande auch die Grundlage für das am Standort „Müncheberg-Wildermann“ produzierende Dachsteinwerk und sind ebenfalls von besonderer Bedeutung für die Belieferung des östlichen Berliner Raumes.
Weitere potenzielle Rohstoffreserven für Betonzuschlagstoffe wurden im Rahmen der Rohstoffkartierung u. a. im Verbreitungsraum des Strausberger Sanders ausgewiesen. Auch die ca. 15 km nordöstlich von Strausberg gelegene, bereits vorerkundete Quarzsandlagerstätte „Sternebeck“ kann als Rohstoffreserve gelten. Die hier aufgestauchten Sedimente werden überwiegend der miozänen Formsandgruppe zugerechnet. Nach entsprechender Aufbereitung scheint ihre Verwendung als Gießereisand denkbar.

Von Bedeutung für die Rohstoffwirtschaft im Landkreis ist das noch vorhandene Rohstoffpotenzial der Tertiärscholle bei Bad Freienwalde. Bereits seit 1414 begann an diesem Standort die Gewinnung und Verwertung des hier anstehenden Rupeltones. Während der Ton in den letzten 40 Jahren vornehmlich zur Produktion von Drainrohren verwendet wurde, erfolgte seit 1995 in einem neu errichteten Werk die Herstellung von Ziegelerzeugnissen (Höding & Ludwig 1998). Nachdem die Ziegelproduktion an diesem Standort eingestellt wurde, laufen derzeit die Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung des Abbaugebietes.
Tonrohstoffe werden im Landkreis gegenwärtig lediglich in sehr geringem Umfang in der Lagerstätte „Herzfelde Sand und Ton“ gewonnen. In den weiteren ehemaligen Abbaufeldern des Herzberger Gebietes erfolgen gegenwärtig Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung.
Seit vielen Jahren wird Torfabbau bei Falkenberg/Amalienhof betrieben. Der hier gewonnene Niedermoortorf findet aufgrund seiner guten qualitativen Beschaffenheit ausschließlich Verwendung zu balneologischen Zwecken und bildet eine langfristige Rohstoffgrundlage für die Kurklinik Bad Freienwalde.

2.7 Landkreis Oder-Spree und Stadt Frankfurt (Oder)

Den flächenmäßig größten Anteil besitzen im Landkreisgebiet die glazialen Hochflächen mit ihren charakteristischen Grundmoränenbildungen. Im Nordosten dominiert die Lebuser Platte, die von der Frankfurter Eisrandlage in NW–SE-Richtung gequert wird (Abb. 31). Ihr vorgelagert sind zahlreiche Schlauch- und Rinnensander von denen Teile des Müncheberger Sanders im Norden sowie der Heinersdorfer und der Ahrensdorfer Sander in den Nordosten des Landkreises hineinreichen.
Nach Süden schließt sich das Berliner Urstromtal an, welches das gesamte Landkreisgebiet in NW–SE-Richtung in einer Breite von durchschnittlich 10 km durchzieht.
Fast der gesamte südliche Raum des Landkreises wird von der Beeskower Platte sowie von der Fünfeichener Hochfläche eingenommen. Getrennt werden diese beiden Hochflächenkomplexe durch die Schlaubetalrinne, eine der mehrfach im Landkreisgebiet auftretenden subglaziär angelegten Schmelzwasserabflussbahnen. Die Stauchungskomplexe

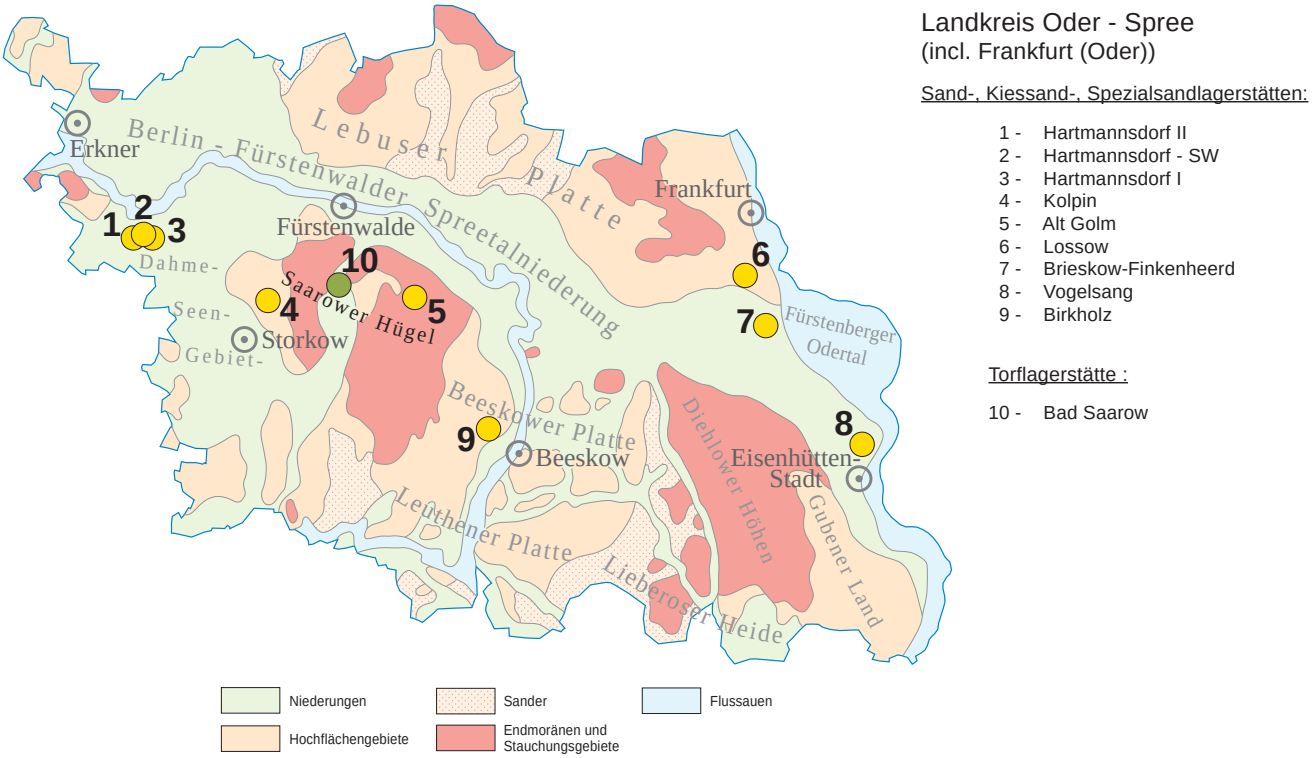


Abb. 31: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Oder-Spree mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF 2014 und LBGR 2013)

Fig. 31: Geomorphological overview of district Oder-Spree with raw material mines (according to HERMSDORF 2014 and LBGR 2013)

treten als besonders auffällige geologische Bildungen in Erscheinung, da sie mit den Rauenschen Bergen (+153 m NHN) südlich Fürstenwalde und dem Hutberg (+162 m NHN) bei Kieselwitz die höchsten morphologischen Erhebungen im Landkreis bilden.

Die westlich an die Schlaubetalrinne anschließende Beeskower Platte zeichnet sich zudem durch eine starke Zergliederung aus. Zahlreiche Schmelzwasserabflussbahnen zerschneiden die Grundmoränenplatte in mehrere Teilplatten. Die markantesten Abflussbahnen sind die Scharmützelsee-Rinne und das Spreedurchbruchstal. Beide verbinden das südlich gelegene Abflusssystem des Baruther Urstromtales mit dem Berliner Urstromtal.

Im Bereich der Brandenburger Eisrandlage kam es zur Ausbildung mehrerer Rückzugsstaffeln, denen großflächige Sanderakkumulationen vorgelagert sind. Diese überdecken im Süden weite Teile der Hochflächenkomplexe. Zu diesen gehören der Behrensdorfer, der Grunower, der Schwanheider sowie der Reicherskreuzer Sander.

Im westlichen Landkreisgebiet überwiegt das Auftreten glazifluviatiler bis fluviatiler Bildungen der weichselkaltzeitlichen Schmelzwasserabflusssysteme des Berliner und des Baruther Urstromtales. Die intensive Erosions- und Akkumulationstätigkeit der abfließenden Schmelzwässer bewirkte eine großflächige Modellierung der vom rücktauenden Eis hinterlassenen Oberfläche. Dies führte dazu, dass innerhalb dieses Bereiches die vorwiegend sandig-kiesigen Ablagerungen der so entstandenen Niederungsgebiete heute nur noch inselartig von Hochflächenbildungen durchragt werden.

Die östliche Begrenzung des Landkreisterritoriums bilden das Fürstenberger und Eisenhüttenstätter Odertal, mit der Ziltendorfer und der Neuzeller Niederung, sowie die Neißeniederung. Bei den in diesen Niederungsgebieten abgelagerten Sedimenten handelt es sich vor allem um Tone, Schluffe und Feinsande. Im Randbereich Hochfläche/Niederung finden sich vereinzelt im Spätpleistozän geschüttete Schmelzwasserterrassen.

Die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe im Landkreis Oder-Spree beschränkt sich gegenwärtig auf den Abbau von Kiessanden und Sanden (vgl. Abb. 31). Von den 8 bergrechtlich genehmigten Abbaufeldern erfolgt aktiver Abbau derzeit in 6 Feldern. Hierbei konzentriert sich das Abbaugeschehen im Bereich des Berliner Urstromtales auf die Lagerstätten Hartmannsdorf und Vogelsang, wobei die Hartmannsdorfer Abbaufelder langjährig die höchsten Förderraten im Landkreis mit ca. 400 000 t aufweisen (Abb. 32). Kennzeichnend für die im Urstromtal liegenden Lagerstätten sind eine relativ große Rohstoffmächtigkeit (in der Regel zwischen 15 und 20 m) und ein verhältnismäßig hoher Kiesanteil (z. T. bis > 20 M.-%). Abbauerschwerend wirken sich jedoch oft die z. T. starken feinverteilten organischen Verunreinigungen aus.

Eine umfangreiche Rohstoffgewinnung erfolgt ebenso in den Kiessandlagerstätten Alt Golm im Bereich des Rauen-Pfaf-

fendorfer Stauchungskomplexes sowie in Lossow südlich Frankfurt (Oder). Aufgrund ihrer Lage sind diese Abbaue besonders für die Versorgung der Großräume um Fürstenwalde, Frankfurt (Oder) und Beeskow von Bedeutung.
Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der für die Rohstoffgewinnung in Anspruch genommenen Flächen erfolgen derzeit in den Feldern Brieskow-Finkenheerd und Birkholz. Von nur örtlicher Bedeutung sind dagegen die Abbaustellen in Eisenhüttenstadt/Schönfließ, Reichenwalde und Limsdorf, deren Abbau in der Zuständigkeit der Bauaufsichtsbehörde erfolgt, da die Sande und Kiessande nicht die Anforderungen an einen grundeigenen Bodenschatz entsprechend § 3 Abs. 4 BBergG erfüllen.

Abb. 32: Blick über die Lagerstätte Hartmannsdorf, Landkreis Oder-Spree (Foto: Foto: LBGR, Befliegung 2013)
Fig. 32: View across the raw material deposit Hartmannsdorf, district Oder-Spree (photo: LBGR, flight in the year 2013)

Die jährlichen Abbaumengen der Kiessande und Sande haben sich im Landkreis Oder-Spree bei etwa 0,9 Mio. t eingepegelt (Abb. 33).

Außerdem werden geringe Mengen holozäner Niedermoortorfe (etwa 200 – 400 m³/a) nördlich von Bad Saarow gewonnen und als Badetorf für die ortsansässige Kureinrichtung eingesetzt (siehe Abb. 8).
Im Rahmen der Rohstoffkartierung erfolgte die Ausgrenzung weiterer Höffigkeitsflächen für Kiessande insbesondere im Berliner Urstromtal. Die hier abgelagerten Sande und Kiessande erreichen Mächtigkeiten von z. T. > 20 m und können Kiesgehalte von > 20 M.- % aufweisen. Konkrete rohstoffgeologische Untersuchungen müssten diese Kartierungsergebnisse jedoch noch untermauern, um Aussagen zu Qualität und Quantität möglicher Lagerstätten treffen zu können.
Auch die Restvorräte der bereits z. T. abgebauten Bändertonlagerstätte Kossenblatt, ein östlich von Kohlsdorf ausgehaltenes saalezeitliches Tonvorkommen sowie die westlich von Pohlitz nachgewiesenen holsteinwarmzeitlichen Sedimente (tonige Schluffe, Diatomeentone) könnten künftig für spezielle Einsatzgebiete bindiger Gesteine (z. B. Deponieabdichtung) von wirtschaftlichem Interesse sein.

2.8 Landkreis Havelland

Der Landkreis Havelland ist geprägt durch das Vorherrschen der Niederungsgebiete des vereinten Eberswalder-Berliner Urstromtales im Norden und Osten (Havelländisches Luch und Ausläufer des Rhinluches) sowie die Schmelzwasserabflussbahnen der Havelniederung im Westen und Südwesten (Abb. 34). Landschaftsprägend im Niederungsbereich sind neben dem Flussbett der Havel, die zahlreichen kleinen Gräben und Kanäle, die dieses Gebiet netzartig durchziehen. Größere offene Gewässer sind lediglich der Hohennauener See und der Gülper See, der den Charakter des gleichnamigen Naturschutzgebietes bestimmt.

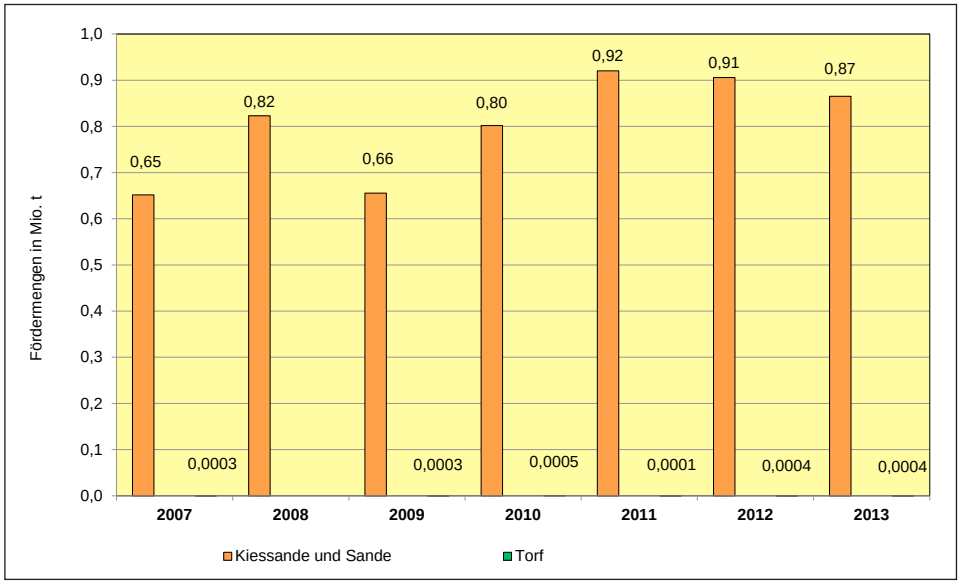


Abb. 33: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Oder-Spree in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 33: Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Oder-Spree (in million tons)

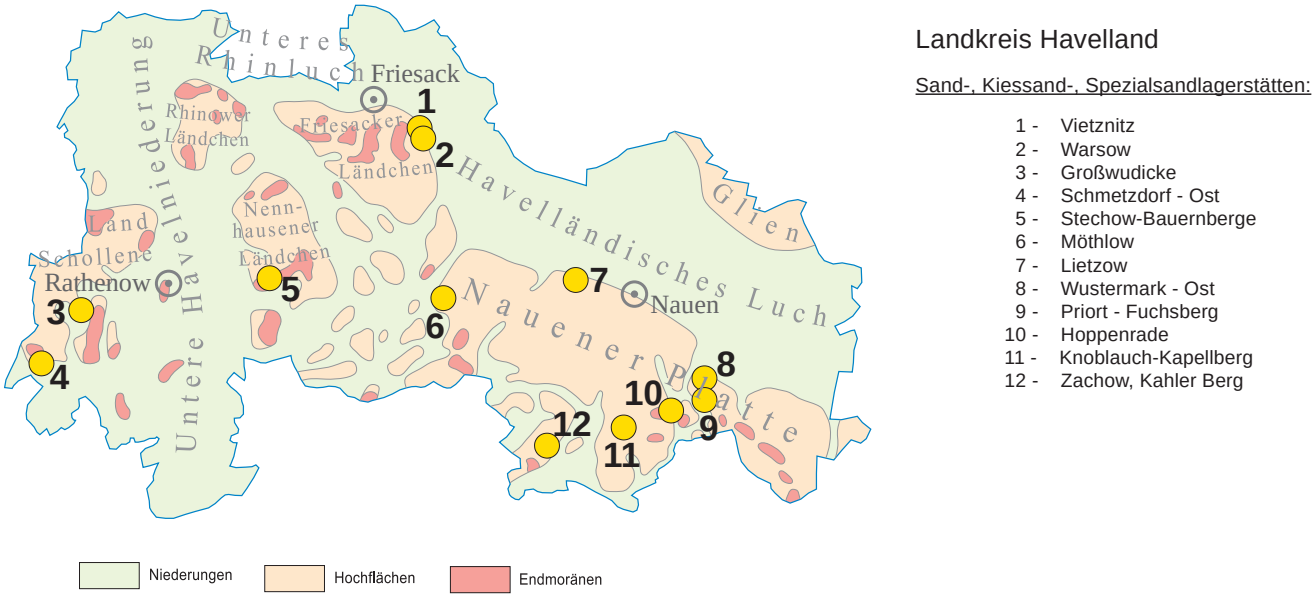


Abb. 34: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Havelland mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF 2006 und LBGR 2013)
Fig. 34: Geomorphological overview of district Havelland with points of exploration (according to HERMSDORF 2006 and LBGR 2013)

Südlich des Havelländischen Luchs (Berliner Urstromtal) beginnt mit der Nauener Platte der Bereich der geomorphologischen Einheit der Mittelbrandenburgischen Platten und Niederungen.
Aus den Niederungsgebieten ragen inselartig das Rhinower, das Nennhausener und das Friesacker Ländchen, das Ländchen Schollene sowie weitere kleinere Hochflächen heraus. Auf diesen sind durch Kartierungsarbeiten Geschiebemergel der Grundmoränen sowie Sande und Kiessande in Stauchendmoränenstrukturen nachgewiesen worden.

Bergrechtlich zugelassen sind im Landkreis Havelland 12 Betriebsstätten. In 4 Lagerstätten erfolgen derzeit Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung.
Die Rohstoffnutzung im Landkreisgebiet erfolgt vorwiegend in Teilbereichen der Hochflächeninseln und wird sich auch künftig auf die bereits aufgeschlossenen Standorte konzentrieren, an denen die rohstoffgeologischen Bedingungen eine Erweiterung des Abbaus zulassen. Dies trifft z. B. auf die Lagerstätten Stechow, Zachow-Kahler Berg, Großwudicke, Schmetzdorf und Möthlow zu (Abb. 35). Alle sind gekennzeichnet durch relativ gleichkörnige Fein- bis Mittelsande, mit nur untergeordneten Kiesanteilen meist unter 10 M.-%. Die Lagerstätten dienen überwiegend der Versorgung des Bedarfs der Region, haben aber auch für die Bereitstellung von Rohstoffen für größere Einzelbaumaßnahmen (z. B. Straßenbauprojekte) eine nicht zu unterschätzende Bedeutung.
Die Fördermengen im Landkreis bewegen sich um etwa 100 000 t pro Jahr (Abb. 36).

Als potenzielle Standorte für einen räumlich begrenzten Rohstoffabbau können die Bereiche südlich Rhinow und Stölln und bei Gräningen im Vorfeld des ehemaligen Abbaus am Lütje Berg und in den Weißen Bergen für Sande und z. T. kiesige Sande angesehen werden. Als besonders wertvolles Höffigkeitsgebiet aus rohstoffgeologischer Sicht wird das Vorfeld des stillgelegten Tagebaus in den Kattenbergen südlich Buckow gesehen, da hier nach bisherigem Kenntnisstand qualitativ hochwertige Kiessande in wirtschaftlich interessanten Mächtigkeiten im Landkreisgebiet nutzbar wären.
Von rohstoffwirtschaftlichem Interesse wären auch die im Niederungsbereich zum Liegenden hin allgemein grobkörniger werdenden Talsande zur Herstellung von Betonzuschlagstoffen. Diese sind jedoch meist von einer mehr oder weniger mächtigen Folge feinkörniger, kiesfreier Sande überlagert, so dass oft ungünstige Verhältnisse von Nutzschicht zu Abraum bestehen.

Abb. 35: Sandgewinnung im Tagebau Möthlow, Landkreis Havelland (Foto: E. WETZEL 2014)
Fig. 35: Open cast mining in the sand deposit Möthlow, district Havelland (photo: E. WETZEL 2014)

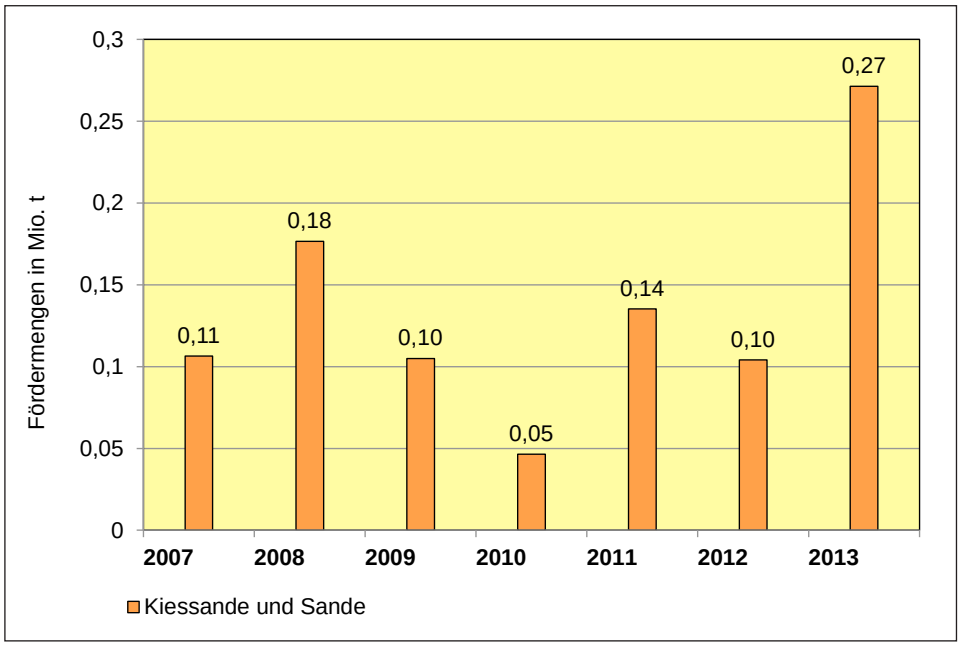


Abb. 36:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Havelland in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 36:
Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Havelland (in million tons)

Ein Rohstoffpotenzial für keramische Einsatzmöglichkeiten (Ziegelherstellung), zur Herstellung wärmedämmender keramischer Leichtbetonelemente oder von Leichtzuschlagstoffen, stellt die erkundete, aber bisher nicht aufgeschlossene Tonlagerstätte Nennhausen dar. Die Besonderheit der Nennhausener Tone besteht in der Eigenschaft der größtenteils guten Blähfähigkeit. Bei der entsprechenden Steuerung der Blähtemperaturen könnten die aufgeführten Einsatzmöglichkeiten realisiert werden.
Der vormals im Raum Ketzin umgehende Abbau der tonigen Rohstoffe lässt sich bis in das 17. Jahrhundert zurückverfolgen. Zu Beginn der Nutzung wurde lediglich der sogenannte Wiesentonmergel (auch als Havelton bezeichnet) abgebaut. Mit zunehmender Entwicklung der Technik wurden auch die tiefer liegenden Bändertone gewonnen. Der Abbau erfolgte im Bereich Ketzin etwa bis 1956. Die ehemaligen Abbaugebiete sind teils als wassergefüllte Restlöcher in die Landschaft eingegliedert oder im Falle von Vorketzin bereits vor 1920 in großem Maße als Bauschuttdeponie für Berlin genutzt worden.

2.9 Landkreis Potsdam-Mittelmark einschließlich Städte Potsdam und Brandenburg

Der südliche und südwestliche Teil des Landkreises Potsdam-Mittelmark wird durch die Erhebungen des Hohen Fläming geprägt, einem auf den jüngeren, warthezeitlichen Saaleeisvorstoß zurückgehenden Höhenzug (Abb. 37). Hier werden im Vergleich zu anderen Gebieten des Landes beträchtliche Höhen über NHN erreicht, wie z. B. bei Wiesenburg 177 m NHN und am Hagelberg (westlich Belzig) 201 m NHN, während sich nordöstlich von Belzig der Belziger Vorfläming anschließt, dessen Geländehöhen nur noch bei etwa 100 – 120 m NHN liegen. Der gesamte Fläming ist kiessand- und sandhöffig. Von besonderem rohstoffwirtschaftlichen Interesse sind die Bereiche der Stauch- und Satzendmoränen im Gebiet der jüngeren saalekaltzeitlichen Eisrandlagen (Warthe-Stadium).
Nördlich und nordöstlich des Flämings folgen die Niederungen des Baruther Urstromtales, in dem mächtige Schmelzwassersandablagerungen (Talsande) abgelagert wurden.
Das Gebiet nördlich des Baruther Urstromtales ist gekennzeichnet durch einen Wechsel von zahlreichen isolierten Hochflächen und dazwischen liegenden mehr oder weniger ausgedehnten Niederungen. Größere Hochflächen sind die Karower Platte, die Glindower Platte, das Rotscherlinder Plateau und der Beelitzer Sander sowie die im Nordosten angrenzende Teltow Hochfläche (Hermsdorf 2005).
Vielen Grundmoränenflächen sind Stauchmoränen aufgesetzt (z. B. der Wietkietenberg bei Ferch mit 126 m, der Ravensberg bei Potsdam mit 116 m und der Götzer Berg nördlich der Ortslage Götz mit 109 m Höhe).
Der Beelitzer Sander wird als eine glazifluviatile Flächenschüttung südlich der Maximalausdehnung der Brandenburger Eisrandlage der Weichsel-Kaltzeit beschrieben, deren höchste Erhebung im östlichen Bereich mit ca. +85 m NHN erreicht wird. Das gesamte Gebiet des Beelitzer Sanders ist wegen seiner ungestörten Lagerung und Mächtigkeiten zwischen 15–40 m als Höffigkeitsgebiet für die Sand- und Kiessandgewinnung einzustufen. Nachgewiesen sind die Rohstoffmächtigkeiten durch geologische Erkundungen z. B. in der Reesdorfer Heide und bei Fichtenwalde.

Derzeit existieren im Landkreis Potsdam-Mittelmark 32 Bergbauberechtigungen, von diesen entfallen 29 auf Sand- und Kiessandlagerstätten, 3 auf Tonlagerstätten. In 6 Sand- und Kiessandabbauen und einer Tonlagerstätte erfolgen derzeit Wiedernutzbarmachungsarbeiten in Vorbereitung der Entlassung aus der Bergaufsicht.

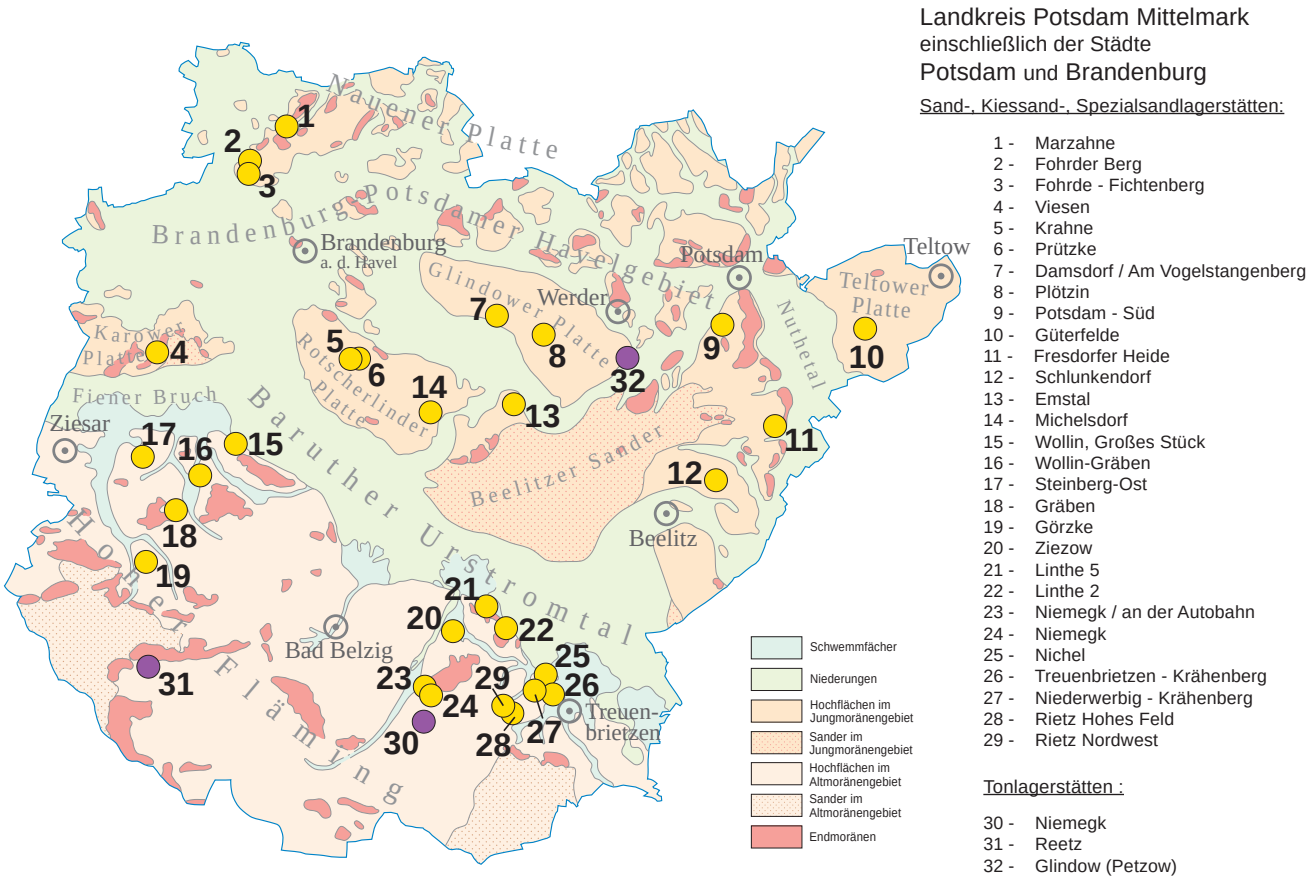


Abb. 37: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Potsdam-Mittelmark einschließlich der Städte Potsdam und Brandenburg mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF 2005 und LBGR 2013)

Fig. 37: Geomorphological overview of district Potsdam-Mittelmark including the cities of Potsdam and Brandenburg with points of exploration (according to HERMSDORF 2005 and LBGR 2013)

Die Rohstoffförderm engen im Landkreis bewegen sich um 1 Mio. t pro Jahr (Abb. 38). Der Anteil der Sande und Kiessande bewegt sich hierbei zwischen 600 000 und 800 000 t. Die Fördermengen der Tonrohstoffe ist mit durchschnittlich 360 000 t relativ stabil.

Die Gewinnungsstätten von Kiessanden und Sanden sind über den gesamten Landkreis verteilt. Eine Konzentration von Abbaustellen befindet sich im Bereich zwischen Linthe und Treuenbrietzen am Nordrand des Flämings. Die Lagerstätten Linthe 5 und Ziezow weisen in diesem Raum die größten Fördermengen auf. Hauptabsatzgebiet ist der Berliner Raum, anteilig das ortsansässige Fertigteilwerk Linthe sowie der Landkreis. Auch die Rietzer Felder fördern seit Jahren kontinuierlich und sind eine solide Basis für die Versorgung der Region. Die Kiessandlagerstätte Treuenbrietzen-Niederwerbig ist eine geologisch erkundete Lagerstätte, deren Aufschluss gegenwärtig vorbereitet wird. Sie kann künftig überregionale Bedeutung erlangen. Weitere Sand- und Kiessandvorkommen von meist lokaler Bedeutung finden sich u. a. östlich Nichel, in Steinberg, bei Viesen und nördlich Görzke und im nördlicheren Landkreisgebiet bei Marzahne, bei Damsdorf am Vogelstangenberg, südlich von Potsdam und in Güterfelde.

Rohstoffwirtschaftliche Bedeutung haben im nördlichen Landkreisgebiet die beiden Lagestätten in Fohrde, die über größere Vorräte an Sanden verfügen, die u. a. für die Kalksandsteinherstellung geeignet sind.

Von überregionaler Bedeutung ist ebenso die Lagerstätte Fresdorfer Heide für die Versorgung mit Betonzuschlagstoffen einzustufen.

Eine wesentliche Rohstoffreserve bildet neben der Fichtenwalder Lagerstätte im Bereich des Beelitzer Sanders, die westlich Brandenburg, nahe der Grenze zu Sachsen-Anhalt gelegene, erkundete Kiessandlagerstätte Vehlener Berge.

Tonrohstoffe werden im Landkreis in Reetz gewonnen. Hier erfolgt die Gewinnung von Bändertonen zur Weiterverarbeitung im unmittelbar benachbarten Klinkerwerk. Mit der geplanten Erweiterung des Abbaus wird die Produktionsbasis für das Werk für die kommenden Jahre gesichert.

Die östlich der Ortslage Niemegk seit den 1950er Jahren genutzte Lagerstätte von Bändertonen und Bändertonmergel ist weitgehend erschöpft und wird gegenwärtig wiedernutzbargemacht. Der Tonabbau im Niemegker Raum hat aber eine noch längere Tradition und dürfte nach den Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Niemegk von 1906 (KEILHACK & LINSTOW 1906) bereits seit dem 19. Jahrhundert erfolgen.

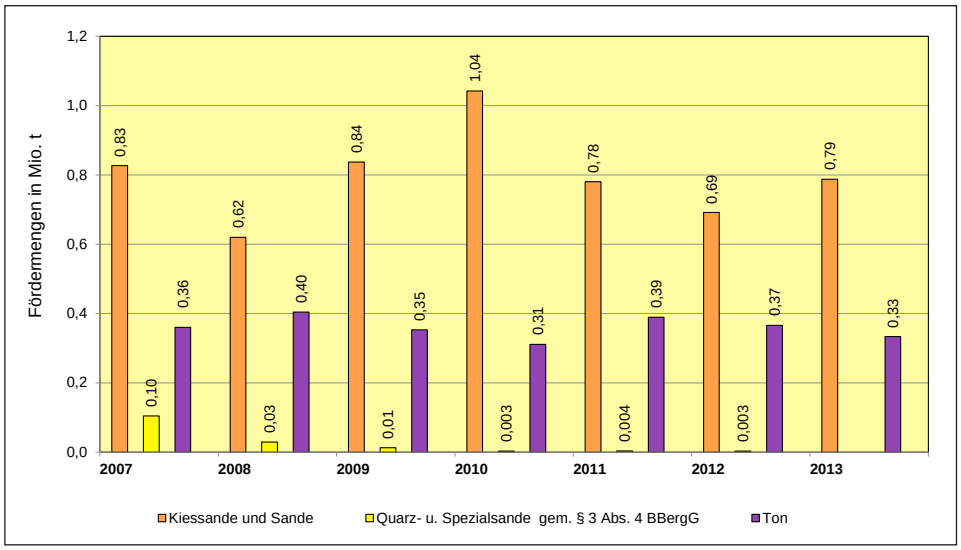


Abb. 38:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe Landkreis Potsdam-Mittelmark einschließlich der Städte Potsdam und Brandenburg in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 38:
Mining volume of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Potsdam-Mittelmark (in million tons)

Abb. 39: Abbaustelle der so genannten „Glindower Tone“ in der Lagerstätte Petzow, Landkreis Potsdam-Mittelmark (Foto: LBGR 2014)
Fig. 39: Extraction side of so-called „Glindower Tone“ in the clay deposit Petzow, district Potsdam-Mittelmark (photo: LBGR 2014)

Die Tonlagerstätte Petzow bei Glindow stellt ein „Kleinod“ unter den Tonlagerstätten des Landkreises dar. Die hier in geringem Umfang durch die Ziegel-Manufaktur Glindow gewonnenen „Glindower Tone“ (Abb. 39) werden zusammen mit anderen Masseversätzen zu Restaurationsziegeln verschiedenster Formate weiterverarbeitet.

2.10 Landkreis Teltow-Fläming

Der nördliche Teil des Landkreisgebietes wird von der Teltower Platte geprägt, einer weichselkaltzeitlichen Grundmoränenhochfläche, die im nördlichen Teil eine geschlossene Einheit bildet und im südlichen Bereich von den Durchbruchstälern der Dahme und der Nuthe-Notte inselartig gegliedert ist (Abb. 40).

Das Gebiet der Nuthe-Notte Niederung schließt sich südlich an die Teltow-Platte an und erstreckt sich von Potsdam bis in den Raum Zossen und Königs Wusterhausen. Aus der Niederungslandschaft, die stark verzweigt ist, erheben sich einige Grundmoränenplatten unterschiedlicher Ausdehnung, denen z. T. Stauchmoränenkuppen und -rücken aufgesetzt sind. Nördlich Luckenwalde befindet sich die Luckenwalder Heide (Scholz 1962), ein schmaler Höhenzug, der sich etwa von Beelitz über Luckenwalde bis zur Dahme erstreckt. Hier befinden sich ausgedehnte Grundmoränen- und Sandergebiete, denen einzelne Endmoränenhöhen aufgesetzt sind (z. B. bei Frankenfelde, Gottsdorf, Nettgendorf und Dobbrikow), die die Brandenburger Eisrandlage markieren.
An die Luckenwalder Heide grenzt östlich der Ortslage Zossen die Hochfläche des Zossen-Teupitzer Platten- und Hügellandes. Innerhalb dieser befindet sich ein großflächiges Stauchungsgebiet nördlich Zehrensdorf, das für die Rohstoffnutzung durchaus interessant ist.
Nach Süden schließt sich über die gesamte Breite des Landkreisgebietes das von SE–NW verlaufende Baruther Urstromtal an, in das von Norden her die Ausläufer der Notte-Niederung und des Dahme-Durchbruchstales einmünden. Neben einzelnen Hochflächeninseln (z. B. der Weinberg von Luckenwalde) treten auch holozäne Dünenfelder im Bereich des Urstromtales auf. Eine für das Landkreisgebiet hervorzuhebende Bildung stellt der langgestreckte Parabeldünenzug von Horstwalde dar, der innerhalb der Talsandbereiche weithin als deutliche morphologische Erhebung erkennbar ist.
Den südlichen Teil des Landkreisgebietes nimmt der Niedere Fläming ein, der seine Prägung vorwiegend während der Saale-Kaltzeit (Warthe-Stadium) erfuhr. Hier treten sowohl morphologisch markante Endmoränenbereiche mit intensiven Stauchungserscheinungen, als auch ungestörte Sanderbereiche mit saalekaltzeitlichen Nachschüttbildungen oder auch durch jüngere Schmelzwässer eingeebnete Endmoränengebiete mit nur geringmächtigen Deckschichten auf.
Die ausgedehnten flachwelligen Bereiche der östlichen Fläminghochfläche umfassen ein schmales Gebiet mit mittleren Höhenlagen um +100 m NHN (südlich begrenzt durch die

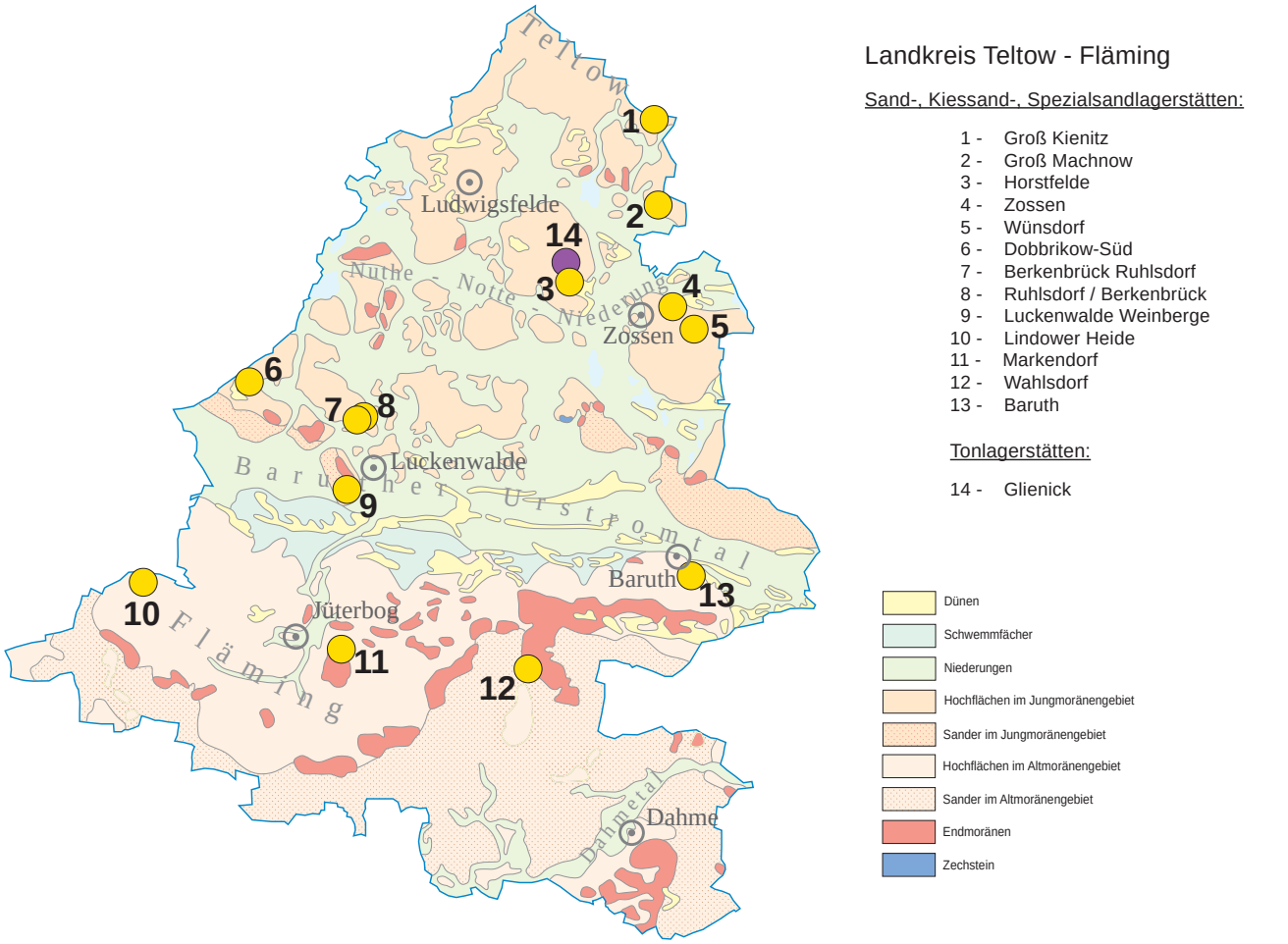


Abb. 40: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Teltow-Fläming mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF & LIPPSTREU 2004 und LBGR 2013)

Fig. 40: Geomorphological overview of district Teltow-Fläming with points of exploration (according to HERMSDORF and LIPPSTREU 2004 and LBGR 2013)

Ortschaften Oehna, Langenlipsdorf und Hohenseefeld) und sind von weichselkaltzeitlichen Flugsanden überzogen, die einen langgezogenen schmalen so genannten Flottsandstreifen bilden. Diese äolischen Sedimente sind im Allgemeinen sehr fein- und gleichkörnig und bisher für die Rohstoffgewinnung nicht von Bedeutung.
Die Hochflächenbildungen des östlichen Niederen Flämings werden durch das Durchbruchstal der Dahme von dem im Süden und Südosten beginnenden Lausitzer Becken- und Hügelland getrennt.
Die Dahme fließt in nördliche Richtung zum Baruther Urstromtal. Im Südwestbereich des Dahmetales schließen sich die Niederungen des Schweinitzer Fließes mit Sanderschüttungen, glazifluviatilen und glazilimnischen saalekaltzeitlichen Bildungen an.

Von den 14 Bergbauberechtigungen im Landkreis werden gegenwärtig noch 7 Sand- und Kiessandlagerstätten und die Tonlagerstätte Glienick genutzt. Die Fördermenge der Kiessande und Sande im Landkreis liegt bei jährlich ca. 1,4 Mio. t (Abb. 41).

Als rohstoffwirtschaftlich bedeutendste Lagerstätte kann die Kiessandlagerstätte Horstfelde eingeschätzt werden. Die hier im Trocken- und Nassschnitt gewonnenen Kiessande und Sande bilden eine wesentliche Grundlage für die Versorgung des Berliner Raumes und der Bauwirtschaft der Region.
Auch die Kiessandlagerstätte Berkenbrück-Ruhlsdorf versorgt nicht nur das benachbarte Kalksandsteinwerk mit den erforderlichen Sanden sondern hat ebenso weitere Absatzgebiete in der Region.
Abbaue von überwiegend lokaler Bedeutung befinden sich westlich von Dobbrikow, im Stadtgebiet von Luckenwalde am Weinberg, nordöstlich von Wünsdorf und bei Baruth/OT Klein Ziescht, wobei letztere qualitativ hochwertige Kiessande und Sande aufweist, die in Mächtigkeiten bis zu über 30 m anstehen. Eine kleinere Abbaustelle befindet sich außerdem nördlich von Wahlsdorf.
Die derzeit genutzten Lagerstätten werden auch künftig die Hauptschwerpunkte des Rohstoffabbaus bilden, wobei die weitere Untersuchung vorhandener Potenziale nicht vernachlässigt werden darf, um auch langfristig die Versorgung mit Bauzuschlagstoffen abzusichern. Rohstoffreserven für

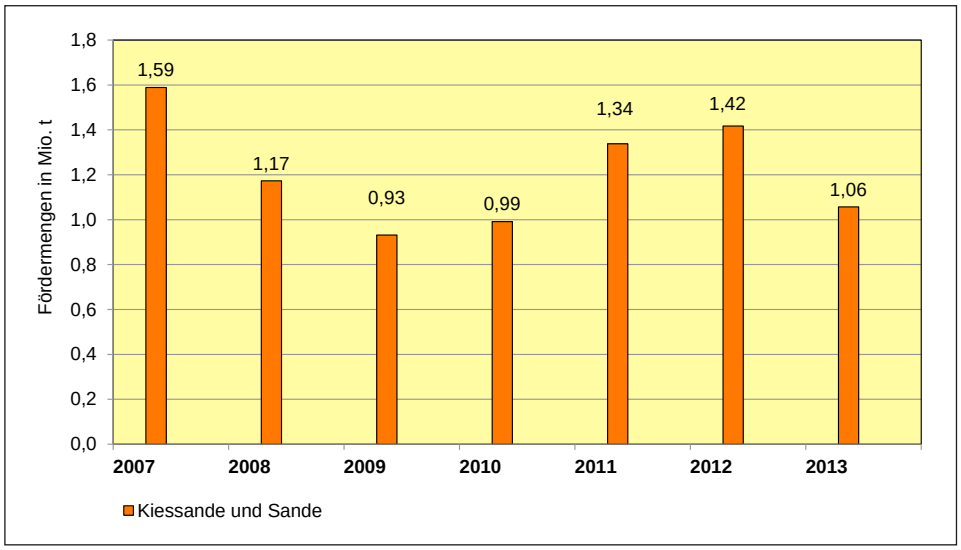


Abb. 41: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Teltow-Fläming in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 41: Mining volume of different raw materials 2007 – 2013 district Teltow-Fläming (in million tons)

Abb. 42: Gewinnung von Bändertonen und Geschiebemergeln in der Lagerstätte Glienick, Landkreis Teltow-Fläming (Foto: LBGR 2013)

Fig. 42: Extraction of banded clay and till in the deposit Glienick, district Teltow-Fläming (photo: LBGR 2013)

den Landkreis bilden neben den teilweise möglichen Erweiterungen bestehender Tagebaue, auch die erkundeten Lagerstätten Gottsdorf und Luckenwalde/Frankenfelde.
Die Nutzung von keramischen Rohstoffen erfolgt derzeit in geringem Umfang in Glienick (Abb. 42). Hier werden die Restvorräte weichselkaltzeitlicher Geschiebemergel und die diese unterlagernde Bändertonmergel abgebaut. Das Hauptaugenmerk liegt bereits auf der Wiedernutzbarmachung der jahrzehntelang genutzten Flächen.

2.11 Landkreis Dahme-Spreewald

Als geomorphologische Großform teilt die südliche Verbreitungsgrenze der Weichsel-Kaltzeit (Brandenburg-Phase) mit markanten Endmoränenkuppen und Stauchmoränen, von SE (Lieberose-Byhlen-Straupitz) nach NW (Krausnick-Freidorf-Teupitz) verlaufend, das Landkreisgebiet in eine Süd- und Nordhälfte. Der Südrandbereich wird regionalgeologisch wiederum gekennzeichnet durch den Niederlausitzer Grenzwall mit auffälligen Endmoränenbildungen und lagerstättengeologisch bedeutsamen Untergrundaufstauchungen der tertiären Schichtenfolgen bis hin zur Oberfläche (Abb. 43). Unmittelbar nördlich des Niederlausitzer Grenzwalls in Richtung Luckau-Duben, beginnen flache unregelmäßig konturierte Glazialbeckenareale (Luckau-Calauer Becken) und ausgedehnte flachwellige saalekaltzeitliche Hochflächen. Die oberflächennah anstehenden Sedimentfüllungen der Becken sind durchweg weichselperiglazial geprägt. Als noch einheitlich zusammenhängendes Altmoränengebiet mit typischen Grundmoränenbildungen aber auch lokal oberflächennah anstehenden sandig-kiesigen Ablagerungen gilt die Dubener Hochfläche zwischen Luckau und Lübben. Diese Hochflächen- und Glazialbeckenkomplexe leiten in Richtung Norden zu den ausgedehnten Niederungsgebieten des Baruther Urstromtales über.
Das Baruther Urstromtal bildet bis auf wenige Ausnahmen die Grenze zwischen Alt- und Jungmoränenland. Die darin sedimentierten Talsande weisen deutliche Terrassierungen auf, was auf mehrmalige Abfrachtungen durch die weichselkaltzeitlichen Schmelzwässer zurückzuführen ist. Das Baruther Urstromtal beherbergt im Landkreisgebiet die eindrucksvollen holozänen Niederungen des Unter- sowie Teile des Oberspreewaldes mit über 300 Fließen und typischen Flachmoortorfen sowie Moorerden. Nördlich des Baruther Urstromtales leitet die Brandenburger Eisrandlage zum eindrucksvollen Jungmoränenland im Nordteil des Landkreises über. Durchbruchstäler der größeren Flüsse, wie Dahme und Spree, zerteilten vielgestaltig das ältere Jungmoränengebiet und bilden im Bereich der Nordgrenze des Dahme-Spreewald-Landkreises den Übergang zum Berliner Urstromtal.
Schmelzwasseraufschüttungen zwischen der Grunower und Reicherskreuzer Eisrandlage prägen v. a. den Ostteil des Landkreisgebietes um Lieberose. In Richtung ihrer Ränder

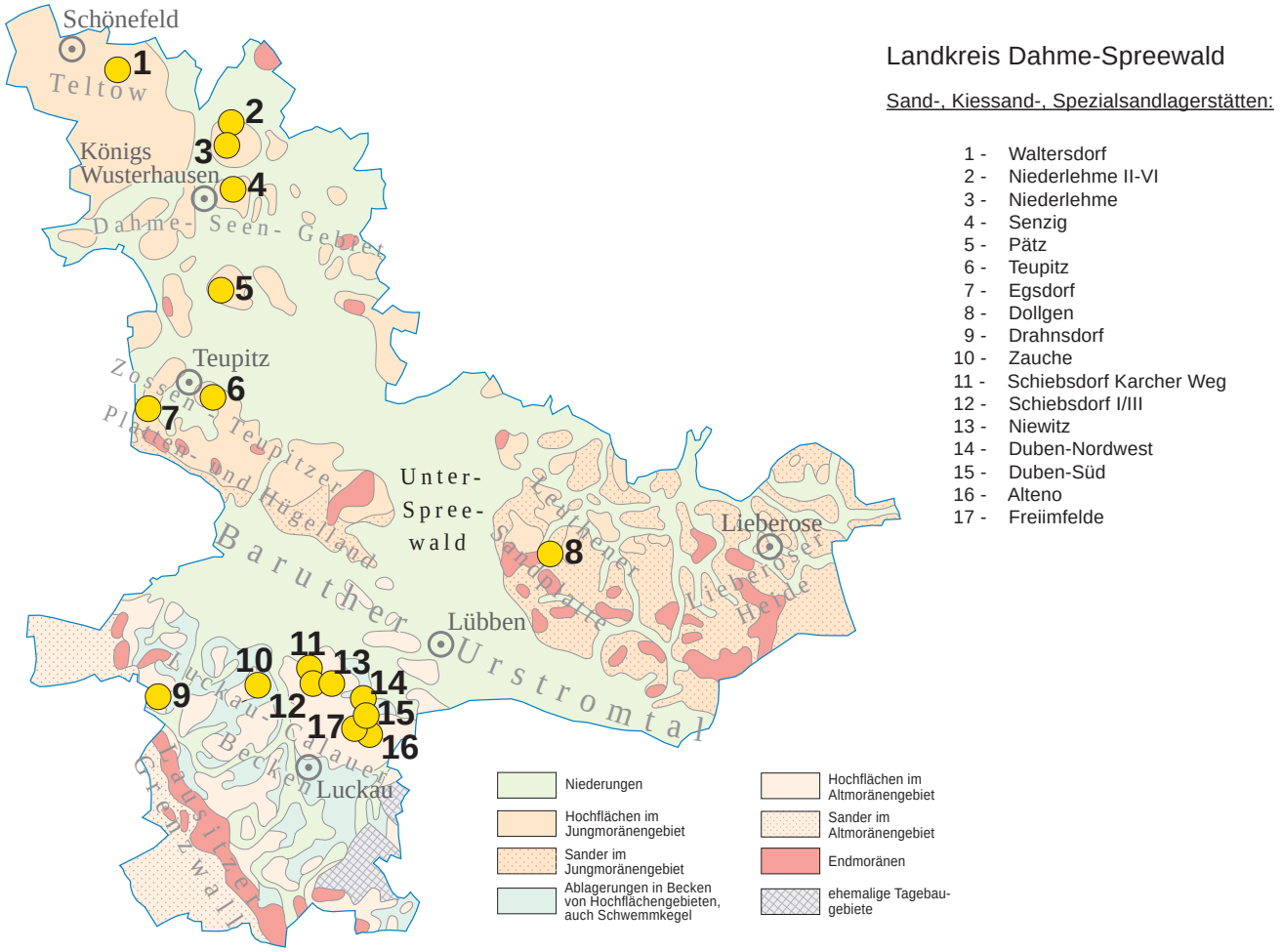


Abb. 43: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Dahme-Spreewald mit Betriebsstätten (nach HERMSDORF 2007 und LBGR 2013)

Fig. 43: Geomorphological overview of district Dahme-Spreewald with points of exploration (according to HERMSDORF 2007 and LBGR 2013)

sind die Hochflächen der Lieberoser Heide und der Leuthener Sandplatte zusätzlich durch tief in das Gelände eingeschnittene Trockentäler untergliedert.

Die Rohstoffgewinnung erfolgt gegenwärtig aktiv in 13 Tagebauen. An 4 Standorten werden Arbeiten zur Wiedernutzbarmachung der für die Rohstoffgewinnung in Anspruch genommenen Flächen durchgeführt.
Die Schwerpunkte der Rohstoffgewinnung liegen in den Hochflächen- und Moränengebieten des Landkreisgebietes. Meist handelt es sich bei den Sand- und Kiessandvorkommen um glazifluviatile Bildungen mit Kiesanteilen unter 20 M.-%. Im Jungmoränengebiet der Brandenburger Eisrandlage werden Sande und Kiessande in den Tagebauen Dollgen, Egsdorf, Teupitz, Pätz sowie in Waltersdorf und Niederlehme abgebaut.
Die Lagerstätten in Niederlehme (Abb. 44) und der Waltersdorfer Abbau haben mit etwa 750 000 t Jahresförderung den größten Anteil an der Förderung der Sande und Kiessande. Sie besitzen überregionale Bedeutung für die Versorgung der Bauwirtschaft und hier insbesondere für den Berliner

Abb. 44: Blick in den Sandtagebau Niederlehme (Landkreis Dahme-Spreewald) nördlich der BAB 10 (Foto: E. WETZEL 2012)

Fig. 44: View into the sand open cast Niederlehme (district Dahme-Spreewald) in the north of BAB 10 (photo: E. WETZEL 2012)

Raum sowie die Versorgung des Kalksandsteinwerkes Niederlehme.
Im Altmoränengebiet konzentriert sich die Kiessandnutzung auf das saalekaltzeitliche Glazifluviatil der Dubener Hochfläche. Hier werden in Gewinnungsstellen um Schiebsdorf, im Bereich der „Schwarzen Berge“, Kiessande mit Kiesgehalten um 12 M.-% gewonnen. Die Lagerstätte Schiebsdorf verfügt noch über ausreichende geologische Vorräte von mehreren Millionen Tonnen.
Ein zweites traditionelles Sand- und Kiessandgewinnungsgebiet befindet sich zwischen Duben und Alteno. Ebenfalls auf der saalekaltzeitlichen Dubener Hochfläche gelegen, stehen hier oberflächennah über Geschiebemergel 4 – 8 m mächtige schwach feinkiesige Sande an. Für die Versorgung der in unmittelbarer Nähe zu den Abbaugebieten gelegenen örtlichen Baustoffindustrie, wie Betonwerke und Asphaltmischanlagen, bildeten die Lagerstätten in Duben, Freiimfelde und Alteno durchaus eine solide Grundlage. Dies trifft auch auf die kleinere Gewinnungsstätte Zauche zu, die überwiegend den Bedarf an Bau- und Putzsanden sowie Füllmaterial für die örtliche Bauwirtschaft deckt und damit einen relativ hohen Stellenwert bei der vorherrschenden Rohstoffarmut in der engeren Umgebung besitzt.
Vergleichbare lagerstättengeologische Bedingungen herrschen im Kiessandtagebau Drahnsdorf, in dem überwiegend schwach kiesige Mittel- bis Grobsande in Mächtigkeiten um 9 m gewonnen werden. Wegen der generellen Kiessandarmut im Spreewald und in den sich unmittelbar anschließenden Hochflächengebieten kommt auch der Lagerstätte Dollgen Bedeutung zu. Hier werden im kombinierten Trocken- und Nassschnitt grobsandige Mittelsande mit schwach feinsandigen bis kiesigen Beimengungen gewonnen.
Tonige Ablagerungen (Bändertone, Schluffe), ehemals für örtliche Ziegeleien wie z. B. bei Lübben-Treppendorf und Luckau-Wittmannsdorf abgebaut, sind derzeitig weniger bedeutend.

Die Fördermengenentwicklung (Abb. 45) im Landkreis zeigt, dass offensichtlich in den Jahren 2009 – 2011 ein erhöhter Bedarf an Sanden und Kiessanden vorhanden war, was auch mit dem Baubeginn des Flughafens Berlin-Brandenburg in Schönefeld im Zusammenhang stehen könnte.

2.12 Landkreis Spree-Neiße

Nach Scholz (1962) wird der Landkreis von Norden beginnend, in drei große Einheiten gegliedert – das Ostbrandenburgische Heide- und Seengebiet, die Spree-Malxe Niederung und das im Süden liegende Lausitzer Becken- und Heideland (Abb. 46).
Während das im Norden gelegene Ostbrandenburgische Heide- und Seengebiet dem weichselkaltzeitlich geprägten Jungmoränengebiet zugeordnet wird, ist das Lausitzer Becken- und Heideland Bestandteil des überwiegend saalekaltzeitlich geprägten Altmoränengebietes. Getrennt werden beide Einheiten durch das Baruther Urstromtal, zu dem die Spree-Malxe Niederung gehört.
Die Weichselvereisung erreichte im Norden des Landkreises ihre Maximalausdehnung. Dies ist erkennbar an den Endmoränenbögen westlich Drachhausen, bei Taubendorf und dem Schwarzen Berg bei Reicherskreuz (höchste Erhebung des Gebietes mit +123 m NHN). Im Vorland dieser Randlage dominieren ausgedehnte Sanderflächen das Landschaftsbild (z. B. Taubendorfer und Reicherskreuzer Sander).
Die Spree-Malxe Niederung als Teil des Baruther Urstromtales zwischen Neißetal und Lübben beherbergt im Nordwestteil um die Gemeinde Burg Areale des Oberspreewaldes. Spree und Malxe sind die beiden einzigen Niederlausitzer Flüsse, die aus Süden kommend den Lausitzer Grenzwall queren und dann nach Norden fließen. Bereits am Ende der Saale-Kaltzeit durchbrach die Spree den Grenzwall bei Spremberg und schüttete einen riesigen Schwemmfächer, der von Cottbus bis in den Raum Burg und Drachhausen reicht

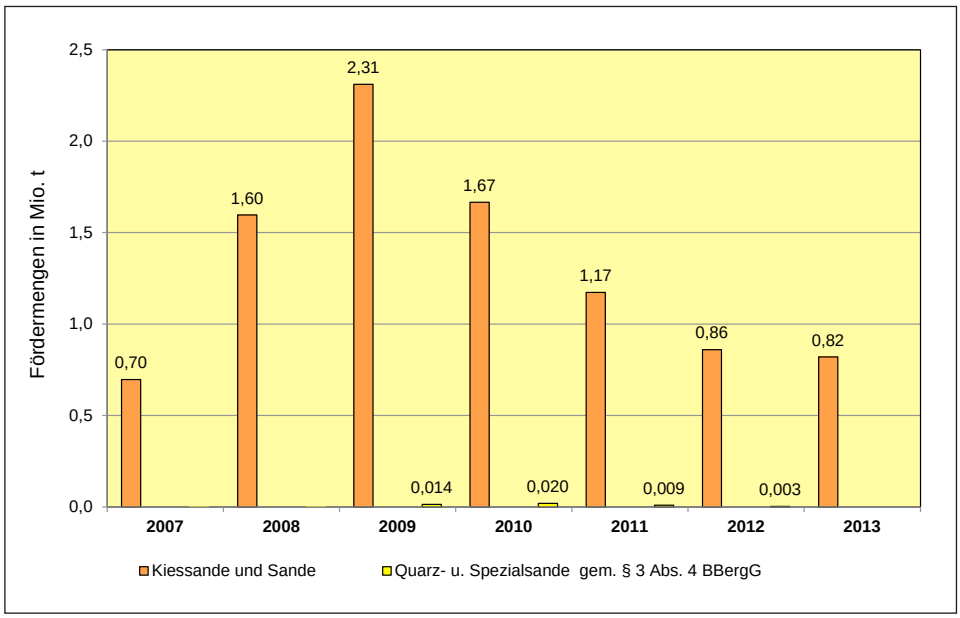


Abb. 45:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Dahme-Spreewald in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 45:
Output of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Dahme-Spreewald (in million tons)

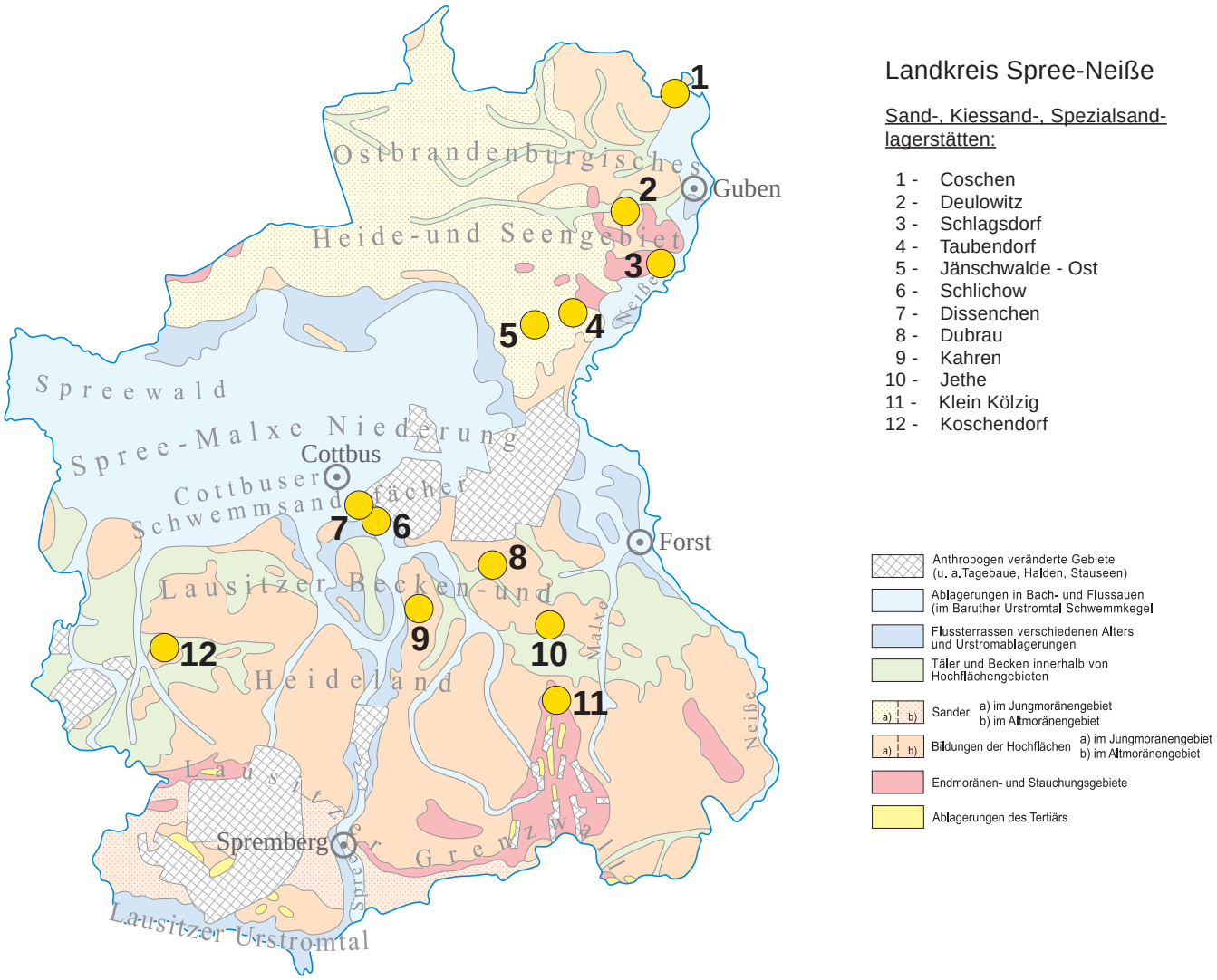


Abb. 46: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Spree-Neiße mit Betriebsstätten (nach SONNTAG 2006 und LBGR 2013)

Fig. 46: Geomorphological overview of district Spree-Neiße with points of exploration (according to SONNTAG 2006 and LBGR 2013)

und in dem verschiedene Flussterrassen nachgewiesen wurden, die das Fließregime der Spree belegen (SONNTAG 2006). Das südlich an das Baruther Urstromtal angrenzende Gebiet des Lausitzer Becken- und Heidelandes wird im Osten durch das Neißetal, im Süden durch das Lausitzer Urstromtal und im Westen durch das Elbtal begrenzt.

Ein markantes morphologisches Element innerhalb dieser Landschaft stellt der NW–SE streichende Lausitzer Grenzwall dar. Die Endmoränenzüge des Grenzwalls bestehen überwiegend aus saalekaltzeitlichen Sedimenten, untergeordnet treten aber auch elsterzeitliche und tertiäre Ablagerungen auf. Eine Besonderheit innerhalb des Grenzwalls stellt der Muskauer Faltenbogen dar. Das südlich angrenzende Lausitzer Urstromtal tangiert den Landkreis nur randlich.

Das Landschaftsbild des Landkreises wurde zwischen Cottbus und Forst stark verändert durch die Braunkohletagebaue Cottbus-Nord und Jänschwalde.

Im Landkreisgebiet existieren gegenwärtig 12 Abbaustandorte oberflächennaher Steine- und Erden- Rohstoffe. In 11 Abbaustellen erfolgt Rohstoffgewinnung und in einem Tagebau laufen derzeit Wiedernutzbarmachungsarbeiten.

Aufgrund der Fördermengen sind im Landkreis vor allem die Tagebaue bei Schlagsdorf, Koschendorf und Dubrau zu benennen. Während die Sande und Kiessande der Lagerstätte Schlagsdorf auch Bereiche in angrenzenden Landkreisen (bis zu 80 km Umkreis) beliefert, sind alle anderen Abbaue des Landkreises lokal versorgungswirksam.

In den Lagerstätten Dubrau, Jethe, Kahren, Klein-Kölzig und Koschendorf (Abb. 47) sowie Schlichow, im Vorfeld des Braunkohlentagebaus Cottbus-Nord, werden vor allem fluviatile, grobsandige bis schwach feinkiesige Mittelsande abgebaut. Nach Aufbereitung ausgewählter Nutzschichtbereiche werden die Anforderungen als Betonzuschlagstoffe

Abb. 47:
Kiessandgewinnung in der Lagerstätte Koschendorf, Landkreis Spree-Neiße (Foto: LBGR 2013)

Fig. 47:
Gravel extraction in the deposit Koschendorf, district Spree-Neiße (photo: LBGR 2013)

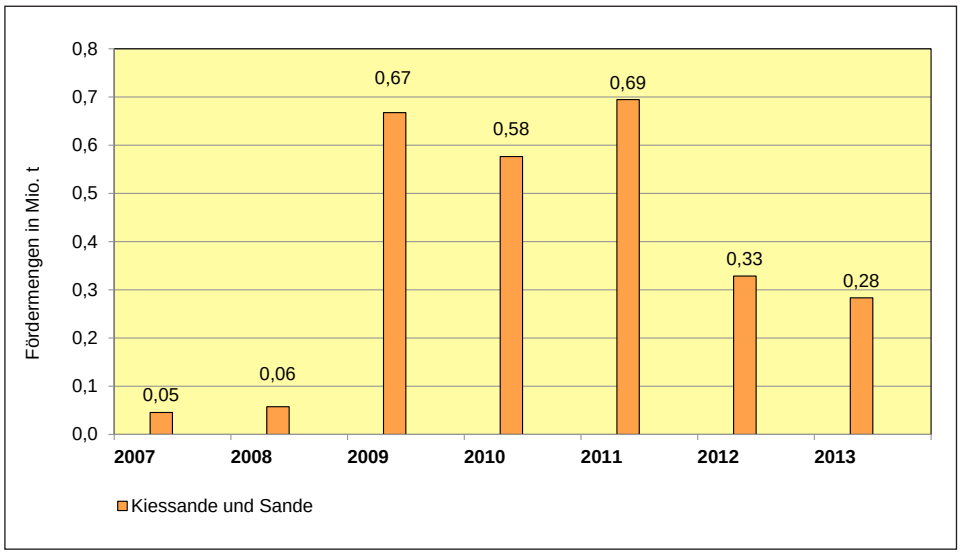


Abb. 48:
Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Spree-Neiße in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 48:
Output of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Spree-Neiße (in million tons)

erfüllt, hauptsächlich erfolgt jedoch eine Verwendung als Füllmaterial. Die Kiesanteile liegen in den genannten Lagerstätten bei max. 20 M.-%.
Die Talsandbildungen in den südwestlichen Gebieten des Spree-Neiße-Landkreises sind wegen ihres fein- bis mittelsandigen Kornspektrums für die Bauindustrie bisher ohne größere Bedeutung.
Im Ergebnis von Rohstoffkartierungsarbeiten kann davon ausgegangen werden, dass Rohstoffpotenziale im Bereich des Tranitzer Fluviatils zwischen Dubrau-Klinge, Mattendorf, bei Drachhausen sowie im Bereich eines schmalen Streifens westlich der Neiße zu erwarten sind. Die fluviatilen kiesigen Sande bis 15 m Mächtigkeit sind in ihren grobkörnigen Nutzschichten aus lagerstättenwirtschaftlicher Sicht interessant. Auch in den Gebieten des Reicherskreuzer- und Taubendorfer Sanders sind Rohstoffgebiete (im unmittelbaren Bereich der Sanderwurzel) mit Kiesgehalten um 10 M.-% kartiert worden.
Tonrohstoffe werden derzeit im Landkreis nicht genutzt. Bauwürdige glazilimnische Bändertone in Mächtigkeiten zwischen 2 und 10 m lagern westlich Trebendorf sowie bei Groß Schacksdorf und Groß Jamno. Sie sind u. a. zur Herstellung von Hintermauerziegeln geeignet.
Die Fördermengen der Sand- und Kiessandtagebaue im Landkreis erreichte in den vergangenen Jahren Mengen zwischen 300 000 und knapp 700 000 t pro Jahr (Abb. 48).

2.13 Landkreis Oberspreewald-Lausitz

Von Norden beginnend, prägen den Landkreis die naturräumlichen Einheiten des Baruther Urstromtales, dem nach Süden das Luckau-Calauer Becken folgt, welches zur

Großeinheit der Lausitzer Becken- und Heidelandschaft gehört (SCHOLZ 1962). Dieses Altmoränengebiet besteht aus lehmigen und sandigen Grundmoränenplatten und Endmoränenzügen sowie z. T. flachwelligen Becken und Niederungen (Abb. 49). Ein Teil dieser Landschaftseinheit ist die Calauer Schweiz, ein schmaler Endmoränenzug des Warthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit (LIPPSTREU et al. 1994, NOWEL 1996). In unmittelbarer Nachbarschaft dazu befindet sich die lokal begrenzte Tertiärhochfläche von Calau-Buchwäldchen, in der insbesondere die Plieskendorfer Tonlagerstätte von besonderer rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung ist.
Die Endmoränenzüge des Lausitzer Grenzwalls queren das Landkreisgebiet in WNW–ESE Richtung.
Die pleistozänen Ablagerungen südlich davon sind weniger mächtig. Hier stehen die Ablagerungen der miozänen Niederlausitzer Braunkohlenformation relativ oberflächennah an. Die ausgedehnten Braunkohlenvorkommen wurden zwischen Senftenberg und Lauchhammer abgebaut und veränderten damit das Landschaftsbild erheblich.

Der Raum südlich Senftenberg ist geprägt durch das Lausitzer Urstromtal, in dem Schmelzwässer der Jüngeren Saale-Kaltzeit unterschiedliche Sedimente ablagerten.
In die südlichsten Bereiche des Landkreises reicht die naturräumliche Einheit der Niederlausitzer Randhügel (SCHOLZ 1962), in der elsterkaltzeitliche, meist sandige Sedimente dominieren. Die Grundgebirgsdurchragung im Raum Koschenberg ist eine geologische Besonderheit und kann dem Übergangsbereich zum Randsaum der Mittelgebirge zugeordnet werden.

Im Landkreis sind gegenwärtig 7 Bergbauberechtigungen für Steine- und Erden-Rohstoffe vorhanden. An 6 Standorten erfolgt aktive Gewinnung, in einer Abbaufläche laufen die Wiedernutzbarmachungsmaßnahmen.
Der Landkreis verfügt mit Hohenbocka-Guteborn über die einzige im Land Brandenburg genutzte Glassandlagerstätte. Hier werden miozäne Quarzsande der Unteren Brieske Formation abgebaut, die als einzige die Qualitätsanforderungen als Rohstoff für die Herstellung von Gläsern erfüllen (Abb. 50). Diese Lagerstätte ist von überregionaler Bedeutung für die Versorgung der Glasindustrie.

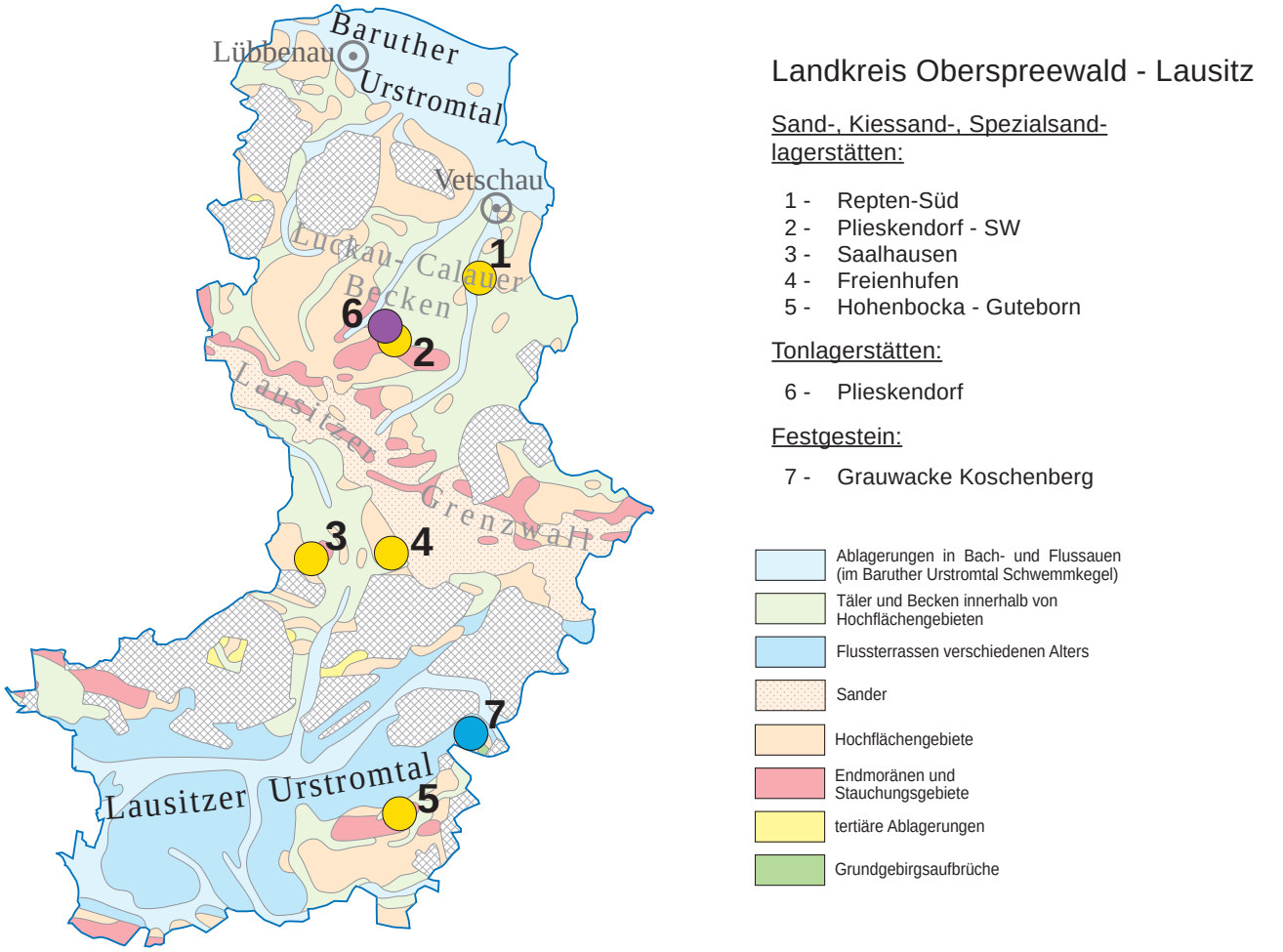


Abb. 49: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Oberspreewald-Lausitz mit Betriebsstätten (nach LIPPSTREU & SONNTAG 2004 und LBGR 2013)
Fig. 49: Geomorphological overview of district Oberspreewald-Lausitz with points of exploration (according to LIPPSTREU and SONNTAG 2004 and LBGR 2013)

Abb. 50: Blick in die Lagerstätte Hohenbocka (Landkreis Oberspreewald-Lausitz) – die tertiären Quarzsande werden zur Glasherstellung eingesetzt (Foto: E. Wetzel 2010).
Fig. 50: View into the deposit Hohenbocka (district Oberspreewald-Lausitz) – the tertiary quartz sands are used for glass production (photo: E. Wetzel 2010).

Für die Bereitstellung von Bauzuschlagstoffen für die Region haben die Sand- und Kiessandlagerstätten Pliesken-dorf-SW, Repten-Süd, Saalhausen und Freienhufen eine besondere Bedeutung. Während sich die Fördermengen in Pliesekendorf-SW relativ stabil um etwa 200 000 t jährlich bewegen, sind in den anderen Tagebauen erhebliche Schwankungen bemerkbar, die von der jeweiligen Nachfrage abhängig sind.
Wie bereits erwähnt, stellt die Grundgebirgsaufragung im Bereich des Steinbruchs Koschenberg im Landkreis eine geologische Besonderheit dar. Die hier abgebauten präkambrischen Grauwacken werden zu Schotter und Splitt aufbereitet (siehe auch Kap. 1.3).

Die seit Jahrzehnten (1947) genutzte Tonlagerstätte Pliesken-dorf ist im Landkreis derzeit die einzige aktive Rohstoffquelle für das Klinkerwerk Buchwäldchen. Die theoretisch noch vorhandenen Erweiterungsflächen grenzen an das Naturschutzgebiet (NSG) bzw. liegen im NSG „Calauer Schweiz“, so dass eine Nutzung überwiegend aus Naturschutzgründen ausscheidet. Die Suche nach weiteren tonigen Rohstoffen zur Sicherung der Rohstoffbasis für das Werk ist daher eine vordringliche Aufgabe der nächsten Jahre, die einen erheblichen Aufwand erfordert, da die benötigten Rohstoffe (obermiozäne Flaschentone) nicht ohne weitere geologische Erkundungsarbeiten nachzuweisen sind.

Die Fördermengenentwicklung im Landkreis in den Jahren 2007 – 2012 verdeutlicht die Anteile der einzelnen Rohstoffgruppen (Abb. 51) an den Gesamtfördermengen. Bemerkenswert ist, dass 2/3 der jährlichen Fördermengen auf die Grauwackegewinnung in Koschenberg entfallen.

2.14 Landkreis Elbe-Elster

Besonders formend für die Oberflächengestalt des Landkreises waren die Eisvorstöße der Saale-Kaltzeit.
Der Landkreis wird im Nordosten begrenzt vom Lausitzer Grenzwall, der ein prägendes Landschaftselement mit oft parallel zueinander verlaufenden Höhenrücken darstellt. Naturräumlich gehört er zur Lausitzer Becken- und Heidelandschaft (Abb. 52). Diese kann als eiszeitlich geprägte Altmoränenlandschaft bezeichnet werden, die durch die Niederungsbereiche der Kleinen Elster, der Schwarzen Elster und des Kirchhain-Finsterwalder Beckens strukturiert ist. Die nordwestliche Landkreisbegrenzung bilden Ausläufer des Flämings.

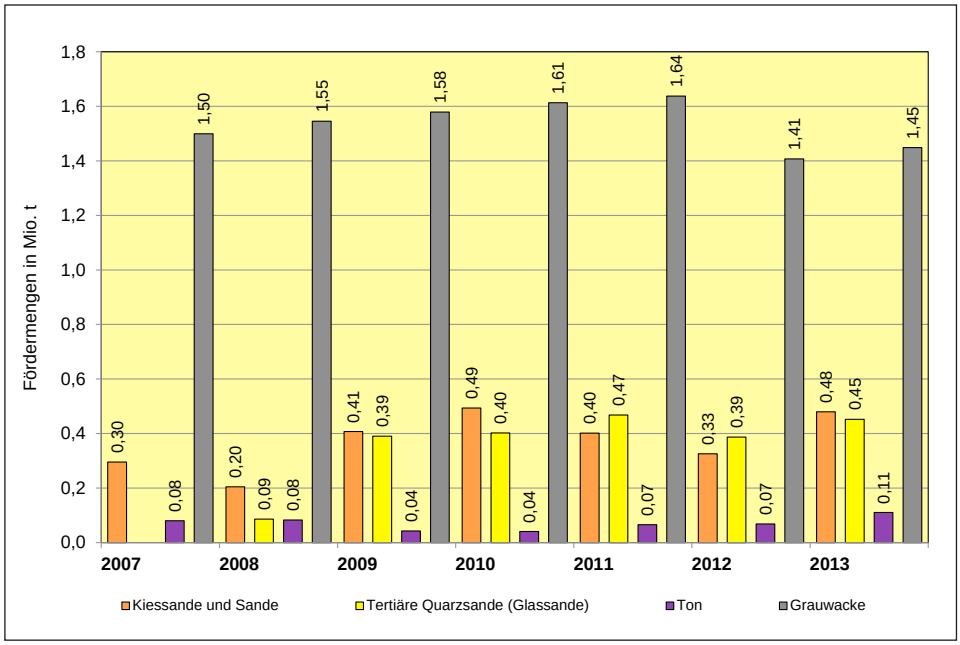
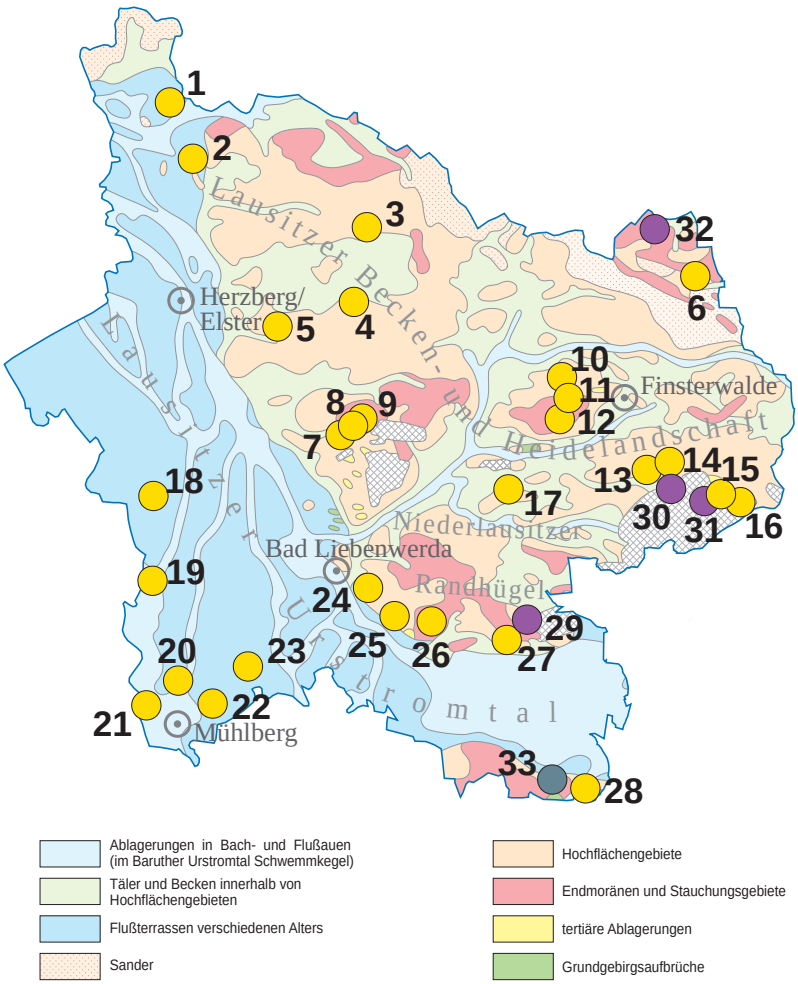


Abb. 51: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Oberspreewald-Lausitz in den Jahren 2007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 51: Output of different raw materials in the years 2007 – 2013 district Oberspreewald-Lausitz (in million tons)



Landkreis Elbe-Elster

Sand-, Kiessand-, Spezialsand-lagerstätten:

1 - Schönewalde
2 - Grassau
3 - Naundorf
4 - Frankenhainer Heide
5 - Jagsal-Schinderberg/Fünfruten
6 - Babben
7 - Schilda - Tröbitz
8 - Tröbitz
9 - Tröbitz-Schildaer Heide
10 - Münchhausener Heide
11 - Hennersdorf
12 - Hennersdorf - Süd
13 - Pechhütte
14 - Lichterfeld
15 - Sallgast - SW
16 - Poley - West
17 - Rückersdorf
18 - Kölsa
19 - Koßdorf - West
20 - Mühlberg II
21 - Mühlberg IV
22 - Altenau
23 - Kosilenzien
24 - Zeischa
25 - Haida
26 - Elsterwerda
27 - Kahla
28 - Großthiemig I

Tonlagerstätten:

29 - Plessa
30 - Tonhalde Lichterfeld
31 - Klettwitz - Nord
32 - Buchheide

Festgesteinslagerstätten:

33 - Grauwacke Großthiemig II

Abb. 52: Geomorphologische Übersicht des Landkreises Elbe-Elster mit Betriebsstätten (nach LIPPSTREU & SONNTAG 2004 und LBGR 2013)

Fig. 52: Geomorphological overview of district Elbe-Elster with points of exploration (according toLIPPSTREU and SONNTAG 2004 and LBGR 2013)

Der westliche und südliche Teil des Landkreises wird eingenommen vom Lausitzer Urstromtal, das von den Flussniederungen der Schwarzen Elster und der Elbe mit der Elbtalaue gekennzeichnet ist.
Der Bereich zwischen Mühlberg und Herzberg wird von spätelster- bis saalekaltzeitlichen Auffüllungen der Elbtalwanne geprägt, die sich von Dessau in Sachsen-Anhalt bis Riesa in Sachsen erstreckt. Diese Sedimente haben Mächtigkeiten bis über 50 m und Kiesanteile > 2 mm von z. T. > 50 M.-%. Das Gebiet ist damit von größter lagerstättenwirtschaftlicher Bedeutung für die Rohstoffwirtschaft des Landes Brandenburg.
Als Besonderheit im südlichsten Teil des Landkreises, im Raum Großthiemig, steht oberflächennah präkambrische Lausitzer Grauwacke an. Naturräumlich befindet sie sich in der Übergangszone zum Randsaum der Mittelgebirge, unmittelbar an der Grenze zu Sachsen (siehe auch Kap. 1.3).

Von den 34 Bergbauberechtigungen im Landkreis entfallen 28 auf Sande und Kiessande, 5 auf Tonrohstoffe und eine auf Festgesteinsrohstoffe. Bis auf Wiedernutzbarmachungsarbeiten in 4 Sand- und Kiessandtagebauen erfolgt in den übrigen Lagerstättenfeldern je nach Bedarf aktiver Abbau bzw. es laufen die Planungen zum Aufschluss der Lagerstätten. Die Torfgewinnung in Döllingen ist seit Jahren eingestellt. 2014 erfolgte nach der Wiedernutzbarmachung der Flächen die Entlassung aus der Bergaufsicht.
Von überragender rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung ist die Mühlberger Kiessandlagerstätte nicht nur wegen der hohen Fördermengen von bis zu 5 Mio. t pro Jahr sondern insbesondere wegen der Qualität dieser Kiessande. Mit Kiesanteilen > 2 mm von z. T. über 50 M.- % stellt diese Lagerstätte eine Rarität in Brandenburg dar. Aus den Mühlberger Kiessanden sind fast alle Sortimente von Betonzuschlagstoffen durch Aufbereitung herstellbar (Abb. 53). Diese können per Eisenbahn, Schiff oder per LKW zu den Verbrauchern über die Grenzen von Brandenburg hinaus transportiert werden. Die wassergefüllten Restlöcher um Mühlberg sind Zeugen einer langen Tradition der Kiessandgewinnung an diesem Standort. Auch die in der näheren Umgebung von Mühlberg bzw. im Bereich der Flussterrassen der Elbe erkundeten

Abb. 53: Gewinnung und Aufbereitung der so genannten „Elbekiese“ in der Lagerstätte Mühlberg (Foto: Flohr 2007)
Fig. 53: Mining and preparation of so-called “Elbekiese”-gravel in the deposit Mühlberg (photo: Flohr 2007)

Lagerstätten Altenau, Kosilienzien und Kölsa weisen ähnliche Materialqualitäten auf und sind ebenfalls von rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung sowohl für die Region als auch überregional. Von diesen o. a. Lagerstätten werden in Altenau gegenwärtig bereits bedeutende Fördermengen von durchschnittlich 500 000 t pro Jahr erreicht. Der Aufschluss der anderen Felder befindet sich noch in der Planungsphase.
In den außerhalb des Lausitzer Urstromtales gelegenen Lagerstätten des Landkreises erfolgen ebenfalls umfangreiche Gewinnungsarbeiten von Sanden und Kiessanden mit Abbaumengen z. T. über 100 000 t pro Jahr. Hierzu gehören insbesondere die Lagerstätten Hennersdorf bei Finsterwalde, Rückersdorf und Haida, die für die Versorgung der Region von wesentlicher Bedeutung sind.
Die weiteren, in der Übersichtskarte angeführten Sand- und Kiessandtagebaue des Landkreises Elbe-Elster haben eher Bedeutung für die Versorgung der lokalen Bauwirtschaft.
Auch die Gewinnung von Tonrohstoffen erfolgt an mehreren Standorten im Landkreis. In unterschiedlichen Mengen werden diese schwerpunktmäßig in Plessa, Sallgast, Klettwitz-Nord und von der Tonhalde Lichterfeld gewonnen. Die Gewinnung von Tonen in Buchheide erfolgt nur bei Bedarf in sehr geringen Mengen für die Crinitzer Steinzeugmanufaktur. Die Gewinnung von Glasurtonen in Breitenau wurde eingestellt.
Die einzige Festgesteinslagerstätte des Landkreises in Großthiemig (siehe Abb. 6, Kap. 1.3) fördert im Durchschnitt jährlich 300 000 – 500 000 t Grauwacke, die zu Schotter und Splitt aufbereitet wird. Die Fertigprodukte werden überregional abgesetzt.
Die Jahresfördermengen im Landkreis bewegen sich seit Jahren um 6 Mio. t. Damit nimmt der Landkreis Elbe –Elster für das Land die führende Position ein (Abb. 54).

Literaturverzeichnis

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., Heft SD 10, 359 S., Hannover

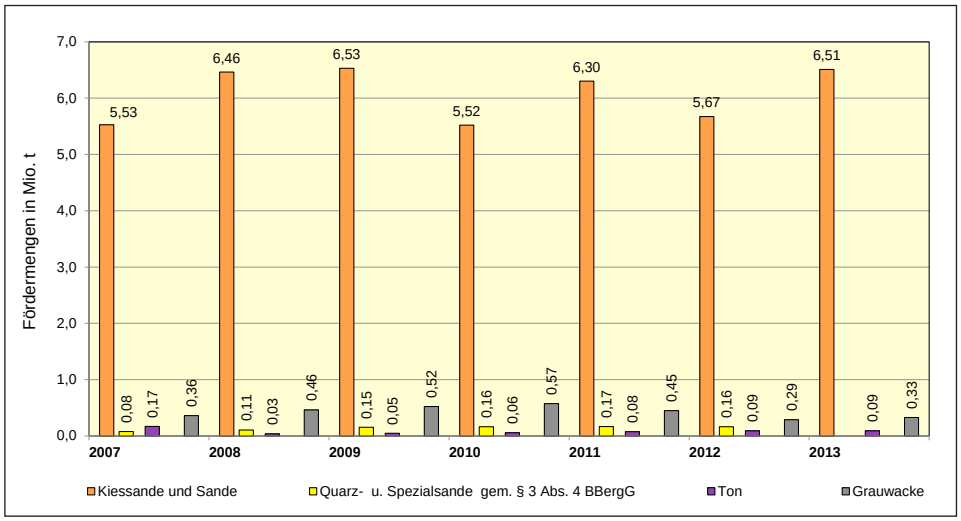


Abb. 54: Fördermengen Steine- und Erden-Rohstoffe im Landkreis Elbe-Elster in den Jahren 2 007 – 2013 (in Mio. t)

Fig. 54: Output of different raw materials 2007 – 2013 district Elbe-Elster (in million tons)

Beer, H. & D. Göllnitz (1994): Exkursion A2: Diapir von Sperenberg. – Exkursionsführer 61. Tagung Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutsche Geologen vom 24.–27.05.1994, S. 50–60, Potsdam

Hermsdorf, N. & L. Lippstreu (2004): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Teltow-Fläming. – LGRB Kleinmachnow, LGB Potsdam

Hermsdorf, N. (2005): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Kreisfreie Stadt Potsdam, Kreisfreie Stadt Brandenburg an der Havel. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Hermsdorf, N. (2006): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Havelland. – LBGR Cottbus/Kleinmachnow, LGB Potsdam

Hermsdorf, N. (2007): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Dahme-Spreewald. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Hermsdorf, N. (2014): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Märkisch-Oderland. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Hermsdorf, N. (2014): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Oder-Spree. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Höding, T., Andreae, A., Benisch, H.-J, Göthel, M., Grunert, U., Kopp, J., Ludwig, F., Nestler ,P., Renkert, B., Sitschick, H., Stackebrandt, W., Thiem, H.-G. & E. Wetzel (2007): Mineralische Rohstoffe und Energierohstoffe im Land Brandenburg. Rohstoffbericht Brandenburg 2007. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **14**, 2, 110 S., Kleinmachnow

Höding, T. & F. Ludwig (1998): Rohstoffbericht zur Karte oberflächennaher Rohstoffe 1 : 50 000 (KOR 50), Kreis Märkisch-Oderland. – Bericht LBGR, 6 S., Kleinmachnow (unveröff.)

Keilhack, K. & O. v. Linstow (1906): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung 137 Blatt Niemegk. – Preußische Geologische Landesanstalt Berlin

Landgraf, L. (2010): Wo steht der Moorschutz in Brandenburg? – Moore in Brandenburg. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg **19**, 3/4, Potsdam (Landesumweltamt Brandenburg)

LBGR (2013): Karte Bergbau in den Ländern Brandenburg und Berlin 1 : 300 000 mit Beiheft. – 1. Aufl., Cottbus

Limberg, A. & A. Sonntag (2012): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Berlin. – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin und LBGR Cottbus

Lippstreu, L. & A. Sonntag. (2004): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreise Elbe-Elster Oberspreewald-Lausitz. – LGRB Kleinmachnow

Lippstreu, L., Hermsdorf, N., Sonntag, A. & H. U. Thieke (1994): Zur Gliederung der quartären Sedimentabfolgen im Niederlausitzer Braunkohlentagebau Jänschwalde und in seinem Umfeld – Ein Beitrag zur Gliederung der Saale-Kaltzeit in Brandenburg. – Brandenburgische Geowiss. Beitr. **1**, 1, S. 15 – 35, Kleinmachnow

Litt, T. (Hrsg.) (2007): Stratigraphie von Deutschland – Quartär. – E & G Quaternary Science Journal 56, 1/2, 138 S., Hannover

Luckert, J. (2011): Kurzbericht-Analysenergebnisse (Auftrag 2011-1219) – Alaunerde vom Gerhard-Stollen; Bad Freienwalde-Hammerthal. – Bericht Landeslabor Berlin-Brandenburg Kleinmachnow, 3 S., Kleinmachnow (unveröff.)

Nowel, W. (1996): Aktuelle Bemerkungen zur Gliederung des Saale-Komplexes im Quartär der Niederlausitz. – Nat. und Landsch. in der Niederlausitz **17**, S. 54 – 77, Cottbus

Scholz, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. – Pädag. Bezirkskabinett Potsdam, 93 S., Potsdam

Schroeder, J. H. & W. Nowel (Hrsg.) (1995): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. No. 3: Lübbenau - Calau. – 282 S., Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)

Sitschick, H., Ludwig, F., Wetzel, E., Luckert, J. & T. Höding (2005): Raseneisenerz – auch in Brandenburg ein mineralischer Rohstoff mit bedeutender wirtschaftlicher Vergangenheit. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 119–128, Kleinmachnow

Sonntag, A. (2005): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Uckermark. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Sonntag, A. (2006): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Spree-Neiße. – LBGR Cottbus/Kleinmachnow, LGB Potsdam

Sonntag, A. (2008): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Prignitz. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Sonntag, A. (2009): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Ostprignitz-Ruppin. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Sonntag, A. (2010): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Oberhavel. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Sonntag, A. (2014): Geologische Übersichtskarte 1 : 100 000 mit Beiheft, Landkreis Barnim. – LBGR Cottbus, LGB Potsdam

Wedde, R.-G. (2013): Über den historischen Braunkohlentiefbau in Nordbrandenburg und südlich von Berlin. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **20**, 1/2, S. 3 – 43, Cottbus

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 105 – 128	28 Abb., 4 Tab., 34 Zit.

Nutzung und Potenziale des tiefen Untergrundes in Brandenburg, Teil 1: Kohlenwasserstoffe, tiefliegende feste mineralische Rohstoffe, Speicherpotenziale

Use and potential of the deep underground in the state of Brandenburg, part 1: hydrocarbons, deep-seated raw materials, storage potential

Thomas Höding

Die Norddeutsche Senke beherbergt – wie die meisten großräumigen Senkenstrukturen weltweit – ein ganzes Spektrum wertvoller Bodenschätze und geologisch/geotechnischer Nutzungsmöglichkeiten, die es jeweils im Einzelnen zu erkunden gilt.
Die Kenntnisse über den tiefengeologischen Bau Brandenburgs resultieren im Wesentlichen aus der umfangreichen Bohrtätigkeit der letzten Jahrzehnte sowie aus großflächigen geophysikalischen, insbesondere seismischen Untersuchungen. Diese Arbeiten dienten der Erkundung und Erschließung von Bodenschätzen wie beispielsweise Kohlenwasserstoffen, Erzen, Braunkohlen oder Geothermischen Potenzialen. Die tiefste Bohrung auf Brandenburger Gebiet besitzt eine Teufe von 7 008 m (Bohrung Pröttlin E Proet 1/1h/81) und reicht bis ins Karbon (Hoth et al. 1993).

1. Kohlenwasserstoffe

In Brandenburg wird seit den 1950er Jahren auf Kohlenwasserstoffe im Mesozoikum, im Staßfurtkarbonat des Zechstein und im Rotliegend exploriert. Erste Erkundungen hatten mögliche Fallenstrukturen im Mesozoikum in der Umgebung von Salzstöcken zum Ziel. Diese Arbeiten erfolgten insbesondere in Nordwestbrandenburg, wo man davon ausging, ähnliche Lagerstätten wie im benachbarten Niedersachsen anzutreffen. Diese Erkundungen waren jedoch nicht erfolgreich, weil das Erdölmuttergestein in Nordwestbrandenburg das erforderliche Reifestadium nicht erreicht hatte.
Ebenfalls in den 1950er Jahren begann die Exploration in Südostbrandenburg, wo im Staßfurtkarbonat (Ca2) des basalen Zechstein wirtschaftlich nutzbare Lagerstätten von Erdöl und Erdgas nachgewiesen werden konnten. Insbesondere die Anwendung der hochauflösenden 2D-Seismik in Verbindung mit lokalem Einsatz von 3D-Seismik brachte große Fortschritte bei der Entschlüsselung des geologischen Tiefenbaus und der dadurch möglichen Auffindung von Erdöl- und Erdgaslagerstätten. So wurde klar, dass insbesondere die Karbonatsand-Barrenzone am Nordrand der Zechsteinplattform im Bereich des Ca2 primär gute Speichereigenschaften aufweist und auch die für eine Lagerstättenbildung ausreichenden Mächtigkeiten besitzt.
Insgesamt wurden bei Explorationsarbeiten 29 Lagerstätten von Kohlenwasserstoffen in Brandenburg entdeckt, die jedoch meist nur eine geringe Größe aufwiesen (Abb. 1). Die größte Lagerstätte – eine Erdgaslagerstätte – befindet sich bei Märkisch-Buchholz (Landkreis Dahme-Spreewald) und ist derzeit wieder Schauplatz intensiver Untersuchungen. Die Entscheidung des erkundenden Unternehmens über eine künftige wirtschaftliche Nutzung ist in den nächsten ca. 2 Jahren zu erwarten. Die Lagerstätte Märkisch-Buchholz ist ein Musterbeispiel für eine fast ungestörte Inselstruktur, an die im Ca2 eine Gas-Kondensat-Lagerstätte geknüpft ist (Rockel & Ziegenhardt 1979, Schretzenmayr 1998, Höding et al. 2007).

Die Förderung aus den brandenburgischen Erdöl- und Erdgaslagerstätten wurde Ende der 1990er Jahre mit einer Ausnahme aufgrund mangelnder Wirtschaftlichkeit infolge des damals sehr niedrigen Erdölpreises auf dem Weltmarkt eingestellt. Ein großer Teil der Bohrungen (Betriebspunkte) und einige weitere technische Anlagen (z. B. Förderstationen, Rohrleitungen) der Erdöl- und Erdgasproduktion stehen derzeit noch unter Bergaufsicht und werden in den nächsten Jahren nach Zulassung und Abarbeitung von Abschlussbetriebsplänen aus der Bergaufsicht entlassen.
Eine Gewinnung von Erdöl erfolgt zum jetzigen Zeitpunkt lediglich aus der Lagerstätte Kietz (Landkreis Märkisch-Oderland) mit 2 Fördersonden (Abb. 2). Diese Lagerstätte stellt die westlichste separate Struktur eines ehemaligen regionalen Inselkomplexes dar, der sich weit nach Polen hinein hinzieht. Am Standort existiert eine hochmoderne Anlage zur Aufbereitung des Erdöls und seiner Begleitkomponenten, die bedeutend zum effizienten Betrieb der Gesamtanlage beiträgt.
Die Vorräte der Lagerstätte wurden mit Stand April 2006 auf 120 000 t sichere Vorräte an Erdöl angegeben (Höding et al. 2007) und man rechnete bei relativ gleich bleibenden Förderzahlen von ca. 20 000 t Erdöl und ca. 7 Mio. m^3 Erdölbegleitgas mit einem Auslaufen der Förderung um das Jahr 2012. Weitere Untersuchungen und Variationen im Förderregime belegten jedoch größere vorhandene Vorräte, so dass

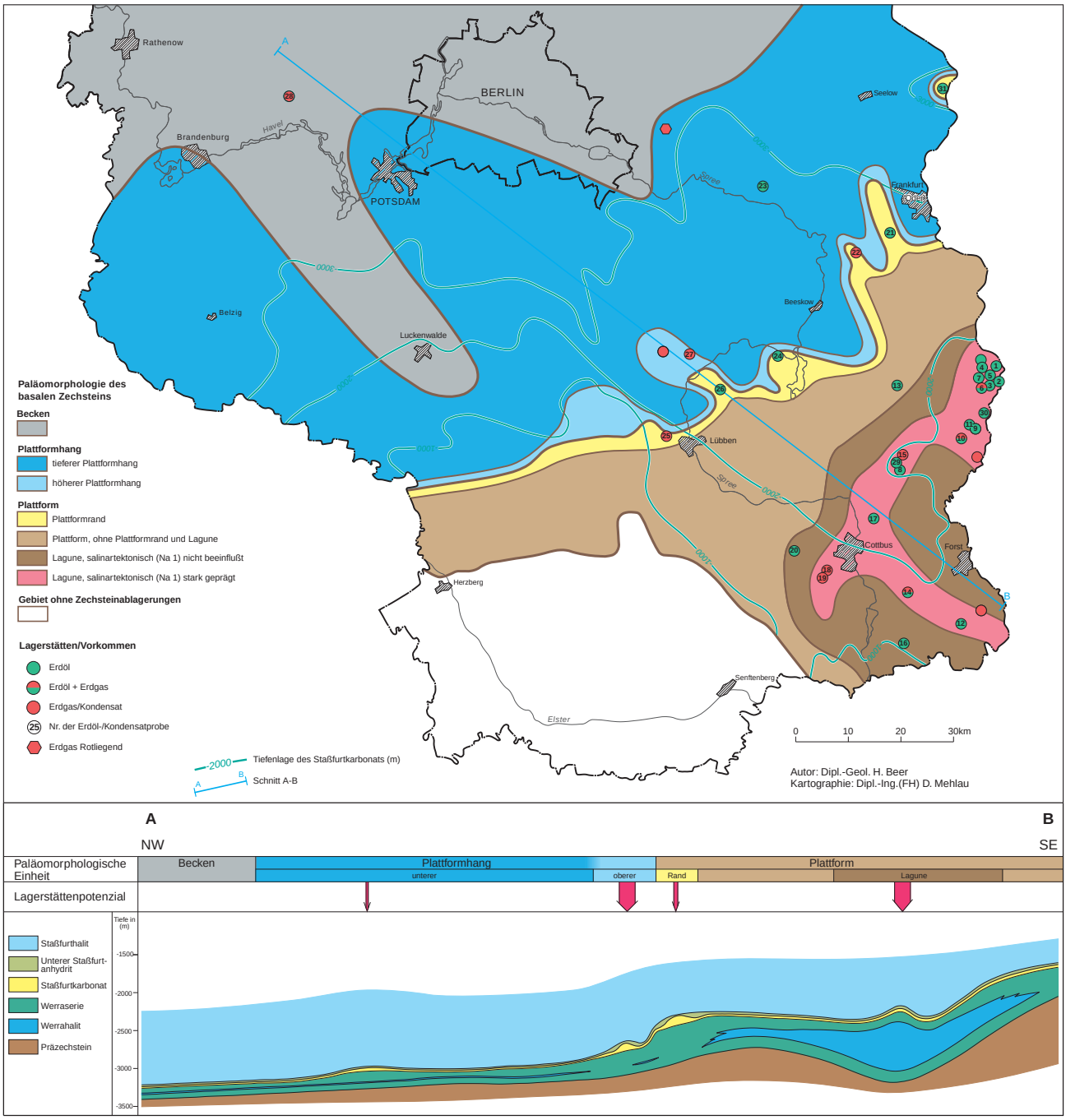


Abb. 1: Paläogeographie und Kohlenwasserstofflagerstätten in Südostbrandenburg sowie schematischer Schnitt durch den basalen Zechstein (bearbeitet nach PISKE & RASCH 1998)

Fig. 1: Palaeogeography and deposits of hydrocarbons in southeast Brandenburg with a schematic section through the basal Zechstein (modified after PISKE & RASCH 1998)

die Förderung von Erdöl und Erdölbegleitgas bis heute und auch in den nächsten Jahren fast unvermindert fortgesetzt werden kann. Im Jahr 2012 wurden 16 014 t Erdöl und 5,05 Mio. m³ Erdölbegleitgas gewonnen.

Im Zuge der stark angestiegenen Erdöl- und Erdgaspreise gibt es im Land Brandenburg etwa seit dem Jahr 2005 erneut wirtschaftliches Interesse an einer weiteren Kohlenwasserstoffexploration. Verschiedene Firmen aus dem Bereich Erdöl/Erdgas begannen sich zunächst für historische Erkundungsergebnisse zu interessieren sowie die im Bohrkern- und Probenarchiv Wünsdorf des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) archivierten Bohrkerne früherer Kohlenwasserstofferkundungen intensiv zu bemustern. Aus diesen Untersuchungen ergaben sich wiederum neue geologische Modellvorstellungen, die die Entdeckung weiterer Lagerstätten erwarten ließen (GÖTHEL 2012).

Abb. 2: Erdöl-/Erdgasaufbereitungsanlage bei Kietz (Landkreis Märkisch-Oderland) (Foto: F. Ludwig 2008)
Fig. 2: Processing installation for hydrocarbons near Kietz (Märkisch-Oderland district) (photo: F. Ludwig 2008)

Derzeit bestehen im Land Brandenburg 18 bergrechtliche Konzessionen auf Kohlenwasserstoffe. Dabei resultieren 11 Felder mit dem Status „Bergwerkseigentum“ aus übergeleiteten Rechten auf die GDF Suez E&P GmbH in der Rechtsnachfolge des ehemaligen Kombinates Erdöl-Erdgas Gommern.
Die hoffnungsvolle Entwicklung neuer Kohlenwasserstoffprojekte lässt sich an der aktuellen Berechtsamskarte (Abb. 3) des LBGR ablesen sowie an der nachfolgenden Kurzbeschreibung der derzeitigen wirtschaftlichen Aktivitäten auf diesem Sektor.

1.1 Feld Lübben

Inhaberin des Feldes Lübben ist die Central European Petroleum GmbH (CEP) mit Sitz in Berlin. Die Muttergesellschaft ist in Kanada ansässig.
Die CEP ist im Feld Lübben seit Oktober 2007 (Erteilung einer bergrechtlichen Erlaubnis gemäß § 7 BBergG durch das LBGR) mit Erkundungsarbeiten auf Kohlenwasserstoffe tätig. Ab 2008 recherchierte die CEP an vorhandenen Bohrkernen früherer Erkundungen im Bohrkern- und Probenarchiv Wünsdorf des LBGR. Erkundungsziel war eine im Staßfurtkarbonat vermutete Erdöllagerstätte in mehr als 2 500 m Teufe.
Durch seismische Messungen in den Jahren 2009 – 2013 – zuletzt erfolgte im November/Dezember 2013 eine 3D-Seismik – wurde im Feld Lübben eine Antiklinalstruktur entdeckt, deren Erdölführung im Staßfurtkarbonat durch die Erkundungsbohrung Guhlen 1 im Jahre 2012 (Endteufe 2 912 m) bereits nachgewiesen werden konnte.
Die Bohrung wurde im Bereich des ölführenden Staßfurtkarbonates komplettiert und getestet (Abb. 4, Abb. 5a und b). Über eine Förderung kann nach Auswertung der Testergebnisse wahrscheinlich innerhalb der nächsten zwei Jahre entschieden werden. Die CEP geht in ihren Modellvorstellungen derzeit von einem Lagerstätteninhalt von ca. 33 Mio. t Erdöl aus, von denen ca. 5,2 Mio. t förderbar sind.
Darüber hinaus könnte im Erkundungsfeld eine Rotliegendstruktur mit einem weiteren bedeutenden Ressourcenpotenzial vorhanden sein. Die Bohrung Guhlen 1 konnte im sedimentären Rotliegend jedoch noch keinen Nachweis für das Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen erbringen (Hampel 2012, Pasternack 2013).
Die CEP plant, die genannten Ressourcenpotenziale durch weitere seismische Erkundungen und mindestens eine weitere Explorationsbohrung zu bestätigen.

1.2 Feld Forst

Für das Feld Forst wurde im Jahr 2012 ebenfalls der CEP eine Aufsuchungserlaubnis auf Kohlenwasserstoffe verliehen. Die Erkundung verfolgt das Ziel, Erdöl- und Erdgasvor-

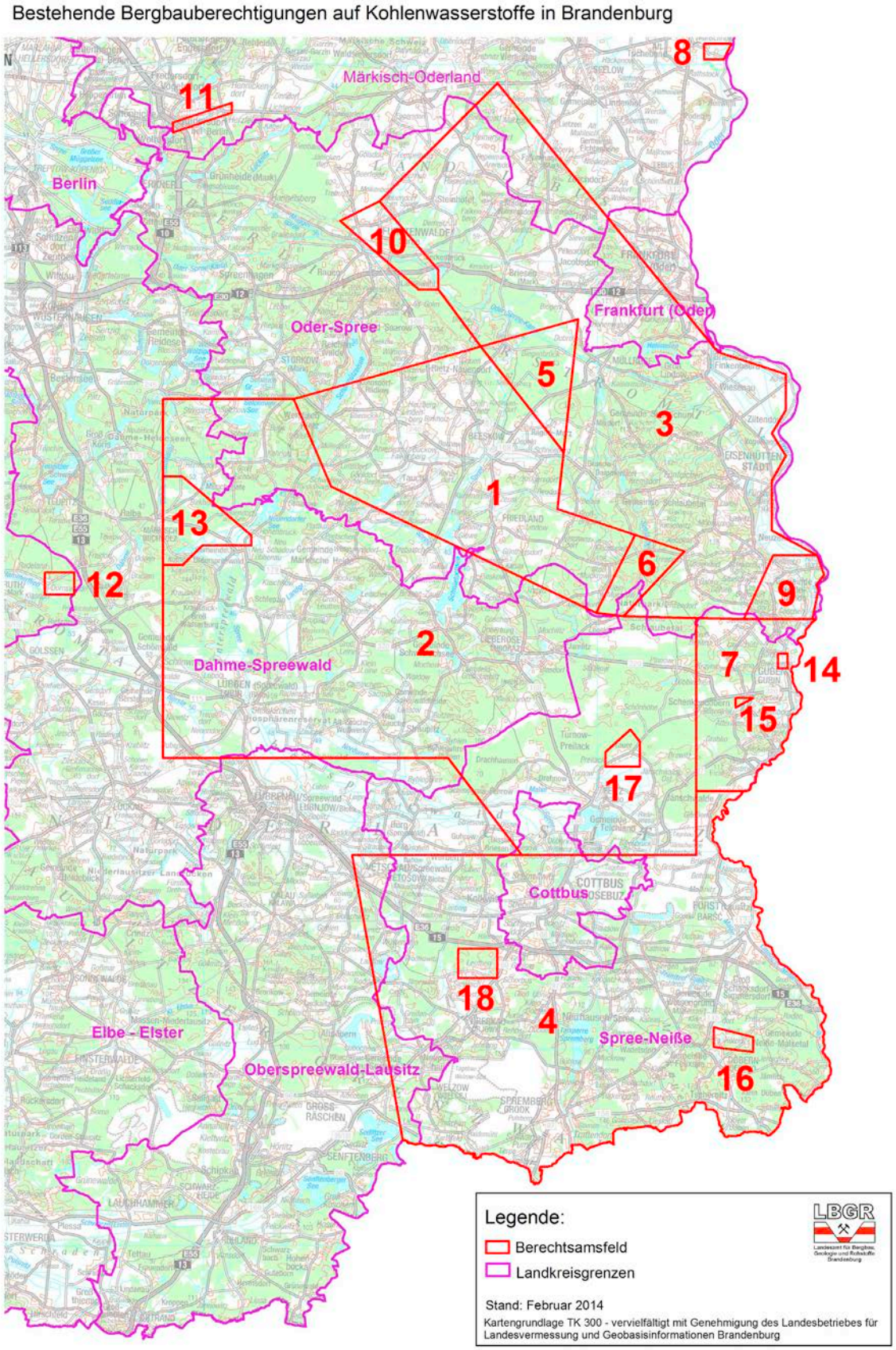


Abb. 3: Bestehende Bergbauberechtigungen auf Kohlenwasserstoffe, Stand Februar 2014: 1 – Reudnitz; 2 – Lübben; 3 – Pillgram; 4 – Forst; 5 – Reudnitz-Nordost; 6 – Reudnitz-Südost; 7 – Kerkwitz-Guben; 8 – Kietz; 9 – Wellmitzer Lagune; 10 – Struktur Fürstenwalde; 11 – Rüdersdorf; 12 – Dornswalde; 13 – Märkisch Buchholz; 14 – Guben Nord; 15 – Guben-Atterwasch; 16 – Döbern; 17 – Tauer; 18 – Drebkau

Fig. 3: Concessions for exploration and exploitation of hydrocarbons in Brandenburg as of february 2014

Abb. 4: Luftaufnahme des Bohrplatzes der Erdölbohrung Guhlen (Foto: CEP GmbH 2012)
Fig. 4: Aerial photograph of the Guhlen well (photo: CEP GmbH 2012)

Abb. 5 a: Im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archivierte Bohrkerne der Bohrung Guhlen (Foto: T. Höding 2014)
Fig. 5a: Drill cores of the Guhlen well in the core archive of the LBGR (photo: T. Höding 2014)

Abb. 5 b: Im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archivierte Bohrkerne der Bohrung Guhlen – Detailansicht (Foto: T. Höding 2014)
Fig. 5b: Drill cores of the Guhlen well – detail (photo: T. Höding 2014)

kommen im Zechstein sowie im Oberrotliegend nachzuweisen. Haupterkundungsziel ist dabei das Staßfurtkarbonat. Im Rahmen der Erlaubnis soll sich das Erkundungsprogramm über drei Jahre erstrecken. Nach Auswertung vorhandener Daten früherer 2D-Seismikerkundungen sollen neu interpretierte Strukturandeutungen in den Zielhorizonten durch erneute Seismik bestätigt werden, um nachfolgend einen Bohransatzpunkt auswählen zu können.
Die Erkundungsstrategie stellt dabei die Erkundung entlang bekannter bzw. abgeworfener Kohlenwasserstofflagerstätten (z. B. Atterwasch, Burg, Komptendorf, Döbern, Guben) in den Fokus. Daher kann das Projekt als mit einem deutlich reduzierten Erkundungsrisiko behaftet angesehen werden.
Konkrete Erkundungsarbeiten innerhalb des Aufsuchungsfeldes finden zurzeit noch nicht statt.

1.3 Feld Reudnitz

Die bergrechtliche Erlaubnis für das Feld Reudnitz wurde bereits 2004 durch das LBGR erteilt. Ziel der Aufsuchung ist die Erkundung eines Erdgasvorkommens in Sandsteinstrukturen des Rotliegend in einer Teufe von ca. 2 700 bis 3 000 m.
Erkundungsarbeiten zu dieser Lagerstätte wurden bereits ab den 1960er Jahren durchgeführt (u. a. Bohrung Birkholz-Beeskow E BkhBk 1E/64 und mehrere geophysikalische Untersuchungen). Vorratsschätzungen dieser Untersuchungsetappen gehen von ca. 67 Mrd. Nm^3 geologischen Vorräten an Gas aus.
Im Jahre 2012 hat die Bayerngas GmbH mit Sitz in München 75 % dieser Erlaubnis übernommen. Mit der Übernahme der Konzession durch Bayerngas begannen konkrete Planungen zur weiteren Erkundung. Ferner wurde das bestehende Erlaubnisfeld räumlich erweitert.
Im Zuge des zugelassenen Hauptbetriebsplans „Erkundung“ führte die Bayerngas GmbH im Februar 2014 zweidimensionale reflexionsseismische Messungen im Erlaubnisfeld Reudnitz zur Verifizierung der geologischen Strukturen im Untergrund und zur Abgrenzung der vermuteten Lagerstätte durch (Abb. 6 und 7). Im Juli 2014 wurde mit dem Abteufen einer Bohrung begonnen.

Abb. 6: Vibroseismik-Fahrzeuge bei der 2D-reflexionsseismischen Messung im Feld Reudnitz im Februar 2014, (Foto: L. Wiese)
Fig. 6: Vehicles for vibroseismology during 2D-seismology campaign in the Reudnitz concession in february 2014 (photo: L. Wiese)

Abb. 7: Blick in den mobilen Aufzeichnungsraum der 2D-reflexionsseismischen Messung im Feld Reudnitz im Februar 2014 (Foto: L. Wiese)
Fig. 7: View into the mobile registration center during the 2D-seismology campaign in the Reudnitz concession in february 2014 (photo: L. Wiese)

1.4 Feld Pillgram

Das Erlaubnisfeld Pillgram wurde der Celtique Energie GmbH mit Sitz in Berlin (Sitz der Muttergesellschaft in Großbritannien) im Jahr 2007 durch das LBGR verliehen. Ziel der Aufsuchung sind vermutete Erdöl- und Erdgasvorkommen in einer Teufe von mehr als 2 500 m sowohl im Staßfurtkarbonat als auch in Sandsteinen des Rotliegend.
Der Hauptbetriebsplan für eine 3D-Seismik steht vor einer Verlängerung seiner Gültigkeit durch das LBGR. Aufgrund von Rechtsstreitigkeiten über die Nutzungserlaubnis von Grundstücken für die Erkundung [anhängig beim Oberverwaltungsgericht Frankfurt (Oder)] finden derzeit keine konkreten Erkundungsarbeiten statt.

1.5 Feld Kietz

Der Betrieb erfolgt wie oben bereits erwähnt, durch die GDF Suez E&P Deutschland GmbH. Die Lagerstätte repräsentiert eine isolierte Struktur eines ehemaligen regionalen Inselkomplexes. Ähnliche Strukturen finden sich auch weiter östlich in Polen. Gefördert werden Erdöl und Erdölbegleitgas aus dem Staßfurtkarbonat in Teufen von ca. 2 700 bis 2 800 m. In der modernen Förder- und Aufbereitungsstation Kietz werden Schwefel und Begleitgas vom Erdöl getrennt. Das gereinigte Gas wird über eine Gaspipeline nach Manschnow im Oderbruch weitergeleitet und in einem dortigen Kraftwerk verstromt. Das Öl wird per LKW in die Raffinerie Schwedt transportiert und geht in die dortigen Produktionsprozesse ein. Einen Überblick über die Förderung seit dem Jahr 2005 gibt die nachfolgende Tabelle 1. Die Förderung in Kietz wird nach jetzigen Erkenntnissen etwa bis zum Jahr 2020 fortgesetzt werden können.

1.6 Feld Märkisch Buchholz

Das Feld Märkisch Buchholz steht im Bergwerkseigentum der GDF Suez E&P Deutschland GmbH. Die Lagerstätte wurde bereits in den 1960er bis in die 1980er Jahre erkundet und u. a. durch vier Bohrungen belegt (Endteufen ca. 2 450 – 2 820 m). Speichergestein ist hier ebenfalls das Staßfurtkarbonat. Paläomorphologisch handelt es sich bei dieser Struktur um ein isoliertes Hoch außerhalb der Plattform. Als Lagerstätteninhalt nachgewiesen wurde ein Erdgas mit ca. 90 % N_2 und einem Kohlenwasserstoffanteil von ca. 10 % sowie begleitendes Gaskondensat. Die geologischen Vorräte wurden mit ca. 15,1 Mrd. Nm^3 bestimmt.
Nach Jahrzehnten ohne größere Aktivitäten plant die GDF Suez E&P GmbH seit 2010 eine Nutzung dieser Lagerstätte. Die Lagerstätte soll so entwickelt werden, dass ihr Inhalt vollständig energetisch und stofflich genutzt werden kann. Den Hauptbeitrag dazu soll die Lieferung von Erdgas an ein ortsnah zu errichtendes Gaskraftwerk zur Verstromung werden (gas to power). Das Entwicklungskonzept geht davon aus, dass das Kondensat abgetrennt und separat vermarktet wird. Das Erdgas soll in Sondergasbrennern zur Dampferzeugung und dem Betrieb von Dampfturbinen zur Erzeugung von Elektroenergie eingesetzt werden.
Zur Realisierung dieses Vorhabens müssen u. a. zunächst die an den vorhandenen Bohrungen anliegenden Drücke gemessen werden und neue Steigrohre mit Packern eingebaut werden. Das heißt, die gesamten vorhandenen Anlagen müssen technisch ertüchtigt und förderfähig gemacht werden (Abb. 8 und 9).
Diese Arbeiten begannen Ende des Jahres 2013. Erst nach ihrem Abschluss kann durch GDF Suez E&P GmbH entschieden werden, ob das geplante Konzept wirtschaftlich tragfähig ist und realisiert werden kann.
Die Arbeiten erfolgen entsprechend den zugelassenen Hauptbetriebsplänen „Gassonden Märkisch Buchholz“, den Sonderbetriebsplänen „Bohrplatzbau“ und „Aufwältigung“ für die einzelnen Sonden sowie der zugehörigen Wasserrechtlichen Erlaubnisse.

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Öl (kt)	20,5	20,0	18,7	19,2	17,7	17,7	16,0	16,0
Gas (Nm^3)	6,87	6,64	6,20	6,18	5,66	5,36	5,26	5,05

Tab. 1: Förderung von Erdöl und Erdölbegleitgas aus der Lagerstätte Kietz
Tab. 1: Exploitation of oil and gas in the Kietz deposit

Abb. 8:
Bohranlage T44 bei Workover-Arbeiten an der Bohrung E MärBz 2/86, Januar 2014 (Foto: L. Wiese)

Fig. 8:
Drill unit T44 during workover of the well E MärzBz 2/86, january 2014 (photo: L. Wiese)

Abb. 9: Gestängeeinbau bei Workover-Arbeiten an der Bohrung E MärBz 2/86, Januar 2014 (Foto: L. Wiese)
Fig. 9: Drill pipe completion during workover of the well E MärzBz 2/86, january 2014 (photo: L. Wiese)

2. Tiefliegende feste mineralische Rohstoffe

Als tiefliegende feste mineralische Rohstoffe werden hier solche Rohstoffe betrachtet, die im Gegensatz zu beispielsweise Steine- und Erdenrohstoffen (vgl. Beitrag E. Wetzel, dieses Heft), nicht im Tagebau gewinnbar sind, sondern die unabhängig von ihrer Tiefenlage nur über Bohrungen bzw. Untertageabbau (Schachtanlagen) wirtschaftlich erschlossen werden können.
Die Wirtschaftlichkeit einer Lagerstättennutzung hängt von vielen Faktoren ab, die sich im Laufe der Zeit verändern können. Prominentestes Beispiel hierfür ist in Brandenburg sicher die Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein, die zwar schon seit über 60 Jahren bekannt ist, in mehreren Etappen auch erkundet wurde, aber schließlich fast in Vergessenheit geriet. Erst mit dem Anstieg der Kupferpreise auf dem Weltmarkt in den Jahren nach der Jahrtausendwende rückte sie wieder derart in den Fokus der Rohstoffindustrie, so dass sich aufgrund der Konkurrenzsituation die Erteilung einer bergrechtlichen Konzession für diese Lagerstätte zu einem wahren Krimi entwickelte (Liedtke & Vasters 2010).
Daher wird es als Anliegen dieses Berichtes verstanden, die – zugegebenermaßen wenigen – erkundeten Lagerstätten tiefliegender fester mineralischer Rohstoffe Brandenburgs kurz zu dokumentieren, auch wenn eine wirtschaftliche Nutzung für einige dieser Lagerstätten zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar ist (Abb. 10). Festzuhalten ist, dass für alle hier aufgeführten Lagerstätten umfangreiche Explorationsprogramme durchgeführt wurden, die zuverlässige Prognosen über Lage, Wertstoffgehalt und Verteilung dieser Bodenschätze erlauben bzw. auch zu Lagerstättenabgrenzungen führten.
Derzeit finden keine Explorationsarbeiten auf derartige Rohstoffe statt. Die vergangenen Jahre lehren aber, dass Veränderungen in den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen oder im gesamtgesellschaftlichen Umfeld sehr schnell neue Erkundungsaktivitäten induzieren können.

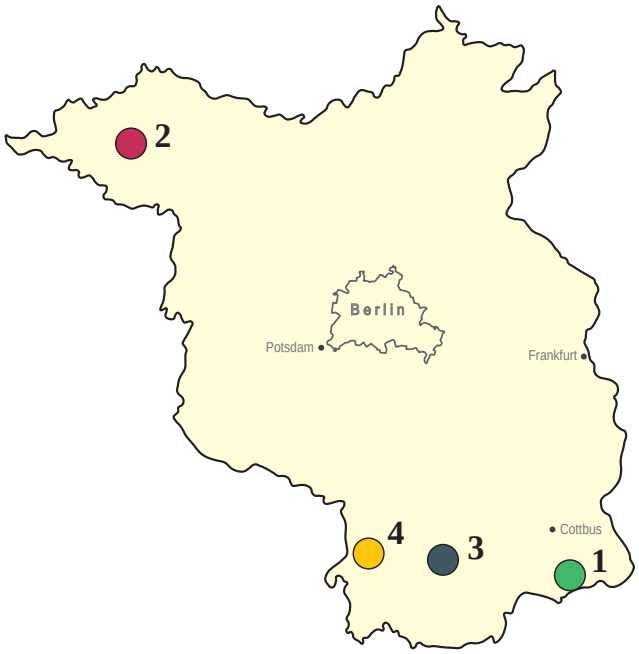


Abb. 10: Lage der erkundeten Lagerstätten tiefliegender fester mineralischer Rohstoffe in Brandenburg 1 – Kupferschiefer Spremberg-Graustein; 2 – Eisenerz Westliche Prignitz; 3 – Anthrazit Doberlug-Kirchhain; 4 – Uranerz Herzberg
Fig. 10: Situation of deep situated raw material deposits in Brandenburg

2.1 Kupfererz

Die Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein (Landkreis Spree-Neiße) repräsentiert Brandenburgs bedeutendste Lagerstätte des tiefen Untergrundes. Sie liegt im Bereich einer nach dem Ort Mulkwitz in Sachsen benannten Antiklinalstruktur, die bereits zwischen 1953 und 1974 durch geophysikalische Messungen und mehr als 150 Tiefbohrungen eingehend auf Buntmetallvererzungen und Kohlenwasserstoffe untersucht wurde (u. a. Rentzsch & Ludwig 1964, Hennig 1974). Diese Struktur stellt eine Hochlage altpaläozoischer, permischer und triassischer Schichtfolgen dar, die an den Flanken von herzynisch streichenden Störungen begrenzt und durch rheinisch sowie E–W streichende Störungen untergliedert wird (Abb. 11).

Die Untersuchungen belegten einen tektonisch komplizierten Internbau, zeigten aber auch, dass an der Zechsteinbasis ein sedimentologisch mächtig entwickelter Kupferschiefer (T1) vorhanden ist. Zusammen mit dem direkt darüber lagernden mergeligen Anteil des Zechsteinkalks (Ca1m) repräsentiert dabei der Kupferschiefer das älteste Sediment des Tafelgebirgsstockwerkes. Er enthält die größten Kupferanreicherungen der Zechsteinbasis. Der liegende, in der Lausitz ebenfalls oft vererzte Sandstein, gehört dagegen in das Oberrotliegend. Die Lagerstätte besteht aus den Erzfeldern Spremberg und Graustein, die durch eine kreidezeitlich angelegte Grabenstruktur, den Türkendorfer Graben, voneinander getrennt sind. Sie erstreckt sich über eine Länge von knapp 15 km und erreicht eine Breite von bis zu 3,5 km (Abb. 12). Wirtschaftlich gewinnbare Kupfer- und weitere Buntmetallkonzentrationen sind hier an die Sandsteine des Präzechsteins, den Kupferschiefer und den unteren Teil des Zechsteinkalks gebunden. Die durchschnittliche Mächtigkeit des Erzkörpers beträgt 2,4 m, jedoch wurden in verschiedenen Bereichen noch deutlich größere Mächtigkeiten nachgewiesen, die bis zu 8,2 m erreichen (Kopp et al. 2008, Kopp, Spieth & Höding 2010). Der Erzhorizont befindet sich in einer Teufenlage zwischen 800 und 1 500 m.

Die Lagerstätte Spremberg-Graustein stellt eine Buntmetall-Lagerstätte dar, die neben Kupfer auch eine Gewinnung von Blei, Zink, Silber und wahrscheinlich auch noch weiterer seltener Metalle ermöglichen würde. Sie gehört zur Gruppe der polymetallischen Vererzungslagerstätten an der Zechsteinbasis vom Typ Niederschlesien. Da die wirtschaftlich bedeutenden Metallanreicherungen mit tektonischen Einflüssen in Verbindung zu bringen sind, ist sie als epigenetische Lagerstätte einzustufen.

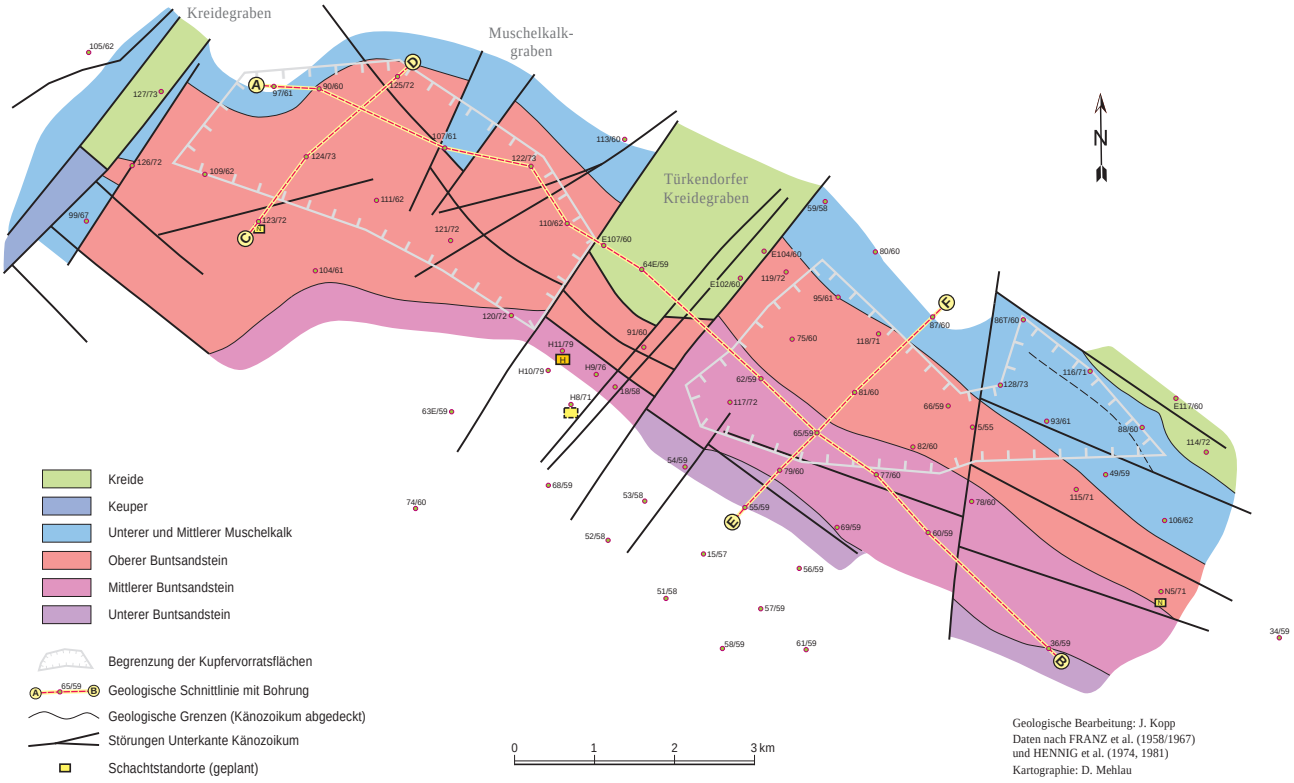


Abb. 11: Abgedeckte geologisch-tektonische Karte des Nordteils der Struktur Mulkwitz mit den Umrissen der Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein.
Fig. 11: Geologic-tectonic map of the northern part of the Mulkwitz-structure. The copper deposit Spremberg-Graustein is outlined.

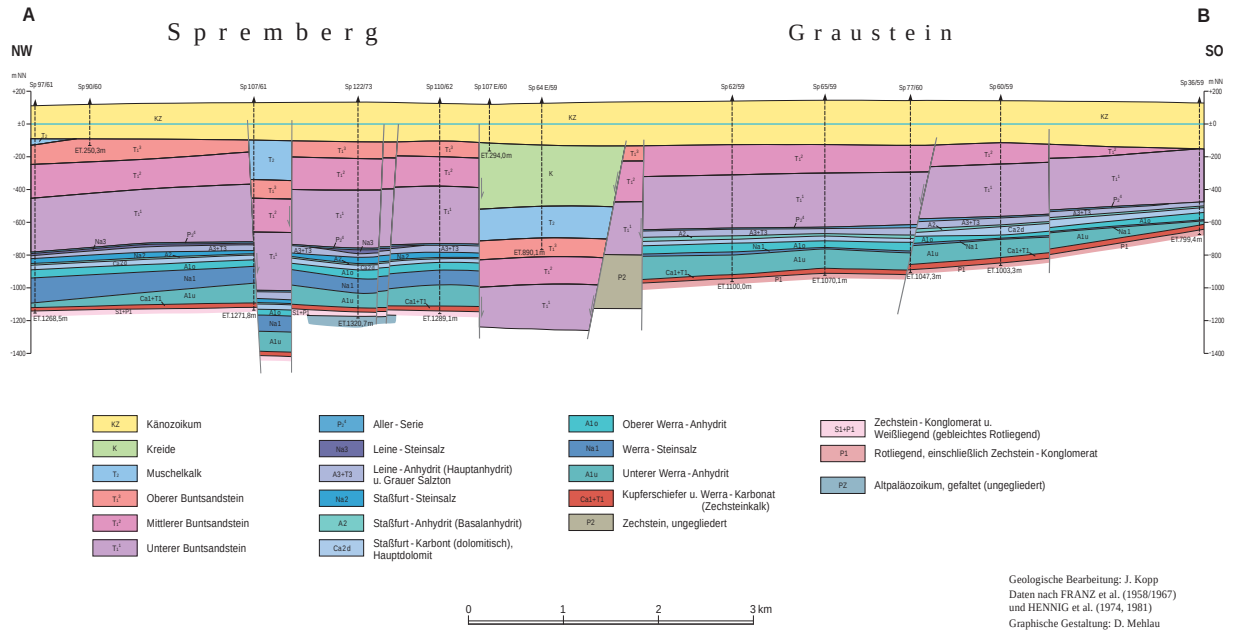


Abb. 12: Geologischer NW–SE-Schnitt durch die Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein (ca. 1,7-fache Überhöhung)
Fig. 12: Geologic section NW–SE through the copper deposit Spremberg-Graustein (exaggeration factor nearly 1.7)

Insgesamt stellen die polymetallischen Vererzungen an der Zechsteinbasis mit einem Metallinhalt von mehreren hundert Millionen Tonnen Kupfer, Blei, Zink und Silber, wie sie im Harzvorland, in der Niederlausitz und im polnischen Niederschlesien nachgewiesen worden sind, die bedeutendsten Buntmetallvererzungen im variszisch gefalteten nördlichen Mitteleuropa dar (Rentzsch et al. 1976).
Nach den bis 2008 durchgeführten geologischen Erkundungen und Neubewertungen der früheren Erkundungsergebnisse wurde der Lagerstätteninhalt mit ca. 100 Mio. t Kupfererz mit einer Gesamtmenge an metallischem Kupfer von ca. 1,5 Mio. t beziffert. Kalkuliert wurde dabei mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt im Erz von 15,3 kg je Tonne (Kopp et al. 2008). Gleichzeitig wurde aber betont, dass mit großer Wahrscheinlichkeit weitere abbauwürdige Kupfererzmengen vorhanden sind.
Der Gehalt an Begleiterzen konnte nach denselben Quellen der lagerstättengeologischen Erkundung ebenfalls abgeschätzt werden:

- Blei ca. 88 800 t,
- Zink ca. 36 500 t,
- Silber ca. 2 270 t.

Daneben ist, in Abhängigkeit von der Art der Aufbereitung und der wirtschaftlichen Tragfähigkeit, die Gewinnung von weiteren Elementen wie Nickel, Rhenium, Selen, Vanadium, Gold, Platin und Palladium denkbar.
Als direkte Folge der rasant gestiegenen Metallpreise auf dem Weltmarkt, insbesondere auch für Kupfer und Silber, bewarben sich 2006 und 2007 mehrere große internationale Bergbaukonzerne um diese Lagerstätte bzw. um die Erlaubnis zur Aufsuchung weiterer Vorräte in Brandenburg und im benachbarten Freistaat Sachsen.
Im Jahr 2007 erteilte das LBGR der MINERA S. A. mit ihrer Tochtergesellschaft Kupferschiefer Lausitz (KSL) GmbH eine bergrechtliche Erlaubnis zum Aufsuchen von Kupfer und begleitenden Metallen für den brandenburgischen Teil des auch nach Sachsen reichenden Erkundungsfeldes im Raum Spremberg-Schleife, in dessen Kernbereich die Kupferschieferlagerstätte „Spremberg-Graustein“ liegt. Eine bergrechtliche Bewilligung und damit das Gewinnungsrecht für die Lagerstätte wurde im Jahr 2010 durch das LBGR erteilt.
Anfang 2011 erfolgte auch die Bewilligung für den Abbau des sächsischen Teils der Lagerstätte durch das Sächsische Oberbergamt, was für die Entwicklung der Gesamtlagerstätte von eminenter Bedeutung ist.
Die im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR in Wünsdorf archivierten Bohrkerne und Einzelproben früherer Erkundungsetappen bildeten für die KSL eine wichtige Grundlage dafür, die Metallgehalte mit modernen Analysenmethoden zu bestätigen bzw. zu verifizieren und davon ausgehend, weitere Untersuchungsarbeiten zu planen (Abb. 13).

Weitere Erkundungsarbeiten der KSL hatten zum Ziel, die Zahlen der Vorratsbasis zu präzisieren und durch weitere Aufsuchungen im Umfeld zu erweitern (Ksl 2010). Dazu wurde von der KSL bisher eine Reihe von Arbeiten durchgeführt:

Abb. 13: Im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archivierte Kerne des Kupferschieferflözes der Lagerstätte Spremberg-Graustein, hier ein Beispiel aus dem Flözbereich aus der Bohrung Cu Sp 74/60, Teufe 957,8 – 960, 6 m (Foto: T. Höding 2014)

Fig. 13: Drill cores of the copper deposit Spremberg-Graustein in the archives of the LBGR, here an example from the bed in well Cu Sp 74/60, position of depth 957,8 – 960,6 m (photo: T. Höding 2014)

Im November/Dezember 2009 erfolgten magnetotellurische Messungen an insgesamt 80 Messstationen entlang von vier Profilen im Bereich der Lagerstätte. Aufgrund vielfältiger Störeffekte konnte das Potenzial dieser Methode nicht völlig ausgereizt werden, dennoch konnten detektierte leitfähige Strukturen als Kupferschiefermineralisation erkannt werden. Abteufen von zwei Bohrungen (Cu Sp 131/09 und Cu Sp 136/09) in den Jahren 2009 bzw. 2010 im Lagerstättenbereich (Abb. 14 und 15). Eine dritte Bohrung wurde auf sächsischem Gebiet niedergebracht. Zielstellungen dieser beiden Bohrungen waren die Verifizierung von Ergebnissen älterer Erkundungsbohrungen, die Gewinnung von Erz für technologische Untersuchungen und die Ermittlung der

Konstanz oder Variabilität der Vererzung. Die Bohrung Cu Sp 131/09 erreichte eine Endteufe von 1 007,2 m und wurde im Rotliegend-Konglomerat ca. 26 m unter der Basis des Kupferschiefers eingestellt. Die Endteufe der Bohrung Cu Sp 136/09 betrug 1 082, 65 m, sie wurde in grauen gefalteten Tonschiefern, vermutlich des Devons, eingestellt.
Im Jahr 2011 führte die Firma DMT GmbH im Auftrag der KSL seismische Untersuchungen (3D-Seismik) des tiefen Untergrundes durch. Die Ergebnisse der Seismik bestätigten die bisherigen Erkenntnisse über die Struktur der Lagerstätte und konnten die Lagerstättenabgrenzung weiter präzisieren. Im Ergebnis entstand ein 3D-Bild des Erzkörpers, das weitere Planungen wie die Standortfestlegung von Schächten und die eines zukünftigen Abbauregimes erleichtert.
Im Ergebnis der Untersuchungskampagne wurde ein abschließender Lagerstättenbericht „Technological Resource Report Spremberg-Graustein-Schleife“ nach internationalem Standard erstellt (vgl. auch Tab. 2).

Im Mai 2014, während der Planung weiterer Erkundungsarbeiten und der Ausarbeitung von Antragsunterlagen für das Raumordnungsverfahren durch die KSL GmbH, gab ihr Mutterkonzern Minera S.A. bekannt, dass die Pläne zur Erschließung der Lagerstätte vorerst auf Eis gelegt werden. Grund dafür sei vor allem der stagnierende Weltmarktpreis für Kupfer. Die bisherigen Planungen und Vorarbeiten des Unternehmens könnten aber bei Veränderung verschiedener externer Faktoren vollinhaltlich weitergeführt werden (Abb. 16).
So gehen die bisherigen Unternehmensplanungen dahin, die Tagesanlagen des Bergwerkes im östlichen Außenbereich der Stadt Spremberg zu errichten. Die Lagerstätte soll über 2 Tagesschächte bergmännisch erschlossen werden. Der optimale Schachtstandort ergibt sich aus der Entfernung zu den beiden Lagerstättenteilen (Spremberg, Graustein), der Geologie der einzelnen Gesteinsschichten, der Tektonik des Gebirges sowie aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Neben den Schächten wird auf dem Betriebsgelände eine Aufbereitungsanlage geplant, die aus dem Roherz durch Flotationsverfahren ein Kupferkonzentrat anreichert. Dieses Konzentrat wird direkt an die weiterverarbeitende Industrie abgegeben werden.
Das geplante Kupferbergwerk ist gemäß der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau) umweltverträglichkeitspflichtig, wodurch die Genehmigung im Rahmen eines bergrechtlichen Planfeststellungsverfahrens notwendig wird. Zuständige Genehmigungsbehörden sind die für das Land Brandenburg und für den Freistaat Sachsen zuständigen Bergbehörden. Da sich der überwiegende Teil des untertägigen Grubengebäudes sowie die Tagesanlagen, einschließlich der Zugangsschächte in Brandenburg befinden werden, wird die Federführung des Genehmigungsverfahrens voraussichtlich dem LBGR obliegen.
Bis zur unternehmerischen Entscheidung der Minera S.A. vom Mai 2014 war die KSL GmbH davon ausgegangen, mit der Förderung des Kupfererzes im Jahr 2024 beginnen zu können. Die Lebensdauer des Bergwerks wurde nach den vorliegenden Daten mit mindestens 20 Jahren angegeben.

Abb. 14: Öffentliche Zeremonie anlässlich des „Ziehens des letzten Bohrkerns“ auf der Bohrung Cu Sp 131/09, Spremberg 2010 (Foto: T. Höding)
Fig. 14: Public ceremony on the occasion of the „pull off of the last core” in the well Cu Sp 131/09, Spremberg 2010 (photo: T. Höding)

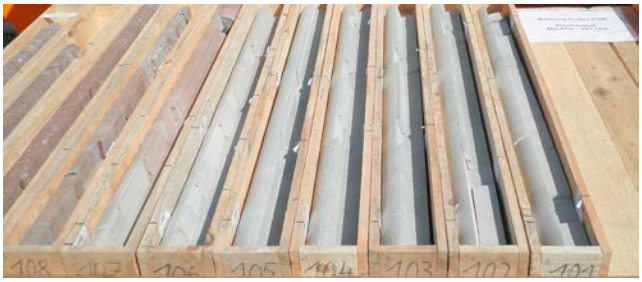


Abb. 15: Neu erbohrte öffentlich präsentierte Kerne der Kupferschiefererkundung – Bohrung Cu Sp 131/09, Spremberg 2010 (Foto: T. Höding)
Fig. 15: Cores of the „new“ well Cu Sp 131/09, Spremberg 2010 (photo: T. Höding)

Metallgehalte „indicated resources“ (115 Mio. t)	Kupfer	1,47 %
	Silber	24,1 g/t
	Blei	0,21 %
	Zink	0,09 %
	Gold	0,14 g/t
Metallgehalte „inferred resources“ (14,5 Mio. t)	Kupfer	1,46 %
	Silber	29,9 g/t
	Blei	0,28 %
	Zink	0,07 %
	Gold	0,03 g/t

Tab. 2: Metallgehalte in der Lagerstätte Spremberg-Graustein nach aktuellen Erkundungsergebnissen (KSL 2014)
Tab. 2: Raw material content of the Spremberg-Graustein deposit in accordance to the current process of exploration (KSL 2014)

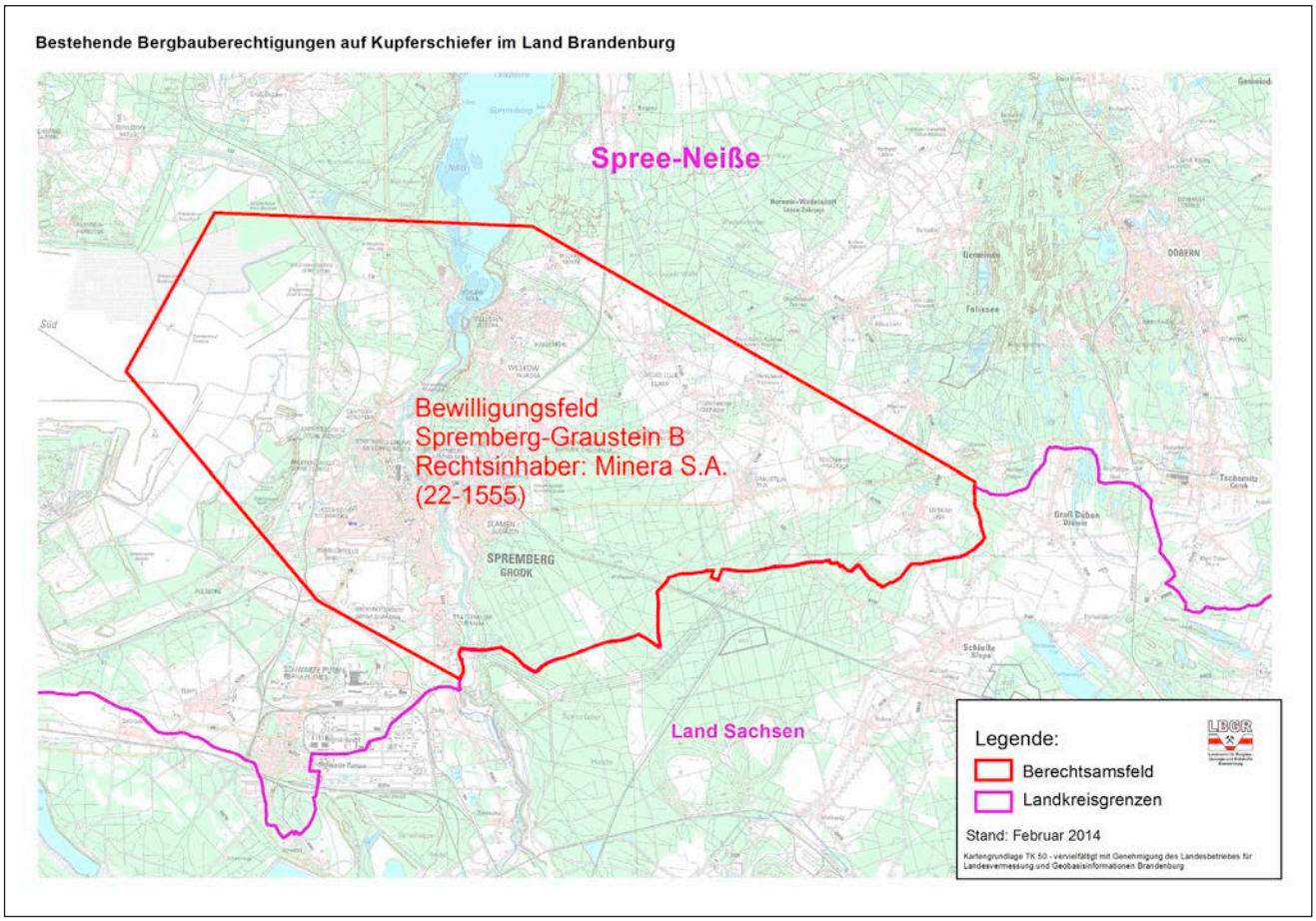


Abb. 16: Bewilligungsfeld Kupferschieferlagerstätte Spremberg-Graustein in Brandenburg, Stand 2014
Fig. 16: Concession of the copper deposit Spremberg-Graustein in the state of Brandenburg, as 2014

2.2 Eisenerz

In der westlichen Prignitz im Raum Perleberg treten Eisenerze lagerstättenbildend im Jura auf. Sie sind fast ausschließlich an den Höheren Korallenoolith des Malm gebunden. Ähnliche Erze wurden im Raum Salzgitter (Niedersachsen) bergbaulich gewonnen.
Die erkundete Eisenerz-Lagerstätte „Westliche Prignitz“ befindet sich geographisch nordwestlich von Perleberg im äußersten Nordwesten Brandenburgs (Abb. 17). Geologisch wird sie von den Aufwölbungen der Salzstrukturen Werle, Rambow, Wittenberge und Helle eingegrenzt.
Die Lagerstätte konnte im Verlauf dreier Erkundungsetappen (1960 – 1964, 1965 – 1967 und 1980 – 1984) ausgewiesen werden. Der Nutzhorizont des Höheren Korallenoolith befindet sich in einem Teufenbereich zwischen 600 und 1 000 m. Während er nach Westen und Südosten abtaucht, beißt er nach Norden und Süden teilweise aus. Im Höheren Korallenoolith sind zwei Flöze (Ober- und Unterflöz) ausgebildet. Die Erzmächtigkeit in beiden Flözen liegt zwischen 1,50 m und 3,50 m.
Das Eisenerz besteht aus Eisensilikatooiden (Goethit mit Kieselgel) und weist zu etwa 50 % eine tonig-mergelige Matrix auf. Der Eisengehalt im trockenen Roherz liegt zwischen 23 und 35 %. Eine getestete zweistufige Aufbereitung führte zu einem Erzkonzentrat mit > 48 % Fe. Die erkundeten Vorräte zeigt Tabelle 3.
Eine Erweiterung der Vorratssituation erscheint möglich (Beer & Eckhardt 1993, Höding et al. 2007).
Die bergbauliche Gewinnung der Eisenerze ist jedoch gegenwärtig aufgrund der gegebenen Lagerstättenkonditionen nicht rentabel. Die Eisengehalte sind im internationalen Vergleich zu gering. Zudem würden bei einem Abbau große Mengen salzhaltiger Lagerstättenwässer anfallen, deren Entsorgung problematisch ist. In den 1990er Jahren gab es kurz anhaltende Interessenbekundungen, die Lagerstätte durch einen biogeochemischen Lösungsbergbau zu erschließen, die sich jedoch vor einer bergrechtlichen Zulassung wieder zerschlugen. Für die Lagerstätte sind derzeit keine Bergrechte durch das LBGR vergeben. Aus diesen Gründen finden derzeit auch keine weiteren Erkundungsmaßnahmen statt.

Vorräte	Roherz bergfeucht	715 Mio. t
	Fe-Menge im Roherz	168 Mio. t

Tab. 3: Vorratszahlen der Eisenerzlagerstätte „Westliche Prignitz“ (gerundet, nach Erkundungsergebnissen)
Tab. 3: Reserves of the iron ore deposit Western Prignitz

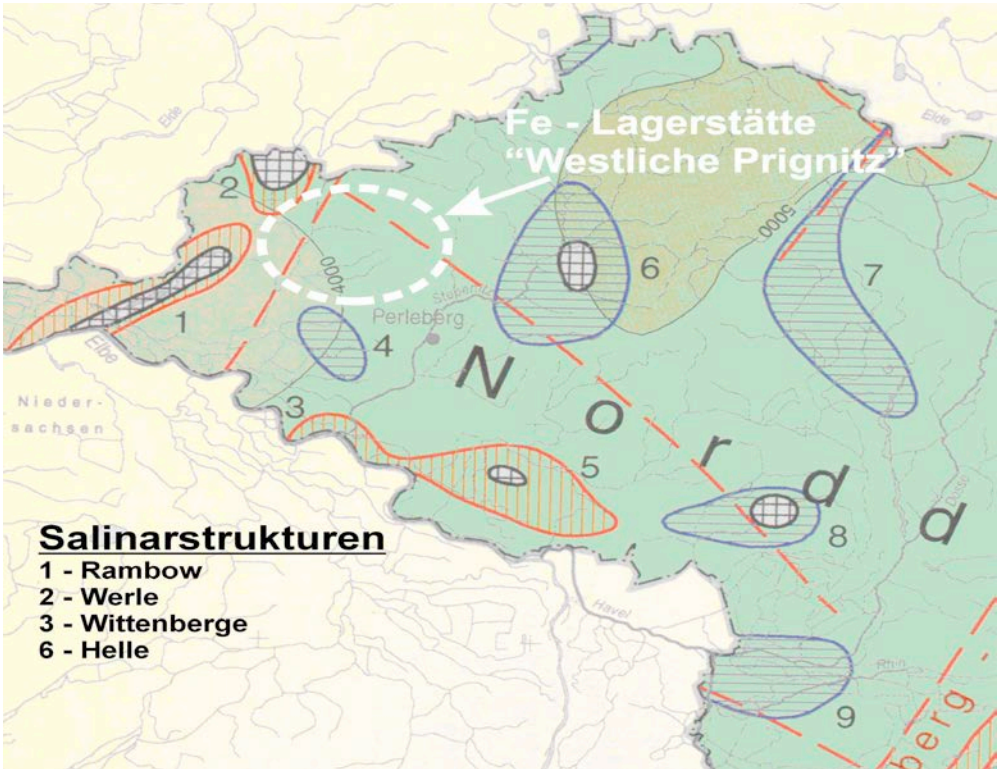


Abb. 17:
Lage der Eisenerzlagerstätte „Westliche Prignitz“ zwischen den Salinarstrukturen Rambow, Werle, Wittenberge und Helle

Fig. 17:
Position of the iron ore deposit „Western Prignitz” between the salt structures of Rambow, Werle, Wittenberge and Helle

Mehrere Hundert Meter Bohrkerne und Einzelproben aus den verschiedenen Erkundungsetappen der Lagerstätte sind im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR in Wünsdorf archiviert (Abb. 18).
Sie stehen sowohl für eine wissenschaftliche Bearbeitung als auch für potenzielle Nutzungsinteressenten an der Lagerstätte zur Verfügung. Auch hier dürfte – ähnlich wie bei der Kupferschieferlagerstätte Spremberg-Graustein – im Falle künftiger Untersuchungen im Vorfeld einer industriellen Nutzung für einen Investor ein Betrag von mehreren Millionen Euro einsparbar sein.

Abb. 18: Eisenerz „Westliche Prignitz“ – im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archivierte Proben der Bohrung KW I/3/63 (Foto: T. HÖDING 2014)
Fig. 18: Iron ore „Western Prignitz“ – well cores from the well KW I/3/63 in the well core archive of the LBGR (photo: T. HÖDING 2014)

2.3 Anthrazit

Die Anthrazit-Lagerstätte Doberlug-Kirchhain (Landkreis Elbe-Elster) liegt nördlich der gleichnamigen Stadt bzw. grenzt direkt an das Stadtgebiet. Sie ist an die Werenzhainer Mulde gebunden, die sich westlich und nördlich der Stadt über eine Länge von etwa 13 km erstreckt. Ihre Muldenachse verläuft SW–NE. Westlich von Kirchhain grenzt der Südrand der Werenzhainer Mulde an den Kirchhainer Sattel, der im Kern von Unter- und Mittel-Kambrium aufgebaut wird und im Norden an das der Mitteldeutschen Kristallinzone vorgelagerte Mittel-Kambrium. Die Breite der Mulde beträgt westlich Kirchhain etwa 5 km. Die hier vorkommenden Schichten gehören dem Unter-Karbon (Ober-Visé) an und werden im Wesentlichen unterteilt in:

- „Werenzhainer Schichten“ (Konglomerate),
- „Kirchhainer Schichten“ (Tonschiefer, Kohleflöze),
- „Doberluger Schichten“ (Lyditgrauwacken) und
- „Finsterwalder Schichten“ (kalkbetonte Grauwacken, Kohlenkalke, Tonschiefer).

In die Schichten des Unter-Karbon sind Andesite intrudiert, die infolge ihrer Horizontbeständigkeit zur Schichtparallelisierung herangezogen wurden. Das Liegende bildet das Mittel-Kambrium.
Die Hauptflözführung ist an die Tonschiefer der Kirchhainer Schichten gebunden, während sowohl in der Konglomerat-

als auch der Grauwackenzone nur eine unbedeutende Flözführung gefunden wurde. Die Lagerung der Schichtfolgen ist im Allgemeinen flach mit einem Einfallen von etwa 10°. Sie werden von meist flach erzgebirgisch streichenden Störungen durchzogen, die oft bis in das Deckgebirge reichen und für eine hydrogeologisch komplizierte Situation mit verantwortlich sind.

Die Erkundung der Lagerstätte wurde bereits vor 1945 begonnen, konnte jedoch erst zwischen 1947 und 1956 abgeschlossen werden. Dazu sind insgesamt mehr als 120 Tiefbohrungen mit Teufen bis zu 700 m niedergebracht worden. Sie trafen 19 Flözpartien mit einer Mächtigkeit von bis zu 2 m an. Jedoch konnten die entscheidenden Erkundungsergebnisse erst durch das Abteufen des Untersuchungsschachtes „Kirchhain I“, der planmäßig seine Endteufe von 428,8 m (Pumpensumpf) erreichte, erzielt werden (Abb. 19). Auf der 407 m-Sohle wurde ein 1 147 m langer Untersuchungsquerschlag nach Norden aufgefahren, an den sich mehrere senkrecht dazu verlaufende Grundstrecken mit Längen bis zu 300 m anschlossen (Bührig 1958, Beer, Eckhardt & Göthel 2010; vgl. auch Abb. 20).

Die Anthrazitlagerstätte Doberlug-Kirchhain enthält 19 Flözpartien, von denen 11 infolge ihrer Ausbildung als Brandschiefer (Kohle mit 35 – 65 % Glührückstand) und

Abb. 20: Anthrazit Doberlug-Kirchhain – im Bohrkern- und Probenarchiv des LBGR archivierte Probe (Foto: D. Mehlau 2014)

Fig. 20: Anthracite Doberlug-Kirchhain – sample archived in the well core archive of the LBGR (photo: D. Mehlau 2014)

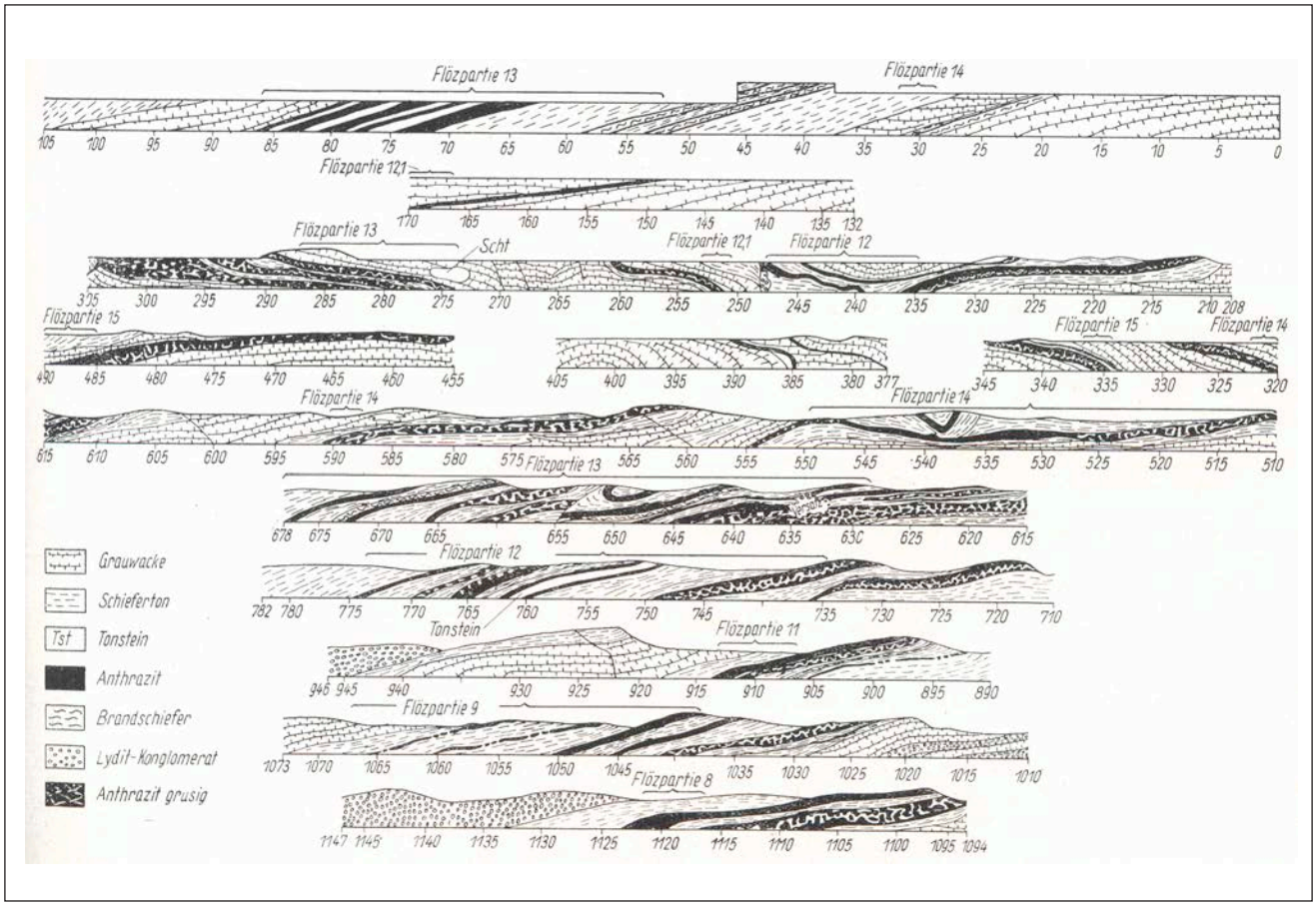


Abb. 19: Schnitt durch den Nord-Untersuchungsquerschlag auf der 407 m-Sohle im Untersuchungsschacht „Kirchhain I“ (Bührig 1958)

Fig. 19: Section through the northern cross-cut on the 407 m level in the testing shaft “Kirchhain I” (Bührig 1958)

geringer Mächtigkeit (< 0,3 m) in die Vorratsberechnungen von 1960 nicht einbezogen wurden.
Die Vorräte betragen auf 27 km² Fläche ca. 70 Mio. t. Es sind 7 Flöze, verteilt auf 9 bis 10 Flözbänke, mit bilanzwürdigen Vorräten vorhanden, die allerdings eine unterschiedliche Verbreitung aufweisen. Im Falle einer Gewinnung würde sich ein Dreiflözbergbau mit den Flözen 12, 13 und 15 ergeben, da diese etwa 90 % der berechneten Vorräte enthalten.
Aufgrund der geringen Größe dieses isolierten intramontanen Vorkommens und der hohen zu erwartenden Aschegehalte (Brandschiefer) erfolgte im Nachgang der Erkundung kein Abbau. Auch für die Zukunft ist keine bergbauliche Gewinnung zu erwarten.

2.4 Uranerz

Die ursprünglich auf Sachsen und Thüringen fokussierte Uranerz-Erkundung der SDAG Wismut erreichte in den 1950er und 1960er Jahren auch das Gebiet des heutigen Bundeslandes Brandenburg. Die Suche konzentrierte sich dabei auf den Fläming und auf den südbrandenburgischen Raum.
Nahe der Stadt Herzberg (Landkreis Elbe-Elster) konnte dabei eine kleinere Uranerzlagerstätte nachgewiesen werden (Beer, Eckhardt & Göthel 2010). Eine Detailerkundung erfolgte nicht, da eine Rohstoffgewinnung nicht zu erwarten war. Auch zum heutigen Zeitpunkt liegen keine belastbaren lagerstättengeologischen Daten vor. Bergrechte für diese Lagerstätte wurden durch das LBGR nicht verliehen.

3. Speicherpotenziale

Brandenburg verfügt im Untergrund über ein besonders perspektivreiches Speicherpotenzial für die behälterlose unterirdische Speicherung von Kohlenwasserstoffen und anderen Medien, im Folgenden vereinfacht als Untergrundspeicherung bezeichnet. Stratigraphisch betrifft dies insbesondere die Gesteinsformationen des Zechsteinsalzes für die Anlage von Kavernenspeichern und die mesozoischen Sandstein-Aquifere im Mittleren Buntsandstein sowie jene vom Keuper bis zum Mittel-Jura für die Anlage von Porenspeichern, teils auch Oberrotliegend und Kreide. Die Unterschiede zwischen beiden Speicherprinzipien verdeutlicht Abbildung 21.
Untergrundspeicher können zunehmende Bedeutung für die Zwischenlagerung von Gas, von flüssigen Energieträgern, als Druckluftspeicher, zur Wärme- bzw. Kältespeicherung sowie z. T. als unterirdische Deponien erlangen.

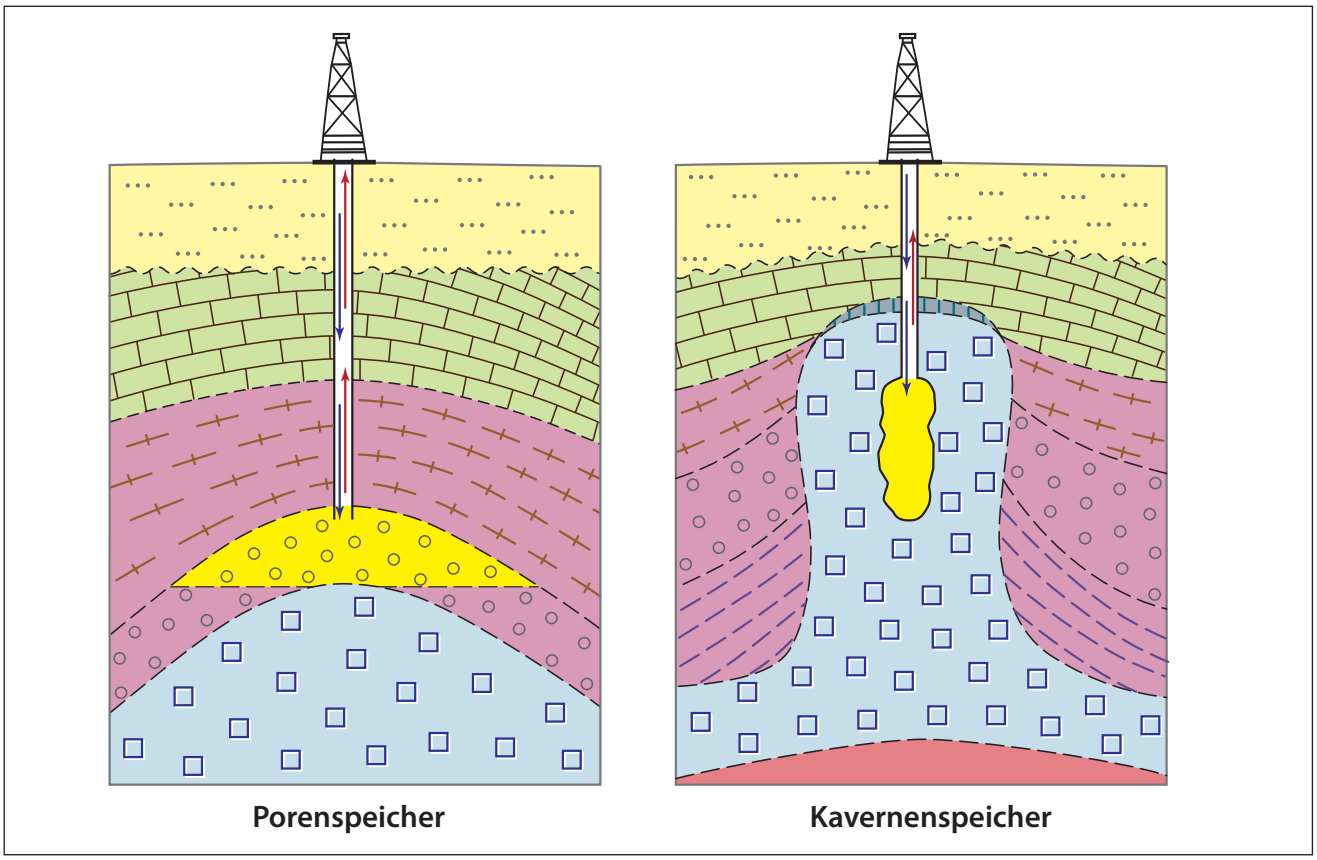


Abb. 21: Darstellung der Speicherprinzipien von Porenspeichern (z. B. in mesozoischen Sandsteinaquiferen, links) und Kavernenspeichern (im Zechsteinsalinar, rechts)
Fig. 21: Principle of storage in porous rocks (for example mesozoic sandstones – left) and in caverns (for example salt of the Zechstein – right)

Die Untergrundspeicherung von gasförmigen und flüssigen Rohstoffen und Energieträgern dient dem Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfsschwankungen, der Abdeckung von großen Bedarfsspitzen sowie als strategische und Havariereserve (Obst 2011). Auch der Einsatz zur Bezugsoptimierung unter Ausnutzung schwankender Gaspreise ist von Bedeutung (Lbeg 2013).

Für die Anlage von Kavernenspeichern eignen sich Salzstöcke und Salzkissen mit Steinsalzmächtigkeiten von mehr als 150 m und Tiefenlagen der Steinsalzoberfläche bis ca. 1 000 m. Diese Strukturen entstanden durch die Mobilisierung der Zechsteinsalze. Durch Salzabwanderung, Salzakkumulationen und Subrosion erfolgte eine starke regionale Differenzierung der Mächtigkeit der Zechsteinsalze (vgl. auch Beitrag M. Göthel & N. Hermsdorf, dieses Heft). Anhaltspunkte für derartige Strukturen liefert die Abbildung 22, die in einer 3D-Darstellung plastisch die sehr variable Tiefenlage der Zechsteinoberfläche zeigt.

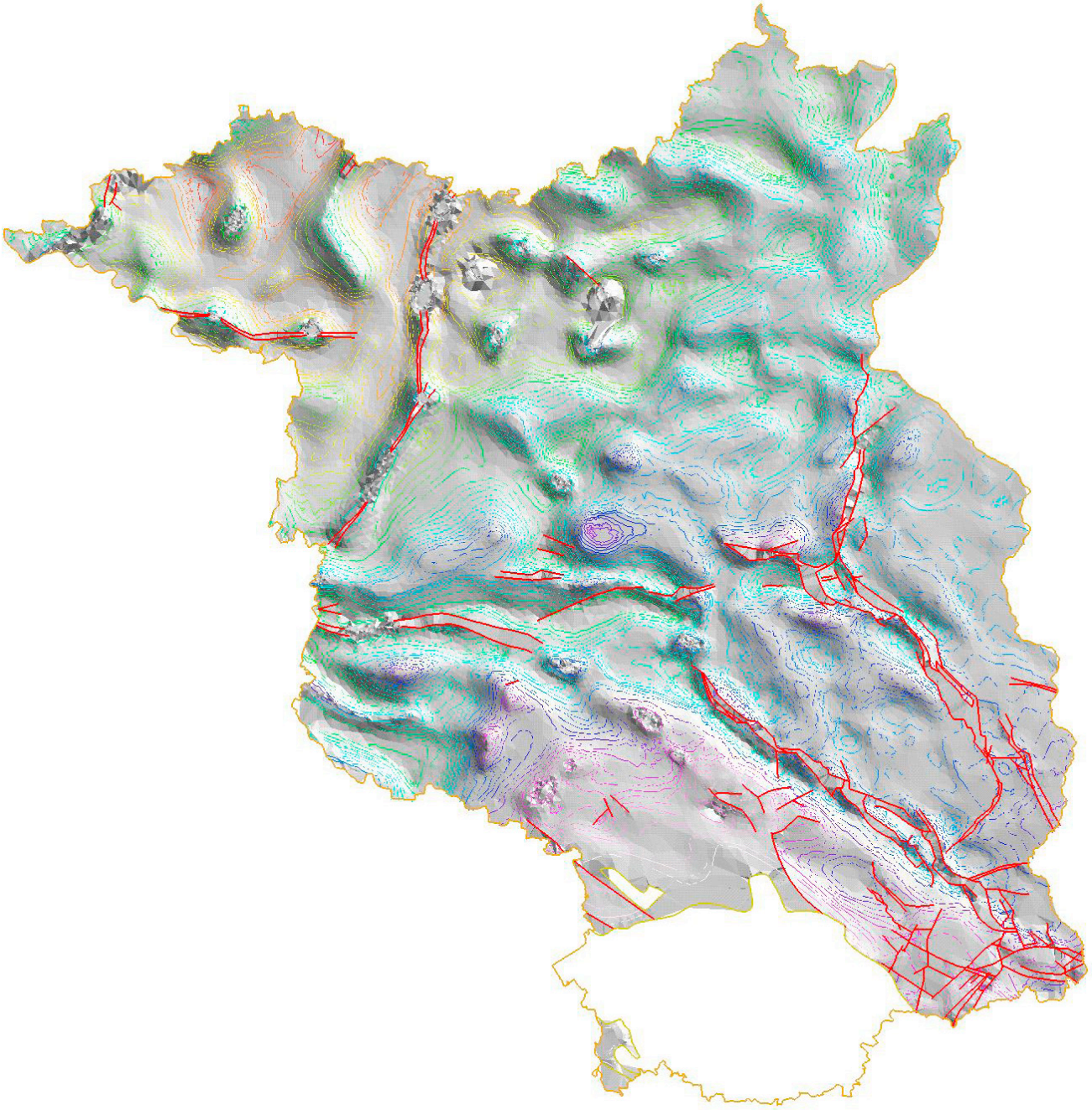


Abb. 22: Vereinfacht modellierte Zechsteinoberfläche in Brandenburg als 3D-Darstellung mit Hauptstörungszonen (aus Höding, Göthel & Stackebrandt 2009)

Fig. 22: Surface of the Zechstein subdivision in Brandenburg as a 3D-view with isolines and main fault zones (from Höding, Göthel & Stackebrandt 2009)

Im detaillierter aufgelösten 3D-Modell des Landes Brandenburg heben sich die einzelnen Salinarstrukturen noch deutlicher ab und vermitteln einen Eindruck über ihre vielgestaltige Größe, Form und Teufenlage (Abb. 23).
Durch Bohrungen, die vorrangig der Erdöl-Erdgas-Erkundung dienten sowie durch ein dichtes Netz geophysikalischer Untersuchungen kann das Bild der Oberfläche und der bestehenden Strukturen des Zechstein in Brandenburg als gut bekannt angesehen werden. Für den Internbau der betrachteten Salzstrukturen trifft dies nur mit Einschränkungen zu (Abb. 24).
Salzkissen sind dabei prinzipiell besser für die Anlage von Kavernenspeichern geeignet als Salzstöcke, da deren interner Bau meist weniger gestört ist. Dafür jedoch liegen sie meist tiefer. Maßgeblich für die Eignung von Salzgesteinen für die Anlage von Kavernenspeichern ist deren Gasdichtheit. In Salzstöcken können die Salzgesteine bis über 2 000 m mächtig werden. Über Bohrungen können in diesen Salzgesteinen durch gezielte „Ausspülung“ mit Wasser (Süßwasser bzw. Halbsole) Kavernen ausgesolt werden, die dann als Speicher nutzbar sind.

Durch den Geologischen Dienst Brandenburg wurden 31 Salinarstrukturen (Salzstöcke bzw. Salzkissen) kartiert, die perspektivisch Speichermöglichkeiten in Kavernen bieten. Eine dieser Strukturen – Rüdersdorf – wurde bereits zur Anlage von Kavernen genutzt (Abb. 25 und 26). Die meisten der kartierten Strukturen weisen Salzmächtigkeiten von mehr als 2 000 m auf und die Teufenlage der Steinsalzoberfläche liegt meist zwischen 100 und 500 m, kann in Einzelfällen aber auch 1 500 m erreichen. Abstufungen in der perspektivischen Tauglichkeit dieser Strukturen werden vor allem durch die Merkmale tektonischer Internbau, Gesamtsalzmächtigkeit und Teufenlage der Salzoberfläche bestimmt.

Neben der Speicherung von Kohlenwasserstoffen können Kavernen auch Bedeutung für die Speicherung von Druckluft, als Wärme- und Kältespeicher sowie für Wasserstoff, Methan oder industrielle Abprodukte erlangen. Für das Land Brandenburg ist es am ehesten denkbar, dass in der Zukunft Eignungsuntersuchungen für die Wasserstoffspeicherung in Kavernen durchgeführt werden könnten. Dies wäre für das Land Brandenburg von besonderem Interesse, um aus regenerativen Quellen erzeugten Wasserstoff zu puffern, wie z. B. durch Elektrolyse aus überschüssigem Windstrom gewonnenen Wasserstoff. Dieser Wasserstoff kann dann in bestimmten Mengen direkt dem Stadtgas beigemischt werden.
Die Eignung von Salzkavernen für die Wasserstoffspeicherung ist bereits an den Standorten Teesside (Großbritannien) und Clemens Dome (USA) nachgewiesen (HAMELMANN 2008, CROTOGINO & HAMELMANN 2008), wobei die in den USA betriebenen Wasserstoff-Speicherkavernen hinsichtlich Teufenlage und Volumen solchen Kavernen entsprechen, die auch in brandenburgischen Salzstrukturen angelegt werden könnten.
Da in Wasserstoff eine hohe Energiemenge steckt, ist eine sehr hohe Speicherbarkeit pro Volumeneinheit erreichbar (bis zu 350 kWh/m^3). Das ist wesentlich mehr als bei

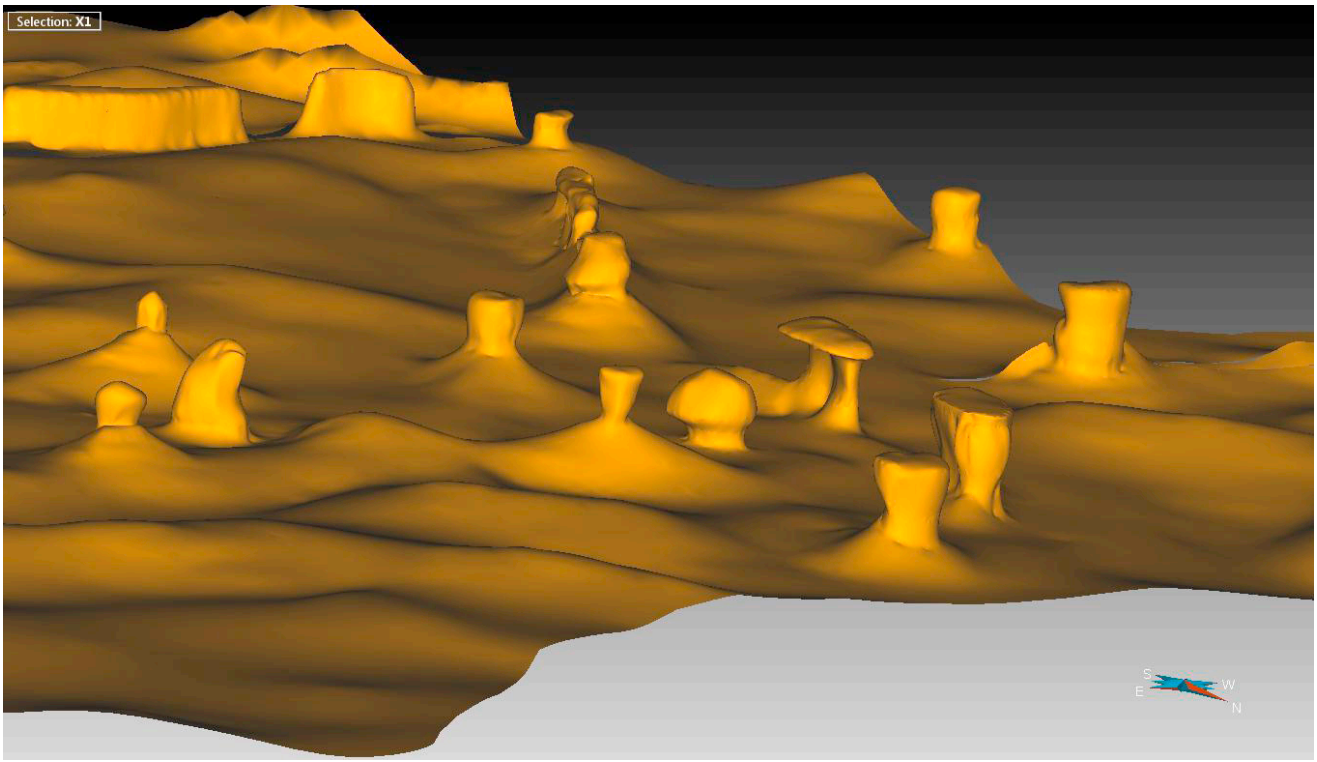


Abb. 23: Salinarstrukturen in Nordostbrandenburg im Raum Perleberg-Wittstock im 3D-Modell. Screenshot Modell Brandenburg 3D (SIMON 2014)

Fig. 23: Salt structures in the northeast of Brandenburg near Perleberg and Wittstock in a 3D view. Screenshot from a 3D-model of Brandenburg (SIMON 2014)

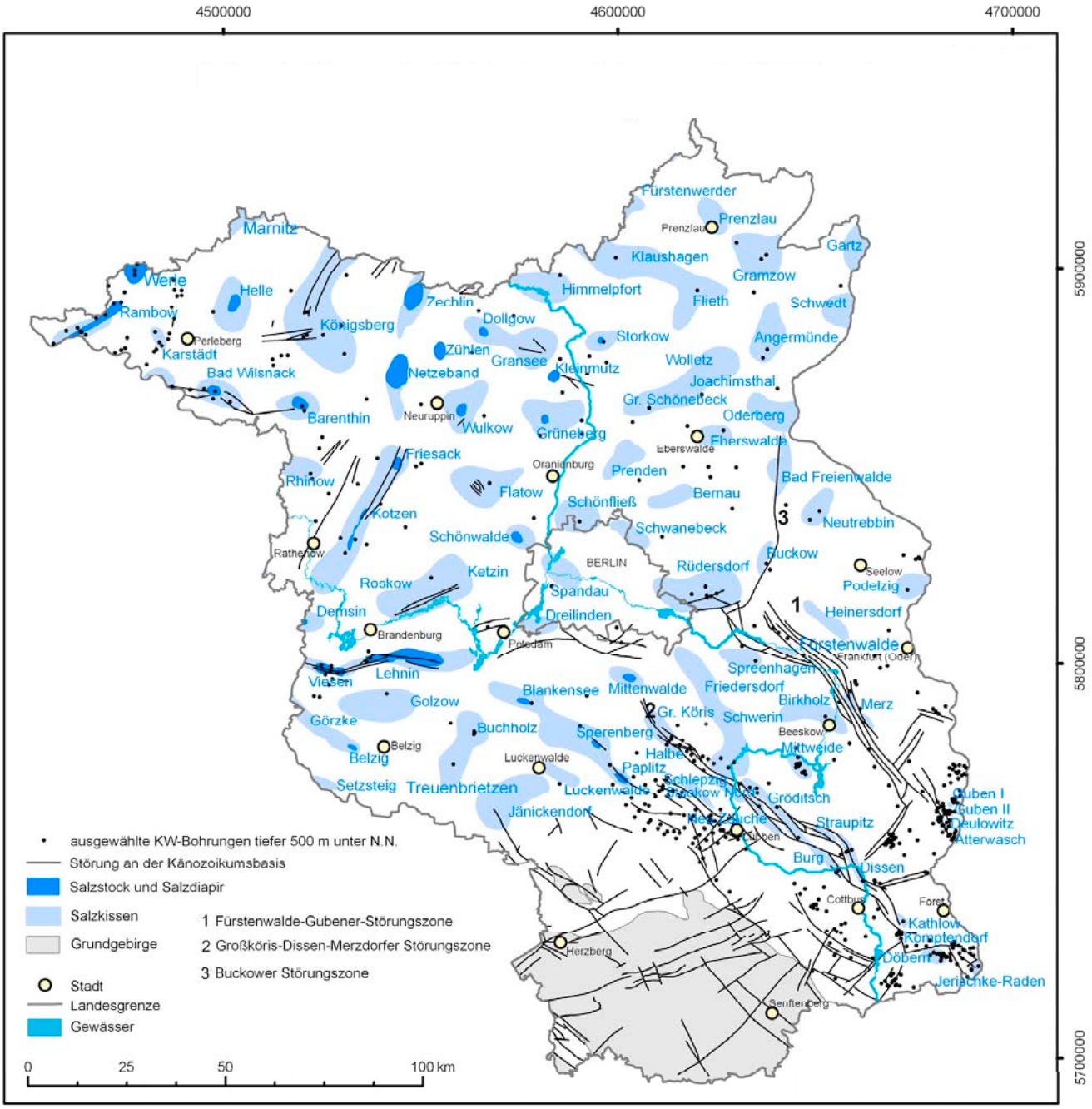


Abb. 24: Salinarstrukturen, Bruchtektonik und Bohrungen der Kohlenwasserstoff-Erkundung in den Ländern Brandenburg und Berlin (bearbeitet nach Reinhold, Krull & Kockel *2008 aus* Bebiolka, Göthel & Höding *2011)*

Fig. 24: Salt structures, fault zones and wells of the hydrocarbon exploration in the states of Brandenburg and Berlin (modified after Reinhold, Krull & Kockel *2008, from* Bebiolka, Göthel & Höding *2011)*

Druckluftspeichern (ca. 2,7 kWh/m³) und wird derzeit nur noch durch die Energiespeicherung in Lithium-Ionen-Akkus erreicht (Buck 2009).

Erste Interessenbekundungen zur Wasserstoffspeicherung in Kavernen wurden von Energieerzeugern Brandenburgs bereits geäußert (Cme 2013) und das Vorhandensein entsprechender potenziell geeigneter Salzstrukturen beispielsweise im Gebiet der Kyritz-Ruppiner Heide im Nordwesten des Landes durch den Geologischen Dienst bestätigt (Höding 2011).

Genauso denkbar und nach ähnlichen Prinzipien verlaufend wäre künftig auch eine Speicherung von Methan, das aus zu puffernden Überschussenergien über eine synthetische Methanisierung aus CO_2 und Wasserstoff hergestellt werden kann. Welcher der beiden Wege sich technologisch durchsetzt, ist derzeit nicht abzusehen.

Für die Anlage von Porenspeichern eignen sich mesozoische Sandsteine in strukturellen Hochlagen, wenn sie durch abdichtende Deckschichten wie Salze und/oder to-

Abb. 25: Ansicht der Tagesanlagen des Kavernenspeichers der EWE GmbH in Rüdersdorf (Foto: EWE Gasspeicher GmbH Rüdersdorf 2011)

Fig. 25: View on the surface plant of the cavern storage site of the EWE GmbH in Rüdersdorf (photo: EWE Gasspeicher GmbH Rüdersdorf 2011)

Abb. 26: Sonarbild (mittels Ultraschall vermessener Hohlraum) der Kaverne K 102 der EWE GmbH in Rüdersdorf, Quelle: SOCON Sonar Control Kavernenmessung GmbH

Fig. 26: Sonar picture of the cavern K 102 of the EWE GmbH in Rüdersdorf, source: SOCON Sonar Control Kavernenmessung GmbH

nige Gesteine überlagert werden und Bruchstörungen oder Störungssysteme keine Wegsamkeiten für die zu speichernden Medien schaffen, also „verheilt“ sind.

Durch das Einleiten von Gas über Bohrungen wird das Schichtwasser in diesen Aquiferen verdrängt und es entstehen künstliche Gaslagerstätten. Die Entnahme von Gas aus diesen soll vor allem die jahreszeitlich bedingten Bedarfsschwankungen ausgleichen.

Zur Ausbildung der strukturellen Hochlagen (Antiklinalstrukturen) mesozoischer Sandsteine führte die Mobilisierung der Zechsteinsalze im Untergrund. Die potenziellen mesozoischen Speicherstandorte finden sich somit im Hangenden zahlreicher Salzkissen, die außer im Südwesten (Lausitzer Triasscholle und westlich davon gelegene Triasausstrichgebiete) prinzipiell im ganzen Land vorhanden sind (Abb. 27).

Die Teufenlagen der Speicherhorizonte und die Mächtigkeiten der Bedeckung sind dabei abhängig vom konkreten Standort im Land und werden generell durch das Absinken der Schichten des Norddeutschen Beckens in Richtung Nordwest (beckentiefster Bereich im westlichen Mecklenburg-Vorpommern) bestimmt (zur Entwicklung des Norddeutschen Beckens und seines Stoffbestandes vgl. Littke et al. 2008). Im Süden trennen die Mitteldeutschen Hauptabbrüche das Norddeutsche Becken vom variszisch konsolidierten Grundgebirge der Lausitz. Dort finden sich keine für eine Untergrundspeicherung geeigneten Sandsteine mehr.

Stratigraphisch sind derartige potenzielle Speicherhorizonte in Brandenburg vor allem im Oberrotliegend II, im Mittleren Buntsandstein, vom Keuper bis zum Mittleren Jura sowie in der Unterkreide zu finden. Regionale Verbreitung und Mächtigkeit der wichtigsten Speicherhorizonte wurden durch Bebiolka, Göthel & Höding (2011) untersucht, eine aktuelle detaillierte Darstellung der wichtigsten Aquifere und Aquiferkomplexe, die sowohl für die Untergrundspeicherung als auch für die hydrothermale Geothermie interessant sein könnten, gibt M. Göthel in diesem Heft.

Durch den Geologischen Dienst Brandenburgs wurden 23 potenziell für eine Untergrundspeicherung nutzbare Sandsteinstrukturen in Teufen zwischen 500 und 1 400 m kartiert (Manhenke 2010). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass für Speichervorhaben von bestimmten Medien unter Umständen weitere spezielle Anforderungen erfüllt sein müssen. Für die einige Jahre lang auch in Brandenburg betriebene Suche nach Speichermöglichkeiten für CO_2 (CCS-Technologie) wurden beispielsweise Teufenlagen der Speicherhorizonte von mindestens 800 m unter Gelände gefordert (Höding, Göthel & Stackebrandt 2009, Bebiolka, Göthel & Höding 2011).

Detaillierte geologische Erkundungen sind in jedem Fall notwendig, um die Eignung einer Struktur als Porenspeicher zu belegen. Dass derartige Erkundungsarbeiten trotz der gegebenen geologischen Grundvoraussetzungen nicht immer zum Erfolg führen, zeigt das Beispiel des Erkundungsobjektes Schweinrich bei Wittstock (Landkreis Ostprignitz-Ruppin), wo die Erkundungsarbeiten zur Errichtung eines Untergrundgasspeichers durch die Firma Gazprom Germa-

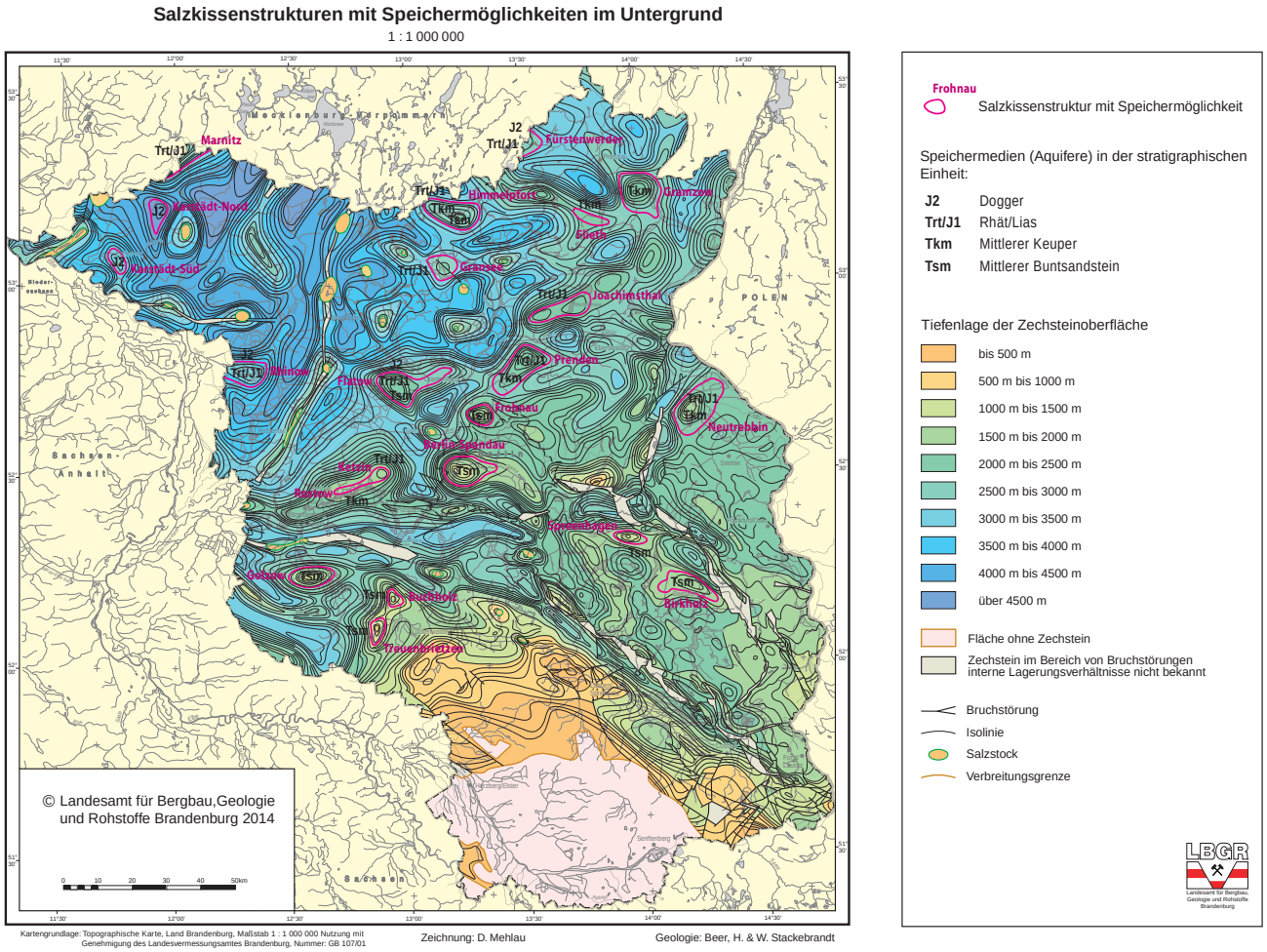


Abb. 27: Salzkissenstrukturen in Brandenburg mit der Möglichkeit zur Anlage von Porenspeichern im Hangenden (Auswahl), Basis: Karte der Tiefenlage der Zechsteinoberfläche 1 : 1 000 000 (Beer & Stackebrandt 2010) (aus Höding, Göthel & Stackebrandt 2009)

Fig. 27: Salt pillow structures in Brandenburg with the possibility of building porous underground storage sites in their hanging layers (selection). Base: map of the subsurface contours of the Zechstein 1 : 1 000 000 (Beer & Stackebrandt 2010) (from: Höding, Göthel & Stackebrandt 2009)

nia Mitte 2009 eingestellt wurden. Die Daten einer niedergebrachten Aufschlussbohrung (Ug Swi 1/09) zeigten zwar günstige petrophysikalische Eigenschaften des Speichergesteins an, die Parameter der abdeckenden Schichten erwiesen sich jedoch für das Vorhaben als ungünstig, u. a. weil die Einspeicherung eines hohen Anteils an Kissengas für einen Speicherbetrieb notwendig gewesen wäre.

Für eine unterirdische behälterlose Speicherung potenziell geeignet sind ferner ausgeförderte Kohlenwasserstofflagerstätten (vgl. Kap. 1 Kohlenwasserstoffe). Planungen für eine Speichererrichtung in diesen Strukturen existieren derzeit in Brandenburg jedoch nicht. Fast alle dieser Lagerstätten wurden um die Jahrtausendwende trotz des Vorhandenseins weiterer Vorräte bzw. Restvorräte aus wirtschaftlichen Gründen (damaliger Erdöltiefpreis) stillgelegt und viele Bohrungen verwahrt.
Ebenfalls technisch möglich und anderswo betrieben ist eine behälterlose Untergrundspeicherung in Felskavernen oder aufgegebenen Grubenbauen. Derartige Interessen, die sich wohl ausschließlich auf den Süden des Landes konzentrieren würden, sind in Brandenburg jedoch bisher nicht geäußert worden.

Seit 2011 unternehmen Bund und Länder einen neuen Anlauf zur Gestaltung eines Verfahrens zur Endlagersuche für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle. Dazu soll zunächst ein Standortauswahlgesetz verabschiedet werden und im Anschluss daran in einem transparenten, kriterienbasierten Standortauswahlverfahren, ausgehend von einer „weißen“ Deutschlandkarte, ein Weg zu einem Endlager gefunden werden. Die Rolle Brandenburgs in diesem Prozess lässt sich derzeit nicht abschätzen, ebenso wenig das zukünftig präferierte Grundprinzip einer Einlagerung (Lagerung in kristallinen Gesteinen, Salzstrukturen oder Tongesteinen).
Abbildung 28 und Tabelle 4 geben einen Überblick über die derzeitigen Speicheraktivitäten im Untergrund von Brandenburg und Berlin.

Name	Speichertyp	Speichermedium	Speichergestein/Stratigraphie	Besonderheiten
Buchholz	Aquifer	Erdgas	Sandstein/Buntsandstein	Erdgasspeicher der Verbundnetz Gas AG, ca. 175 Mio. m³ Arbeitsgasvolumen
Berlin	Aquifer	Erdgas	Sandstein/Buntsandstein	Erdgasspeicher der GASAG, ca. 780 Mio. m³ Arbeitsgasvolumen
Ketzin	Aquifer	Kohlendioxid	Sandstein/ Keuper/Stuttgart-Formation	Speicher unterhalb eines ehemaligen Gasspeichers in derselben Struktur angelegt, ca. 61 000 t CO_2 Inhalt
Rüdersdorf	Kavernen-speicher	Erdgas	Salz/ Zechstein	Erdgasspeicher der EWE AG, ca. 47 Mio. m³ Arbeitsgasvolumen (K101), eine weitere Kaverne bereits gesolt
Berlin (Reichstag)	Aquifer	Kälte- und Wärme-speicherung	Lockergestein/Pleistozän (Kälte); Sandstein/Jura/Hettang-Untersinemur (Wärme)	Kälte- und Wärmespeicherung

Tab. 4: Derzeit betriebene Untergrundspeicher in den Ländern Brandenburg und Berlin
Tab. 4: Underground storage sites in the states of Brandenburg and Berlin

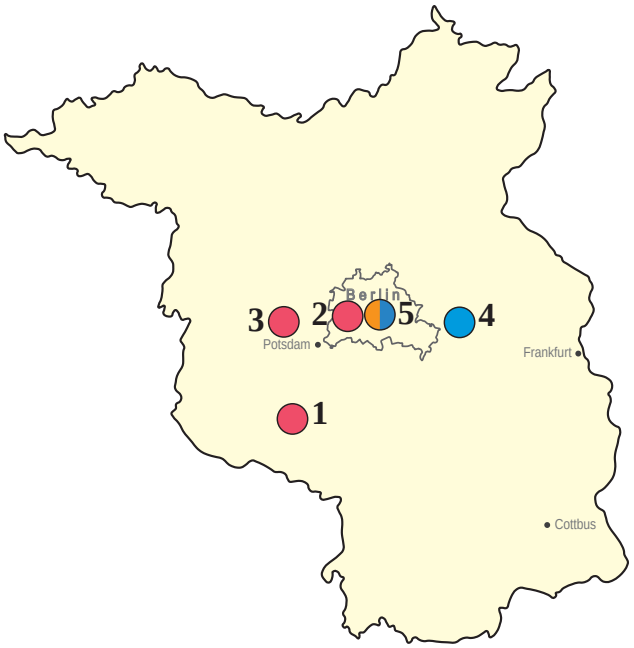


Abb. 28:
Überblickskarte über Standorte von Untergrundspeichern in den Ländern Brandenburg und Berlin
1 – Aquiferspeicher Buchholz;
2 – Aquiferspeicher Berlin;
3 – Aquiferspeicher Ketzin;
4 – Kavernenspeicher Rüdersdorf;
5 – Kälte- und Wärmespeicher Berlin (Reichstag)

Fig. 28:
Map of underground storage sites in the states of Brandenburg and Berlin

Literatur

BEBIOLKA, A., GÖTHEL, M. & T. HÖDING (2011): Speicher- und Barrieregesteine im tiefen Untergrund von Brandenburg und Berlin. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften **74**, S. 82 – 111, Hannover

BEER, H. & G. ECKHARDT (1993): Erläuterungen zur Karte der tiefliegenden Bodenschätze des Landes Brandenburg (Vorkommen und Nutzung) 1 : 300 000. – 21 S., Kleinmachnow

BEER, H. (2000): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Tiefenlinienkarte der Zechsteinoberfläche. – Karte, Kleinmachnow/Potsdam

BEER, H. & W. STACKEBRANDT (2010): Tiefenlage der Zechsteinoberfläche. – In: STACKEBRANDT, W. (Hrsg.): Atlas zur Geologie von Brandenburg. – 4. Aufl., S. 82 – 83, Cottbus

BEER, H., ECKHARDT, G. & M. GÖTHEL (2010): Tiefliegende Bodenschätze. – In: STACKEBRANDT, W. (Hrsg.): Atlas zur Geologie von Brandenburg. – 4. Aufl., S. 128 – 129, Cottbus

BUCK, C. (2009): Zukunft der Energienetze – Energiespeicher. – Pictures of the future, Ausgabe Herbst 2009, München (Siemens)

BÜHRIG, K. (1958): Die bergmännische Erkundung des Steinkohlenvorkommens in der Werenzhainer Mulde westlich Kirchhain N.-L. – Bergbautechnik **8**, 2, S. 59 – 75, Berlin

CME (2013): Clustermanagement Energietechnik Berlin-Brandenburg. – Tagung Rüderdsorf 04.12.2013, Rüdersdorf

CROTOGINO, F. & R. HAMELMANN (2008): Wasserstoff-Speicherung in Salzkavernen zur Glättung des Windstromangebots (2008) zitiert nach:

http://www.ipp.mpg.de/ippcms/ep/ausgaben/ep200802/bilder/wasserstoff_speicher.pdf, Zugriff am 09.03.2011

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

Hamelmann, R. (2008): Stromspeicher Wasserstoff. – NOW Workshop 2008 - Regenerativer Wasserstoff aus der Elektrolyse, Tagungsband, S. 16, Ulm

Hampel, T. (2012): Der bohrende Holländer. – Profirma 01/02 2012, S. 12 – 15, Würzburg (Haufe)

Hennig, D. (1974): Ergebnisbericht über die Erkundung der Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein von 1970-1974. – Bericht GFE Halle, BT Freiberg, 364 S., Freiberg (unveröff.)

Höding, T., Andreae, A., Benisch, H.-J., Göthel, M., Grunert, U., Kopp, J., Ludwig, F., Nestler, P., Renkert, B., Sitschick, H., Stackebrandt, W., Thiem, H.-G. & E. Wetzel (2007): Mineralische Rohstoffe und Energierohstoffe im Land Brandenburg. Rohstoffbericht Brandenburg 2007. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **14**, 2, S. 5 – 110, Cottbus

Höding, T., Göthel, M. & W. Stackebrandt (2009): Geologische Möglichkeiten für die CO_2-Speicherung in Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **16**, 1/2, S. 1 – 18, Cottbus

Höding, T. (2011): Geologische Einschätzung zur Errichtung von Kavernenspeichern im Bereich der Kyritz-Ruppiner Heide. – Bericht LBGR, 24 S., Cottbus (unveröff.)

Hoth, K., Rusbült, J., Zagora, K., Beer, H. & O. Hartmann (1993): Die tiefen Bohrungen im Zentralabschnitt der Mitteleuropäischen Senke – Dokumentation für den Zeitabschnitt 1962-1990. – Schriftenr. für Geowissenschaften **2**, 145 S., Berlin

Kopp, J., Herrmann, S., Höding, T., Simon, A. & B. Ullrich (2008): Die Kupfer-Silber-Lagerstätte Spremberg-Graustein (Lausitz, Bundesrepublik Deutschland) – Buntmetallanreicherungen an der Zechsteinbasis zwischen Spremberg und Weißwasser. – Z. geol. Wiss. **36**, 1, S. 75 – 114, Berlin

Kopp, J., Spieth, V. & T. Höding (2010): Revival of Copper Mining in Germany. – Mining Reporter 2/2010, S. 43 – 53, Essen

Ksl GmbH (Hrsg.) (2010): Endbericht der Erkundungsergebnisse für den brandenburgischen Teil des Erlaubnisfeldes Spremberg – Graustein – Schleife. – Erkundungsbericht, 97 S., 7 Anl., Spremberg (unveröff.)

Ksl (2014): www.kslmining.com, Zugriff am 25.02.2014

Lbeg (2013): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2012. – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, 60 S., 15 Anl., Hannover

Liedtke, M. & J. Vasters (2010): Renaissance des deutschen Kupferschieferbergbaus? – Commodity Top News Nr. **29**, S. 1 – 15, Hannover

Littke, R., Bayer, U., Gajewski, D. & S. Nelskamp (Hrsg.) (2008): Dynamics of Complex Intracontinental Basins. The Central European Basin System. – 520 S., Berlin, Heidelberg (Springer)

Manhenke, V. (2010): Das Geopotenzial Brandenburgs. – In: Stackebrandt, W. (Hrsg.): Atlas zur Geologie von Brandenburg. – 4. Aufl., S. 25 – 33, Cottbus

Obst, K. (2011): Nutzungspotenziale und Nutzungskonflikte im Ostteil des Norddeutschen Beckens – Herausforderungen für die unterirdische Raumplanung. – 77. Jahrestagung AG Norddeutsche Geologen, Tagungsband, 25 S., Cottbus

Pasternack, M. (2013): Exploration und Produktion von Erdöl und Erdgas in Deutschland 2012. – Erdöl Erdgas, Kohle, **129**, 7/8, S. 260 – 273, Hamburg

Piske, J. & H.-J. Rasch (1998): Gesetzmäßigkeiten der Erdöl-Erdgasverteilung in Lagerstätten des Ca2 am Südrand des Zechsteinbeckens (Plattformhang, Karbonatsandbarre). – Geol. Jb. **A 149**, S. 255 – 286, Hannover

Reinhold, K., Krull, P. & F. Kockel (2008): Salzstrukturen Norddeutschlands, Geologische Karte 1 : 500 000. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin, Hannover

Rentzsch, J. & H. Ludwig (1964): Bericht zur komplexen Lagerstättenprognose DDR, Teilthema Kupferschieferprognose DDR, Teil I: Südbrandenburg. – Bericht ZGI Berlin, 116 S., Berlin (unveröff.)

Rentzsch, J., Schirmer, B., Röllig, G. & G. Tischendorf (1976): On the metal source on non-ferrous mineralization in the Zechstein basement (kupferschiefer type). – In: J. Fedak (ed.): The current metallogenetic problems of central Europe. – Geol. Inst. of Poland, S. 171 – 188, Warschau

Rockel, W. & W. Ziegenhardt (1979): Strukturelle Kriterien der Lagunenbildung im tiefen Zechstein im Raum südlich Berlin. – Z. geol. Wiss. **7**, 7, S. 847 – 860, Berlin

Schretzenmayr, S. (1998): Erdöl-Erdgas-Exploration in Brandenburg – Historie, Ergebnisse, Kenntnisgewinn. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **5**, 2, S. 9 – 18, Kleinmachnow

Simon, A. (2014): Brandenburg 3D – Entwicklung eines flächendeckenden Untergrundmodells für das Land Brandenburg. – Abschlussbericht LBGR, 8 S., Cottbus (unveröff.)

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 129 – 138	4 Abb., 1 Tab., 20 Zit.

Nutzung und Potenziale des tiefen Untergrundes in Brandenburg, Teil 2: Erdwärme-Erschließung durch Systeme der Tiefen Geothermie, Wärmespeicherung und Thermalsolegewinnung

Use and potential of the deep underground in the state of Brandenburg, part 2: Development of the geothermal energy by deep geothermal systems, storing of thermal energy, and usage of the thermal brine

Michael Göthel

1 Einleitung

Die Erdwärme kann als CO_2-freie Energie neben weiteren „Erneuerbaren Energien“ eine künftig wichtiger werdende Alternative zur konventionellen Energieversorgung darstellen. Erdwärme steht generell überall und jederzeit zur Verfügung. Bei sachgerechter Bewirtschaftung ist sie praktisch unerschöpflich.

Die „Tiefe Geothermie“ umfasst Nutzungssysteme, bei denen die geothermische Energie bzw. Erdwärme über Tiefbohrungen (Abb. 1) erschlossen wird und im Gegensatz zur „Oberflächennahen Geothermie“ direkt und ohne Temperaturerhöhung mittels Wärmepumpen genutzt werden kann. Nach dieser Abgrenzung beginnt die Tiefe Geothermie bei einer Tiefe von mehr als 400 m und einer Temperatur von über 20 °C. Von Tiefer Geothermie im eigentlichen Sinn sollte man jedoch erst bei Tiefen von über 1 000 m und bei Temperaturen größer als 60 °C sprechen (Stackebrandt & Göthel 2007).

Mit dieser Definition unterscheidet der Personenkreis „Tiefe Geothermie“ des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung die Tiefe Geothermie von der „Oberflächennahen Geothermie“ nach ihrer Einsatztiefe bzw. nach der Energiegewinnungstechnologie zwei Nutzungsformen der Geothermie. Während die Tiefe Geothermie dem Bergrecht unterliegt, wird aus genehmigungsrechtlichen Erwägungen für die Oberflächenahe Geothermie zumeist eine Tiefenauslegung bis zu 100 m gewählt. Ihren hauptsächlichen Einsatzbereich findet sie in der Versorgung von Wohnhäusern zu Heizungszwecken.

Abb. 1: Anlage der Bohrung Neuruppin Sol Nn S2/2006 (Foto: M. Göthel 2007)
Fig. 1: Drilling rig of the borehole Neuruppin Sol Nn S2/2006 (photo: M. Göthel 2007)

2 Geologische Voraussetzungen

Das Vorkommen von geothermischer Energie bzw. Erdwärme als alternative Energiequelle ermöglicht der gewaltige Wärmeinhalt der Erde. Der daran gebundene und zur Erdoberfläche gerichtete kontinuierliche Wärmestrom bedingt auf den Kontinenten eine Temperaturzunahme von durchschnittlich 3 °C pro 100 m Tiefe. Diese Erkenntnis wurde aus systematischen Temperaturmessungen bis zur Teufe von 1 268,6 m in der südlich von Berlin gelegenen und im Salzstock Sperenberg geteuften Bohrung Sperenberg Kb Sper I/1867 gewonnen (Dunker 1872). Aus dieser mit einer End-

teufe von 1 271,7 m bis dahin tiefsten Bohrung der Welt wurde die geothermische Tiefenstufe von 33,7 m für 1 °C Temperaturzunahme aus Messungen bis zu einer Teufe von 1 268,6 m bis zum Oktober 1871 abgeleitet, die noch immer gültig ist. Jedoch ist diese Tiefenstufe durch die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Gesteine Differenzierungen in der Vertikalen und Horizontalen unterworfen (Beer & Hurtig 1999). Während in Salzen, Quarz, basischen gesteinsbildenden Mineralen und silikatischen Bindemitteln eine hohe Wärmeleitfähigkeit nachgewiesen wurde, zeichnen sich Tonminerale, Glimmer und Feldspäte durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit aus (Karl, Manthey & Schuster 1965). Mit zunehmender Porosität und Klüftigkeit nimmt die Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Mineralisation des Grundwassers ab. Mit zunehmendem Gebirgsdruck zur Tiefe nimmt die Wärmeleitfähigkeit zu. Infolge der hohen Wärmeleitfähigkeit des Salzes wird insbesondere in den Salinarstrukturen des Zechsteins ein intensiver, nach oben gerichteter Wärmefluss erzeugt. Dieser Schornsteineffekt bedingt unter der Salinarstruktur und an deren Basis eine Abnahme und im Top der Salinarstruktur eine Zunahme der Temperatur gegenüber der Umgebung. Die Temperaturverteilung zeigt deshalb in Brandenburg und Berlin eine deutliche Beziehung zur Lage der Zechsteinsalinar-Oberfläche. Temperaturmaxima sind mit hohen Mächtigkeiten und Zuwanderungsbereichen des Zechsteinsalinars verbunden, die eine Aufwölbung der Zechsteinsalinar-Oberfläche bewirken. Temperaturminima finden sich in Abwanderungsbereichen des Zechsteinsalinars, die eine Absenkung der Zechsteinsalinar-Oberfläche zur Folge haben. Dies wird insbesondere in den Randsenken der Salzdiapire deutlich. Die positiven Temperaturanomalien in 2 000 m Tiefe (Beer 2003a) der nordöstlichen Lausitz sind auf die an die Lausitzer Lagune gebundene hohe Mächtigkeit des Werrasteinsalzes und des Werraanhydrits (Göthel 2012) zurückzuführen. Bei 4 000 m Tiefe (Beer 2003b) kommt der Mächtigkeitseinfluss der Unterrotliegend-Vulkanite der Norddeutsch-Polnischen Senke auf die Temperaturverteilung hinzu. Während höhere Temperaturen auf ihr Fehlen im Bereich der Westbrandenburg-Schwelle zurückzuführen sind, steht die negative Temperaturanomalie im Raum Berlin mit der hohen Mächtigkeit der Unterrotliegend-Vulkanite in Zusammenhang.

Zur Charakterisierung von Standorten für die Nutzung der Tiefen Geothermie sind deshalb Kenntnisse über geologische Eigenschaften des tiefen Untergrundes notwendig (Abb. 2, vgl. hierzu auch Einlegeblatt zum vorhergehenden Beitrag M. Göthel in diesem Heft). Diese sind vom geologischen Erkundungsstand, d. h. von den Informationen aus Tiefbohrungen und geophysikalischen (hauptsächlich seismischen) Messprofilen abhängig.

Im Land Brandenburg ist in derzeit 126 Tiefbohrungen und in Berlin in einer Tiefbohrung die Temperatur kontinuierlich in Intervallen von 50 m gemessen worden. Davon wurden 34 Bohrungen über 3 000 m geteuft. Der gemessene Temperaturverlauf aus solch einer kontinuierlich vermessenen Bohrung wird insbesondere infolge des Spülungsumlaufs während des Bohrprozesses beeinflusst. Er kann jedoch korrigiert werden, um ihn den wahren Gebirgstemperaturen anzunähern (Beer 1996). Darüber hinaus liegen dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) von 183 Bohrungen Einzeltemperaturwerte aus Testmessungen vor. Diese Temperaturwerte können aus bohrtechnischen Gründen stärker beeinflusst sein und für regionale Aussagen nur begrenzt verwendet werden (Beer & Manhenke 2001).

3. Technologien und Systeme der Tiefen Geothermie

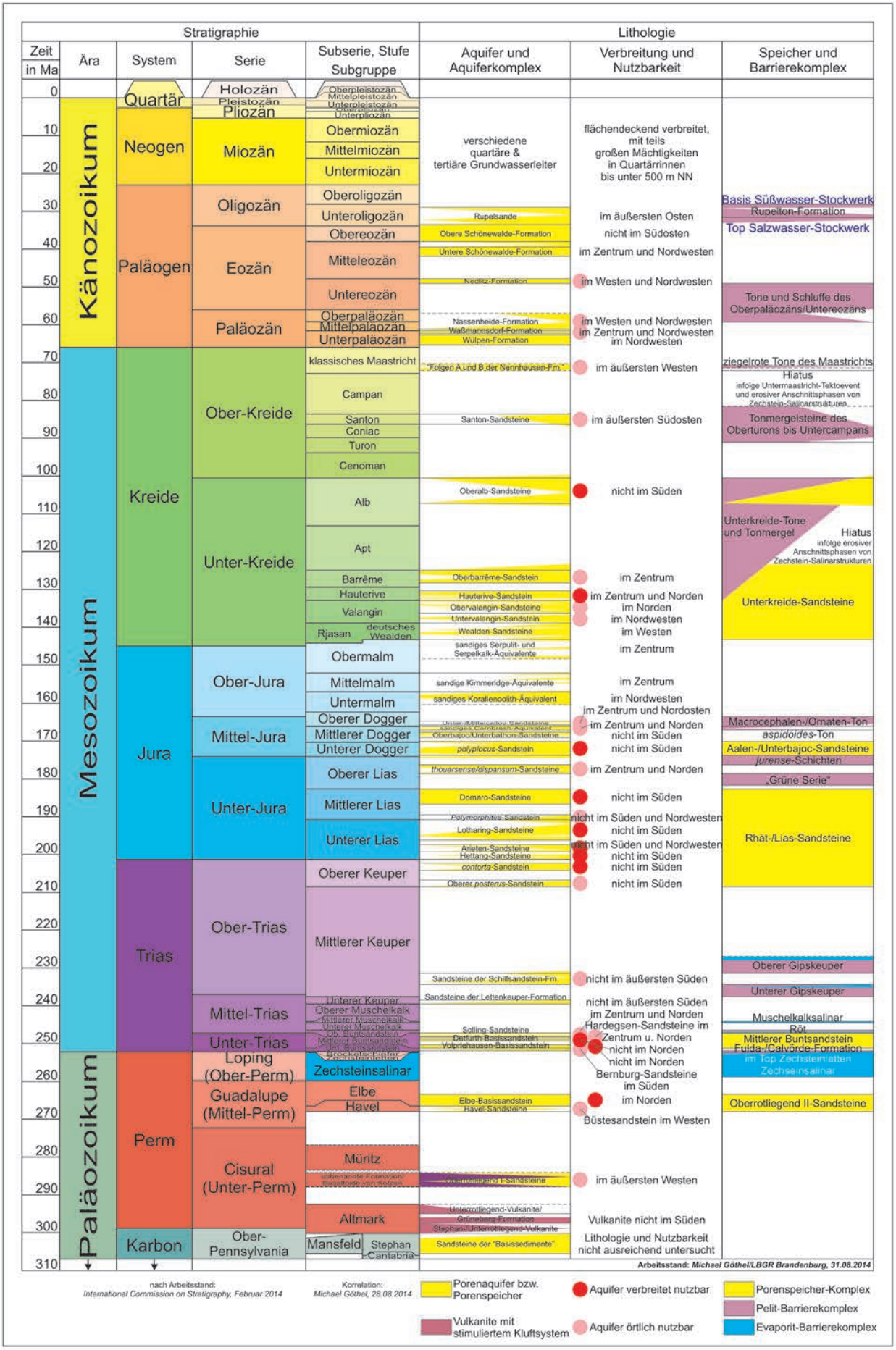
Die tiefengeothermische Erschließung ist zwar grundsätzlich und überall möglich, jedoch sind einige Verfahren bzw. Technologien der geothermischen Energieerzeugung noch in der Forschungsphase oder durch Pilotprojekte im Test. Gegenwärtig wäre die geothermische Stromerzeugung nur gekoppelt mit Heizungsnutzung ab Temperaturen des Untergrundes über 95 °C sinnvoll. Aus Kostengründen wird von Investoren oft die Nutzung bereits in der Vergangenheit ausgebauter Fördersonden aber auch verwahrter Erkundungsbohrungen erwogen (Tab. 1). Die Möglichkeit einer bakteriellen Infizierung von Schichtwässern solcher Fördersonden, wie sie in der Geothermiebohrung Prenzlau Gt Pr 3/89 dokumentiert wurde, ist dabei in Betracht zu ziehen.

3.1 Hydrothermale Systeme

Bei der hydrothermalen Geothermie wird die Erdwärme im Wesentlichen über das Trägermedium Wasser der wärmetechnischen Nutzung zugeführt, welches aus den so genannten Aquiferen (wasserführenden Schichten mit entsprechender Porosität oder Klüftigkeit und anderen Durchflusseigenschaften) gewonnen wird. Solche Aquifere sind in Brandenburg (Göthel 2006) in unterschiedlichen Tiefen vorhanden. Ein wichtiges Tiefenniveau befindet sich um 2 000 m mit Temperaturwerten (in Brandenburg) von ca. 60 bis 95 °C. Höhere Porositäten können Küstensande wegen ihrer besseren Sortierung gegenüber Flusssanden

Abb. 2:
Stratigraphische Zuordnung und Verteilung von Aquifer- bzw. Speichergesteinen und Barrieregesteinskomplexen zur Eignung bei der Hydrothermalen Geothermie, der Kälte-/Wärmespeicherung und als Porenspeicher in Brandenburg einschließlich Berlin

Fig. 2:
Stratigraphic correlation and distribution of aquifer storage rocks, and barrier rock complexes for the qualification as hydro-geothermal systems, storing of cold and thermal energy, and pore storage in the state Brandenburg including Berlin


Stratigraphie
Lithologie
Zeit in Ma
Ära
System
Serie
Subserie, Stufe
Subgruppe
Aquifer und Aquiferkomplex
Verbreitung und Nutzbarkeit
Speicher und Barrierekomplex
Känozoikum
Mesozoikum
Paläozoikum
Quartär
Holozän
Pleistozän
Pliozän
Neogen
Miozän
Obermiozän
Mittelmiozän
Untermiozän
Paläogen
Oligozän
Oberoligozän
Unteroligozän
Eozän
Obereozän
Mitteleozän
Untereozän
Paläozän
Oberpaläozän
Mittelpaläozän
Unterpaläozän
Kreide
Ober-Kreide
klassisches Maastricht
Campan
Santon
Coniac
Turon
Cenoman
Unter-Kreide
Alb
Apt
Barrême
Hauterive
Valangin
Rjasan
deutsches Wealden
Jura
Ober-Jura
Obermalm
Mittelmalm
Untermalm
Mittel-Jura
Oberer Dogger
Mittlerer Dogger
Unterer Dogger
Unter-Jura
Oberer Lias
Mittlerer Lias
Unterer Lias
Trias
Ober-Trias
Oberer Keuper
Mittlerer Keuper
Mittel-Trias
Unterer Keuper
Oberer Muschelkalk
Mittlerer Muschelkalk
Unterer Muschelkalk
Unter-Trias
Ob. Buntsandstein
Mittlerer Buntsandstein
Unt. Buntsandstein
Perm
Loping (Ober-Perm)
Zechsteinsalinar
Guadalupe (Mittel-Perm)
Elbe
Havel
Cisural (Unter-Perm)
Müritz
Altmark
Karbon
Ober-Pennsylvania
Mansfeld
Stephan
Cantabria
verschiedene quartäre & tertiäre Grundwasserleiter
Rupelsande
Obere Schönewalde-Formation
Untere Schönewalde-Formation
Nedlitz-Formation
Nassenheide-Formation
Waßmannsdorf-Formation
Wülpen-Formation
Folgen A und B der Nennhausen-Fm.
Santon-Sandsteine
Oberalb-Sandsteine
Oberbarrême-Sandstein
Hauterive-Sandstein
Obervalangin-Sandsteine
Untervalangin-Sandstein
Wealden-Sandsteine
sandiges Serpulit- und Serpelkalk-Äquivalente
sandige Kimmeridge-Äquivalente
sandiges Korallenoolith-Äquivalent
Oberbathon/Unterbathon-Sandsteine
polyplocus-Sandstein
thouarsense/dispansum-Sandsteine
Domaro-Sandsteine
Polymorphites-Sandstein
Lotharing-Sandsteine
Arieten-Sandsteine
Hettang-Sandsteine
conforta-Sandstein
Oberer posterus-Sandstein
Sandsteine der Schilfsandstein-Fm.
Sandsteine der Lettenkeuper-Formation
Solling-Sandsteine
Detfurth-Baiersandstein
Volpriehausen-Basissandstein
Elbe-Basissandstein
Havel-Sandstein
Unterrotliegend I-Sandsteine
Unterrotliegend-Vulkanite/
Grüneberg-Formation
Stephan-/Unterrotliegend-Vulkanite
Sandsteine der "Basissedimente"
flächendeckend verbreitet, mit teils großen Mächtigkeiten in Quartärrinnen bis unter 500 m NN
im äußersten Osten
nicht im Südosten
im Zentrum und Nordwesten
im Westen und Nordwesten
im Westen und Nordwesten
im Zentrum und Nordwesten
im Nordwesten
im äußersten Westen
im äußersten Südosten
nicht im Süden
im Zentrum
im Zentrum und Norden
im Norden
im Nordwesten
im Westen
im Zentrum
im Zentrum
im Nordwesten
im Zentrum und Nordosten
im Zentrum und Norden
nicht im Süden
nicht im Süden
im Zentrum und Norden
nicht im Süden
nicht im Süden und Nordwesten
nicht im Süden
nicht im Süden und Nordwesten
nicht im Süden
nicht im Süden
nicht im Süden
nicht im äußersten Süden
nicht im äußersten Süden
im Zentrum und Norden
Hardegsen-Sandsteine im Zentrum u. Norden
nicht im Norden
nicht im Norden
Bernburg-Sandsteine im Süden
im Norden
Büstesandstein im Westen
im äußersten Westen
Vulkanite nicht im Süden
Lithologie und Nutzbarkeit nicht ausreichend untersucht
Basis Süßwasser-Stockwerk
Rupelton-Formation
Top Salzwasser-Stockwerk
Tone und Schluffe des Oberpaläozäns/Untereozäns
ziegelrote Tone des Maastrichts
Hiatus
infolge Untermaastricht-Tektoevent und erosiver Anschnittsphasen von Zechstein-Salinarstrukturen
Tonmergelsteine des Oberturons bis Untercampans
Unterkreide-Tone und Tonmergel
Hiatus
infolge erosiver Anschnittsphasen von Zechstein-Salinarstrukturen
Unterkreide-Sandsteine
Macrocephalen-/Ornaten-Ton
aspidoides-Ton
Aalen-/Unterbajoc-Sandsteine
jurense-Schichten
„Grüne Serie"
Rhät-/Lias-Sandsteine
Oberer Gipskeuper
Unterer Gipskeuper
Muschelkalksalinar
Röt
Mittlerer Buntsandstein
Fulda-/Calvörde-Formation
im Top Zechsteinletten
Zechsteinsalinar
Oberrotliegend II-Sandsteine
Arbeitsstand: Michael Göthel/LBGR Brandenburg, 31.08.2014
nach Arbeitsstand: International Commission on Stratigraphy, Februar 2014
Korrelation: Michael Göthel, 28.08.2014
Porenaquifer bzw. Porenspeicher
Vulkanite mit stimuliertem Kluftsystem
Aquifer verbreitet nutzbar
Aquifer örtlich nutzbar
Porenspeicher-Komplex
Pelit-Barrierekomplex
Evaporit-Barrierekomplex

Tiefbohrung					Nutzaquifer				
Boden-schatz nach Bergrecht	**Erkundungs-objekt**	**Bezeichnung**	**Bohrungs-ausbau**	**End-teufe in m**	**stratigraphische Zuordnung**	**Teufe in m**	**Schicht-temperatur in °C**	**Gesamt-mineralisation in g/l**	**balneologische Prädikatisierung**
Sole	Berlin, Reichstag	Sol B 1/96	Förder- und Injektionsbohrung	559,7	Unterer Lias, überwiegend Lotharing-Sandsteine (Wärmespeicher)	270,6 – 315,3	19,4	28,5	Thermalsole
	Berlin, Reichstag	Sol B 2/98	Förder- und Injektionsbohrung	320,0	Unterer Lias, überwiegend Lotharing-Sandsteine (Wärmespeicher)	294,8 – 320,0	19,6	keine Angabe	
Sole	Berlin-Spandau, Zitadelle	Sol B II/1880	nicht in Betrieb	486,2	"Glaukonitsande" des Mitteleozäns und Obereozäns/Unteroligozäns	313,5 – 385,7	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
Sole	Bad Belzig	Sol Bg 1/96	Förderbohrung	786,5	Rhätkeuper, *contorta*-Sandstein	774,0 – 779,0	34	186	jodhaltige Thermalsole
Sole	Bad Saarow-Pieskow	Sol SrwPk 2/96	Förderbohrung "Catharinenquelle"	457,0	Unterer Lias, Sandsteine des Hettangs und Sinemurs	420,2 – 450,4	21 – 22	24 – 25	Thermalsole
	Bad Saarow-Pieskow	Sol SrwPk 3/97	Injektionsbohrung	258,5	Unterer Dogger, *polyplocus*-Sandstein und Unterkreide, Oberalb-Sandstein	225,4 – 245,4 247,2 – 257,7	16 – 17	21	Sole
Sole	Bad Wilsnack	Sol Wlk 1/96	Förderbohrung	1017,5	Rhätkeuper, *contorta*-Sandstein	999,4 – 1008,4	48	161	jod- und eisen-haltige Thermalsole
Sole	Burg (Cottbus)	Sol BuC 1/98	Förderbohrung	1350,0	Unterer/Mittlerer Buntsandstein, hauptsächlich Volpriehausen-Basissandstein	1296,1 – 1307,3	55	238	Thermalsole
Sole, Erdwärme	Groß Schönebeck	E GrSk 3/90	als Gt GrSk 3a/2000 vertieft	4240,0	Oberrotliegend II, oberer Mirow-Sandstein und Elbe-Basissandstein (effektiver Speicher)	4108,1 – 4187,7 4192,3 – 4200,4	139 – 140	keine Angabe	methanhaltiges Schichtwasser
	Groß Schönebeck	Gt GrSk 3a/2000	Förderbohrung, Gel-Stützmittel-Fracs (Stimulationstests)	4308,1 (4294,0 TVD)	Oberrotliegend II, oberer Elbe-Basissandstein (Eldena-Schichten)	4084,9 – 4141,9	137 – 142	256	
					Oberrotliegend II, unterer Elbe-Basissandstein (Rambow-Schichten)	4141,9 – 4192,3	137 – 143	keine Angabe	
					Hauptzuflusszone (Scherzone) Unterrotliegend-Vulkanit/Mirow-Konglomerat	4225,0 – 4247,0	148	265	
					Unterrotliegend-Vulkanit	4230,5 – 4308,1	149	keine Angabe	
			Injektionsbohrung, Gel-Stützmittel-Frac		Oberrotliegend II, Elbe-Basissandstein, künstliches Kluftsystem	4085,0 – 4192,3	keine Angaben	keine Angaben	
	Groß Schönebeck	Gt GrSk 4/2005	geneigte Förderbohrung, Gel-Stützmittel-Fracs	4400,4 (4245,0 TVD)	Oberrotliegend II, oberer Elbe-Basissandstein (Eldena-Schichten), künstliches Kluftsystem	4118,0 – 4122,0			
			geneigte Förderbohrung, Gel-Stützmittel-Fracs		Oberrotliegend II, unterer Elbe-Basissandstein (Rambow-Schichten), künstliches Kluftsystem	4204,0 – 4209,0			
			geneigte Förderbohrung, massiver Wasser-Frac		Kluftsystem im Unterrotliegend-Vulkanit	4354,0 – 4389,0			

Tiefbohrung					Nutzaquifer				
Sole, Erdwärme	Neuruppin	Sol Nn S1/2006	Förderbohrung	1702,0	Unterer Dogger, *polyplocus*-Sandstein	1620,0 – 1674,2	63	191	jodhaltige Thermalsole
	Neuruppin	Sol Nn S2/2006	geneigte Injektionsbohrung	1929,5 (1675,0 TVD)	Unterer Dogger, *polyplocus*-Sandstein	1869,8 – 1929,5	keine Angabe	keine Angabe	
Erdwärme	Prenzlau	Gt Pr 2/85	als Gt Pr 2a/94 vertieft	1455,0	Unterer Lias, Sandsteine des Hettangs und Sinemurs	980,0 – 1034,0 1075,0 – 1089,0 1115,0 – 1125,5	47	keine Angabe	Thermalsole
	Prenzlau	Gt Pr 2a/94	Tiefe Erdwärmesonde	2790,0	Zechstein, Ohre-Formation (keine Aquifer-Nutzung)	2786,0	108		
Sole, Erdwärme	Prenzlau	Gt Pr 1/86	Förderbohrung, nicht in Betrieb	1450,0	Unterer Lias, Sandsteine des Hettangs und Sinemurs	963,9 – 1026,0 1043,1 – 1063,0 1084,8 – 1096,0	44 – 46	keine Angabe	Thermalsole
	Prenzlau	Gt Pr 3/89	derzeit als Förderbohrung, geplant als Förder- und Injektionsbohrung	1048,0	Unterer Lias, Sandsteine des Hettangs und Sinemurs	961,5 – 992,8 1009,8 – 1016,5 1022,0 – 1041,0	44	93	Thermalsole
	Prenzlau	Gt Pr 4/geplant	geplant als Injektions- und Förderbohrung		Unterer Lias, Sandsteine des Hettangs und Sinemurs				
Sole	Rheinsberg/ Mark	Sol RhM 1/95	Förderbohrung, nicht in Betrieb	1706,0	Rhätkeuper, *contorta*-Sandstein	1607,7 – 1698,0	67	172	jod- und eisenhaltige Thermalsole
Sole	Templin	Sol Tl 1/95	Förderbohrung	1788,1	Unterer Lias, Sandsteine des Oberhettangs und Untersinemurs	1615,5 – 1622,7 1627,7 – 1650,3	68	164	jodhaltige Thermalsole

Tab. 1: Nutzaquifere zur Sole- und Erdwärme-Aufsuchung bzw. Gewinnung sowie Kälte-/Wärmespeicherung bestehender Rechtstitel nach dem Bundesberggesetz (BBergG) in Brandenburg einschließlich Berlin
(unter Verwendung von Werten zu Groß Schönebeck von Giese et al. 2002, Hurter 2002, Lenz & Hoffmann 2003, Wolfgramm et al. 2003, Zimmermann & Moeck 2008, TVD = vertikale Tiefe unter Berücksichtigung der Neigungsmessungen in der Bohrung)

Tab. 1: Aquifer storages to the prospecting and production of permits and authorisations of existing legal titles of brine and geothermal energy under the Bundesberggesetz (BBergG) in the state Brandenburg including Berlin
(according to data from Groß Schönebeck to Giese et al. 2002, Hurter 2002, Lenz & Hoffmann 2003, Wolfgramm et al. 2003, Zimmermann & Moeck 2008; TVD = Total Vertical Depth)

erreichen. Ab 120 °C wird Feldspat durch chemische Diagenese alteriert und führt zur Verringerung des Porenraums in Heißwasser-Aquiferen. In Brandenburg werden gegenwärtig permeable Sandsteine mit einer Mächtigkeit größer 20 m (BEER & MANHENKE 2001) über dem Zechsteinsalinar genutzt (Abb. 2). Eine hydrothermale Energiegewinnung erfolgt in der Regel im Dublettenbetrieb, um das hydraulische Gleichgewicht im genutzten Aquifer aufrecht zu erhalten. In einer Produktionsbohrung wird dabei das thermale Wasser zu Tage gefördert. Über Tage wird dem Wasser dann die Wärme entzogen. Danach wird das abgekühlte Wasser im geschlossenen Kreislauf über eine Injektionsbohrung wieder in den genutzten Aquifer gepresst. Der Abstand von Förder- und Injektionsbohrung wird so gewählt, dass eine Nutzung des Aquifers in Abhängigkeit von seinen hydraulischen Eigenschaften 20 bis 30 Jahre garantiert ist. Die derzeitige Leistung beträgt mehr als 2000 kW_{th}.

3.2 Tiefe Erdwärmesonde

Bei dieser in Brandenburg praktizierten Technologie wird die Erdwärme von der Bohrlochwand an ein in die Tiefbohrung eingeleitetes Speichermedium abgegeben und über dieses für Heizungszwecke gefördert. Die Effektivität dieses Systems ist vor allem vom Speichermedium abhängig. Die Speichermedien werden derzeit weiter entwickelt. Die derzeitige Leistung beläuft sich zwischen 150 bis 500 kW_{th}.

3.3 Petrothermale Systeme

Bei den Stimulierten Geothermalen Systemen (Enhanced Geothermal Systems, EGS) wird die im Gestein gespeicherte Energie in der Regel über künstlich geschaffene Zirkulationswege (Brüche, wie Klüfte und Störungen) genutzt (Abb. 2), wodurch eine gewisse Unabhängigkeit vom Trägergestein erreicht wird. Jedoch eignen sich nicht alle Gesteine für die dazugehörenden Verfahren, wie das trockene Heißgestein-System (Hot Dry Rock system, HDR) bzw. das geklüftete Heißgestein-System (Hot Fractured Rock system, HFR). Diese Verfahren werden in der Regel in größeren Tiefen (mehr als 4 000 m) und damit in höheren Temperaturbereichen (in Brandenburg 125 bis 150 °C) angewendet und würden sich damit auch für die Stromerzeugung in Brandenburg eignen. Momentan existieren dazu Forschungs- und Pilotprojekte.

4 Wärmespeicherung im tiefen Untergrund

Bei dieser Technologie wird keine Erdwärme als Bodenschatz gewonnen, sondern erwärmtes Wasser im tiefen Untergrund gespeichert und bei Bedarf gewonnen. Für die Speicherung der erwärmten Wässer können wie bei der Hydrothermalen Geothermie Porenaquifere bzw. Porenspeicher (Abb. 2) im Dublettensystem genutzt werden.

5 Bergrechtliche Genehmigungsverfahren

Die Erkundung und Erschließung von Thermalwasser für energetische und balneologische Zwecke unterliegt in der Bundesrepublik Deutschland den Bestimmungen des Bundesberggesetztes (BBergG) vom 13. August 1980 (zuletzt geändert am 7. August 2013). Erdwärme und Sole gelten danach als bergfreie Bodenschätze (§ 3 Abs. 3 Satz 2 BBergG). Der Geltungsbereich des BBergG erstreckt sich auf die **Aufsuchung** und die **Gewinnung** von Erdwärme einschließlich der Weiterleitung des Thermalwassers. Um einen bergfreien Bodenschatz erkunden („aufsuchen“) zu können, benötigt man für ein Aufsuchungsfeld eine **bergrechtliche Erlaubnis**. Um den bergfreien Bodenschatz schließlich gewinnen bzw. abbauen zu können, ist dann eine **bergrechtliche Bewilligung** nötig (§ 6ff BBergG; vgl. hierzu auch Beitrag K. PULZ & J. HACKL, dieses Heft). Hierbei handelt es sich um Rechtstitel, die dem Inhaber das ausschließliche Recht zum Aufsuchen und Gewinnen von Erdwärme im jeweiligen Feld einräumen. Die bergrechtliche Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme sowie die bergrechtliche Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme wird im Land Brandenburg von der Bergverwaltung des LBGR Brandenburg in Cottbus erteilt. Dabei bezieht die Bergbehörde in einem Beteiligungsverfahren die von dem jeweiligen Projekt berührten Behörden (insbesondere Wasserwirtschaftsverwaltung und Naturschutzbehörde) mit ein.

Die eigentliche Nutzung der Erdwärme in einem **Thermalbad**, einer geothermischen Heizzentrale oder einem Erdwärmekraftwerk ist einer Weiterverarbeitung gleichzustellen (§ 4 Abs. 3 BBergG) und unterliegt damit gemäß § 2 BBergG nicht dem Bergrecht.

6 Bergbauberechtigungen auf Sole und Erdwärme in Berlin und Brandenburg

Zur geothermischen Untersuchung wurden Bohrungen der Erkundungsobjekte Berlin-Wartenberg (Gt BWbr 2/86), Neuruppin (Gt Nn 1/88, Gt Nn 2/87), Pritzwalk (Gt Pt 2/89) und Velten (Gt Vet 2/90) geteuft, zu denen keine bergbaulichen Rechtstitel bestehen.

Bergbauberechtigungen zur Aufsuchung von Erdwärme, für die eine Anwendung der Hydrothermalen Geothermie in Frage käme, bestehen in den Erlaubnisfeldern Beeskow, Finowfurt–Eberswalde einschließlich Schorfheide und Schönefeld–Waltersdorf (Abb. 3). Im Erlaubnisfeld Berlin-Tempelhof sind derzeit eine Tiefe Erdwärmesonde und möglicherweise ein Aquifer-Wärmespeicher vorgesehen.

Aus einer Tiefen Erdwärmesonde wird zur Zeit die geothermische Energie am Thomas-Müntzer-Platz in Prenzlau mit einer NH_3-Wärmepumpe aus dem Speichermedium Wasser gewonnen und ist mit maximal 500 kW_{th} Bestandteil der Heizungsversorgung im Fernwärmenetz der Stadtwerke

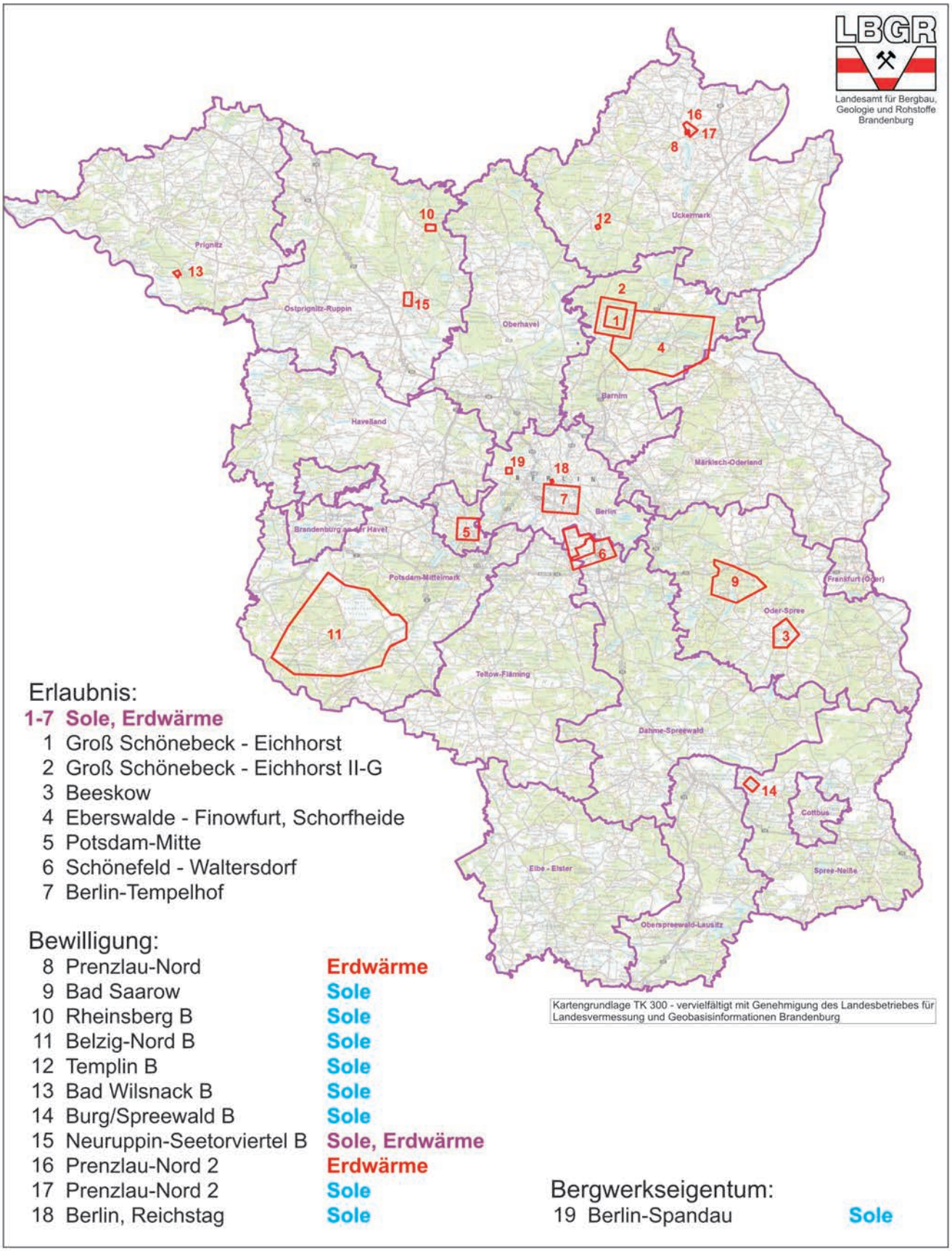


Abb. 3: Berechtsamsfelder nach dem Bundesberggesetz (BBergG) zur Aufsuchung und Gewinnung von Sole und Erdwärme einschließlich Kälte-/Wärmespeicherung in Brandenburg und Berlin, Stand Februar 2014

Fig. 3: Fields of permits and authorisations of brine and geothermal energy, enhanced storing of cold and thermal energy under the Bundesberggesetz (BBergG) in the state Brandenburg including Berlin, status February 2014

Prenzlau GmbH. Ohne Wärmepumpe würde die Wärmeleistung der Tiefensonde 80 bis 120 kW_{th} betragen. Dazu wurde die Geothermiebohrung Prenzlau Gt Pr 2/85 vertieft und zur Tiefen Erdwärmesonde Prenzlau Gt Pr 2a/94 ausgebaut (Tab. 1).

Getestet wird gegenwärtig ein Stimuliertes Geothermisches System in Unterrotliegend-Vulkaniten und Oberrotliegend II-Sedimenten (Abb. 2, Tab. 1) im Forschungsobjekt Groß Schönebeck–Eichhorst durch das Deutsche GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ). Dazu wurde zuerst die Bohrung Groß Schönebeck E GrSk 3/85 der Erdöl/Erdgas-Erkundung als Geothermiebohrung Groß Schönebeck Gt GrSk 3a/2000 vertieft und vor allem hydraulische Stimulationen durchgeführt (Tab. 1). Für das System einer Bohrungsdublette erfolgte das geneigte Abteufen der Geothermiebohrung Groß Schönebeck Gt GrSk 4/2005. Mit einer Temperatur von maximal 149 °C (Hurter 2002) wird nach Abschluss der laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten die Errichtung eines kommerziellen Geothermiekraftwerkes zur Stromproduktion angestrebt.

Zur Versorgung von Parlamentsbauten am Reichstag in Berlin mit Strom, Wärme und Kälte werden u. a. neben einem Aquifer-Kältespeicher, der einen quartären Grundwasserleiter nutzt, ein saisonaler Aquifer-Wärmespeicher betrieben (Kranz et al. 2008). Im Sommerbetrieb wird über eine Bohrungsdublette einem Porenaquifer des Lias (Abb. 2, Tab. 1) Schichtwasser mit einer ursprünglichen Temperatur von 19 °C (Rockel, Brandt & Seibt 1999) entzogen und mit einer Injektionstemperatur von 50 bis 70 °C wieder zugeführt und gespeichert. Im Winterbetrieb wird die Fließrichtung umgekehrt und das im Sommer erwärmte und gespeicherte Wasser mit einer Temperatur von 35 bis 65 °C entnommen. Im Erlaubnisfeld Potsdam-Mitte ist die Aquifer-Kälte-/Wärmespeicherung unter Nutzung des Sandsteins im basalen Dogger (Abb. 2) vorgesehen. Eine Bewilligung zur Gewinnung von Sole und Erdwärme besteht für das Feld Prenzlau-Nord 2, in dem derzeit geplant ist, die als Fördersonde ausgebaute Geothermiebohrung Prenzlau Gt Pr 3/90 mit einer zu teufenden Geothermiebohrung Prenzlau Gt Pr 4 zu einem Aquifer-Wärmespeicher-Dublettensystem auszubauen.

Die geothermalen Wässer der Aquifere sind Salinarwässer und deshalb nicht nur wärmetechnisch, sondern auch für balneologische Zwecke nutzbar (Manhenke, Eckhardt & Rockel 1999). Ihre Temperatur und Mineralisation bestimmt die Prädikatisierung der Wässer nach den Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen des Deutschen Bäderverbandes (2005). Danach können ab einer Konzentration der Natrium- und Chlorid-Ionen von 5,5 bzw. 8,5 g/l das Grundwasser als „Sole“ und ab 20 °C als „Thermalsole“ bezeichnet werden. Der Mindestwert für jodhaltige Thermalsole beträgt 1 mg/l Jodid, der von eisenhaltiger Thermalsole 20 mg/l Eisen. Thermalsolebrunnen Brandenburgs sind derzeit in Bad Belzig, Bad Saarow, Bad Wilsnack, Burg/Spreewald, Neuruppin-Seetorviertel und Templin in Betrieb (Tab. 1). An diesen Standorten erfolgt die Förderung der Thermalsolen aus Nutzaquiferen des basalen Doggers, Lias, Rhätkeupers und mittleren Buntsandsteins (Abb. 2, Tab. 1). Das abgebadete Wasser wird am Standort Neuruppin-Seetorviertel mit einer geneigten Injektionsbohrung in denselben Porenaquifer des basalen Doggers (Abb. 2) entsorgt, aus dem die Thermalsole gefördert wird. Das abgebadete Wasser der Catharinenquelle in Bad Saarow (Abb. 4, Tab. 1) kann über eine Injektionsbohrung in Sandsteine des basalen Doggers und der dort darüber lagernden Unter-Kreide gepresst werden. Diese Entsorgung ist bei den anderen Thermalsolebrunnen Brandenburgs nicht möglich. Eine Bergbauberechtigung zur Gewinnung von Sole

Abb. 4:
Die in der Saarow-Therme verwendete natürliche Thermalsole stammt aus der Catharinenquelle der Solebohrung Bad Saarow-Pieskow Sol SrwPk 2/96
(Foto: E. Wetzel 2014).

Fig.: 4:
The thermal brine of the Saarow-Therme is natural produced by the Catharinenquelle from the brine-borehole Bad Saarow-Pieskow Sol SrwPk 2/96
(photo: E. Wetzel 2014).

und Erdwärme besteht außerdem für das Bewilligungsfeld Rheinsberg (Abb. 3, Tab. 1), wurde aber bisher nicht in Betrieb genommen. Zur Aufsuchung von Sole wurde die Bohrung Wendisch Rietz (Sol WenRi 1/2001) geteuft, zu der keine Bergbauberechtigung mehr besteht. Erwähnenswert sind einige Bohrungen, die bereits zur Zeit des Deutschen Kaiserreiches in Berlin geteuft und damals als „Solquelle“ ausgewiesen wurden. Bekannt sind die Solquellen „Admiralsgartenbad“, „Am Weddingplatz“, „Bonifacius“, „Louise“, „Paul“ und „Victoria“. Als „Solbohrung“ wurde damals die Bohrung Berlin-Hirschgarten (Kal BHi 1/1889) bezeichnet. Die Bohrung Berlin-Spandau, „Zitadelle Spandau II“ von 1880 gehört zu einem bestehenden Bergwerkseigentum. Hier könnte Sole aus Aquiferen des Eozäns gewonnen werden.

Literatur

Beer, H. (1996): Temperaturmessungen in Tiefbohrungen – Repräsentanz und Möglichkeit einer näherungsweisen Korrektur. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **3**, 2, S. 28 – 34, Kleinmachnow

Beer, H. (2003a): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg – Karte der Geotemperatur in 2000 m Tiefe, 1 : 300 000. – LGRB, Kleinmachnow

Beer, H. (2003b): Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg – Karte der Geotemperatur in 4000 m Tiefe, 1 : 300 000. – LGRB, Kleinmachnow

Beer, H. & E. Hurtig (1999): Das geothermische Feld in Brandenburg. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. **6**, 1, S. 57 – 68, Kleinmachnow

Beer, H. & V. Manhenke (2001): Erdwärme- und Thermalsolenutzung in Ostbrandenburg. – Z. geol. Wiss. **29**, 1/2, S. 211 – 222, Berlin

Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetztes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert

Deutscher Bäderverband e. V. (Hrsg.) (2005): Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen. – 95 S., Bonn

Dunker, E. (1872): Ueber die Benutzung tiefer Bohrlöcher zur Ermittelung der Temperatur des Erdkörpers und die desshalb in dem Bohrloche I zu Sperenberg auf Steinsalz angestellten Beobachtungen. – Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preußischen Staate **20**, S. 206 – 238, Berlin

Giese, L. B., Seibt, A., Wiersberg, T., Zimmer, M., Erzinger, J., Niedermann, S. & A. Pekdeger (2002): Geochemie der Formationsfluide. – Scientific Technical Report **STR02/14**, S. 145 – 170, GeoForschungsZentrum Potsdam

Göthel, M. (2006): Fortschritte bei der Unterscheidung von Aquiferen in der Trias und im Jura von Brandenburg unter spezieller Berücksichtigung der Sequenzstratigraphie. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **13**, 1/2, S. 91 – 115, Kleinmachnow

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

Hurter, S. (2002): Logging Interpretation in Groß Schönebeck: well deviation, caliper, pressure, temperature, mud resistivity. – Scientific Technical Report **STR02/14**, S. 87 – 107, GeoForschungsZentrum Potsdam

Karl, R., Manthey, W. & K. Schuster (1965): Gesteinsphysikalische Parameter, Schallgeschwindigkeit, Wärmeleitfähigkeit. – Freiberger Forschungsheft **C 197**, 76 S., Leipzig

Kranz, S., Bartels, J., Gehrke, D., Hoffmann, F. & M. Wolfgramm (2008): Wärme- und Kältespeicherung in Aquiferen. – bbr – Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau **59**, 7/8, S. 34 – 43, Bonn

Lenz, G. & F. Hoffmann (2003): Bericht über die im 1. Quartal 2002 durchgeführten Test- und Stimulationsarbeiten in der Bohrung Groß Schönebeck 3/90. – In: Huenges, E. & M. Wolfgramm (Hrsg.): Sandsteine im In-situ-Geothermielabor Groß Schönebeck – Reservoircharakterisierung, Stimulation, Hydraulik und Nutzungskonzepte. – Scientific Technical Report **STR04/03**, S. 67 – 92, GeoForschungsZentrum Potsdam

Manhenke, V., Eckhardt, G. & W. Rockel (1999): Thermalsolebrunnen im Land Brandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **6**, 1, S. 69 – 78, Kleinmachnow

Rockel, W., Brandt, W. & P. Seibt (1999): Ein mesozoischer Aquifer im Zentrum Berlins als saisonaler Wärmespeicher für Parlamentsbauten. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **6**, 1, S. 91 – 101, Kleinmachnow

Stackebrandt, W. & M. Göthel (2007): Tiefengeothermie in Brandenburg – Ein allgemeinverständlicher Statusreport aus dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe des Landes Brandenburg. – Bericht LBGR Brandenburg, 5 S., Cottbus (unveröff.)

Wolfgramm, M., Raab, S., Seibt, A., Trautwein, U., Zimmermann, G., Holl, H.-G. & T. Kellner (2003): Hydraulische und chemische Eigenschaften eines Rotliegend-Sandsteins im Durchströmungsversuch. – In: Huenges, E. & M. Wolfgramm (Hrsg.): Sandsteine im In-situ-Geothermielabor Groß Schönebeck – Reservoircharakterisierung, Stimulation, Hydraulik und Nutzungskonzepte. – Scientific Technical Report **STR04/03**, S. 9 – 28, GeoForschungsZentrum Potsdam

Zimmermann, G. & I. Moeck (2008): Geothermie Forschungsbohrung in Groß Schönebeck – von der Planung bis zur Stimulation. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **15**, 1/2, S. 155 – 164, Kleinmachnow

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	**21** (2014), 1/2	S. 139 – 148	7 Abb., 13 Zit.

Endgültig stillgelegter Braunkohlentiefbau in Brandenburg

Abandoned lignite underground mining in the state of Brandenburg

Klaus Göttlich

1 Geschichtlicher Abriss

Auf dem Gebiet des Landes Brandenburg hat der Braunkohlenbergbau nicht die jahrhundertealte Tradition anderer Bergbauzweige, wie beispielsweise in Sachsen. Obwohl erste Braunkohlenfunde z. B. 1756 bei Petershagen nordwestlich Frankfurt (Oder) und 1789 bei Lauchhammer in Südbrandenburg dokumentiert sind – in alten Akten oftmals fälschlicherweise als Steinkohle bezeichnet – begann ein nennenswerter Abbau der Braunkohle erst rund 60 – 80 Jahre später (Nestler 2001, Wedde 2012, 2013).

Die Braunkohlenförderung in ganz Preußen betrug im Jahr 1825 nur etwa 201 Kilotonnen, wobei Zahlenangaben aus dieser Zeit aufgrund nicht einheitlicher Maßsysteme unsicher sind. So genannter „Alaunerz"-Bergbau bei Bad Freienwalde ist noch wesentlich älter. So sind z. B. Konzessionen zum Betreiben von Alaunhütten aus dem Jahre 1717 überliefert. Der 7-jährige Krieg (1756 – 1763) und die Preußen belastende Napoleonische Fremdherrschaft verhinderten eine nachhaltige Entwicklung der Industrie und damit entsprechenden Brennstoffbedarf. Holz und Holzkohle waren der dominante Brennstoff im Haushalt, in den sich entwickelnden Manufakturen sowie in der Metallurgie. Erst die Verknappung dieser Rohstoffe machte die Suche nach Alternativen erforderlich und regte die Entwicklung der für die Braunkohlenfeuerung notwendigen Ofenkonstruktionen an. Mit der Bereitstellung des preisgünstigen Brennstoffes Braunkohle brach dann auch allmählich der Widerstand der Lobby der Holz-, Torf- und Holzkohlelieferanten zusammen.

Etwa ab 1840 begann eine zielgerichtete Aufsuchung von transportgünstig zu den sich entwickelnden Industriebetrieben gelegenen Braunkohlenvorkommen und richtete sich vor allem auf oberflächennah anstehende Braunkohle, meist auf die an glazigene Auffaltungen bzw. Stauchungen gebundenen miozänen Bildungen. Da aber die geologischen Ursachen für diese Prozesse noch unbekannt waren, war das Auffinden von Braunkohle meist dem Zufall überlassen und die Suche auch oft von Fehlschlägen begleitet. So genannte Versuchsschächte, deren Abteufen oft nach Misserfolg ohne oder mit ungenügender Dokumentation eingestellt wurde, stellen teilweise noch heute eine erhebliche Gefährdung der öffentlichen Sicherheit dar.
Von den in Deutschland 1900 geförderten etwa 40 Mio. t Braunkohle stammen rund 50 % aus Tiefbau, 1875 waren es noch 75 %. Mit der Entwicklung moderner Tagebautechnik (z. B. Einsatz von Dampfbaggern für die Abraumbewegung ab ca. 1890) und der fortschreitenden Mechanisierung im Tagebaubetrieb, die um 1930 erreicht wurde, verlor der Braunkohlentiefbau an Bedeutung und fristete ein Nischendasein. Jeweils in Notzeiten, wie etwa nach den beiden Weltkriegen, erlebte der Braunkohlentiefbau auf heutigem Brandenburger Territorium mit dem Betrieb von Notkohlengruben (25 Betriebe, davon 5 Tiefbaugruben, sind bekannt) einen nochmaligen kurzzeitigen Aufschwung, ehe 1959 die relativ leistungsfähigen Gruben „Schachtanlage 13. Oktober" und „Schacht der Jugend" im Revier Brieskow-Finkenheerd südlich Frankfurt (Oder) und in Südbrandenburg die Gruben „Julius/Vorwärts" und „Conrad" bei Döbern geschlossen wurden. Mit der Stilllegung der erst 1947 aufgeschlossenen kleinen Grube „Treplin" nordwestlich von Frankfurt (Oder) im Oktober 1960 endete das Kapitel Braunkohlentiefbau in der Bergbaugeschichte Brandenburgs.
Bis ca. Ende der 1960er Jahre erfolgte die Entwässerung des Gebirges im Vorfeld von Braunkohlentagebauen vorwiegend über untertägige bergmännische Auffahrungen, den so genannten Entwässerungsstrecken, ehe die heute fast ausschließlich angewandte Entwässerungstechnologie über Filterbrunnen zum Einsatz kam.

Der Abbau auf Braunkohle, der am Anfang auch in Verbindung mit Alaungewinnung umging, fand anfangs im Kleintagebau, dann überwiegend im Tiefbau als so genannter Kammerpfeilerbruchbau in bis zu 80 m Teufe mit bis zu über 15 Sohlen statt.

Der Kammerpfeilerbruchbau ist ein Abbauverfahren, bei dem die Lagerstätte in Bauabschnitte eingeteilt ist. Er erfolgte in der Regel als Rückbau, was bedeutet, dass erst, wenn mit den Vorrichtungsstrecken die jeweilige Feldesteil-

grenze erreicht war, der Abbau begann und man sich dann wieder in Richtung Schacht oder Stollen bewegte.

Durch aufgefahrene Pfeilerstrecken wurde das Feld in Abbaupfeiler zerlegt. Von diesen Pfeilerstrecken wurden in Abständen von ca. 5 – 6 m Bruchstrecken bis zur Grenze des ca. 20 m breiten Pfeilers aufgefahren, von denen aus die Kohle im Rückbau gewonnen wurde. Dabei wurde die Strecke zu Abbaukammern von 3 x 3 m bis 6 x 5 m Grundfläche erweitert (vgl. Abb. 1a und b). Je größer die Festigkeit der Kohle und des Deckgebirges war, desto größer konnte die Abbaukammer aufgefahren werden. Die Höhe der Abbaukammern war in der Bergpolizeiverordnung auf 5 m begrenzt. Der Ausbau der Abbaukammern erfolgte durch Einzelstützen, mit kurzen Kappen und Verzug aus Schwartenholz, das das „Zubruchgehen" während des Abbaus verhinderte.

Die Einzelstützen und der Kammerstoß werden durch Querhölzer gegen seitliches Hereinbrechen abgestützt. Der Stoß ist die Seitenwand einer Strecke bzw. einer Abbaukammer, die bei nicht standfestem Gestein abgestützt werden muss. Die gesicherte quadratische Teilfläche der Abbaukammer nannte man „Feld". Die Abbaukammer bezeichnete man als „Bruch", da nach der Auskohlung durch Zurückgewinnung des in Abbildung 1 dargestellten Ausbaus das Hereinbrechen des Deckgebirges herbeigeführt und der Hohlraum zu Bruch geworfen wurde. Es wurde damit das Ausbauholz zurückgewonnen und die Spannungskonzentration um den Hohlraum abgebaut. Es mussten zwischen den Abbaukammern nur Kohlepfeiler von ca. 1 m Mächtigkeit stehen bleiben. Gegen die Abbaukammerdecke und den Abbaukammerboden musste aus Sicherheitsgründen ein Pfeiler von mindestens 0,5 m Mächtigkeit stehen gelassen werden. Die entstandenen Hohlräume wurden in der Regel nicht versetzt, sondern gezielt zu Bruch geworfen. So entstanden nach Bergwerkseinstellung so genannte Bruchfelder, die zum Teil heute noch sichtbar sind (Abb. 2), soweit sie in der Vergangenheit nicht eingeebnet wurden.

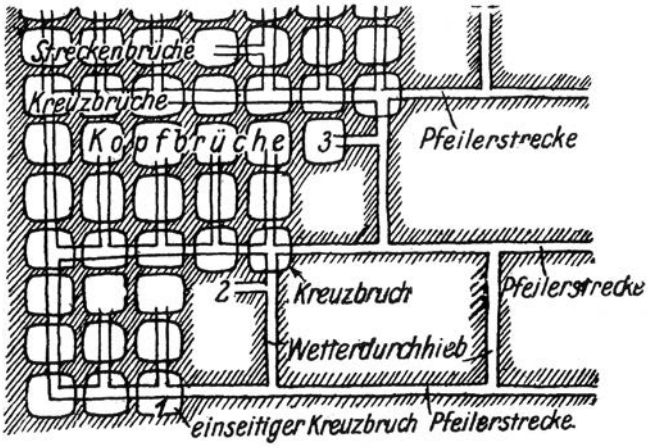


Abb. 1b: Grundriss einer Abbaukammer (aus SPERLING 2004)
Fig. 1b: Extraction chamber (ground plan) (source: SPERLING 2004)

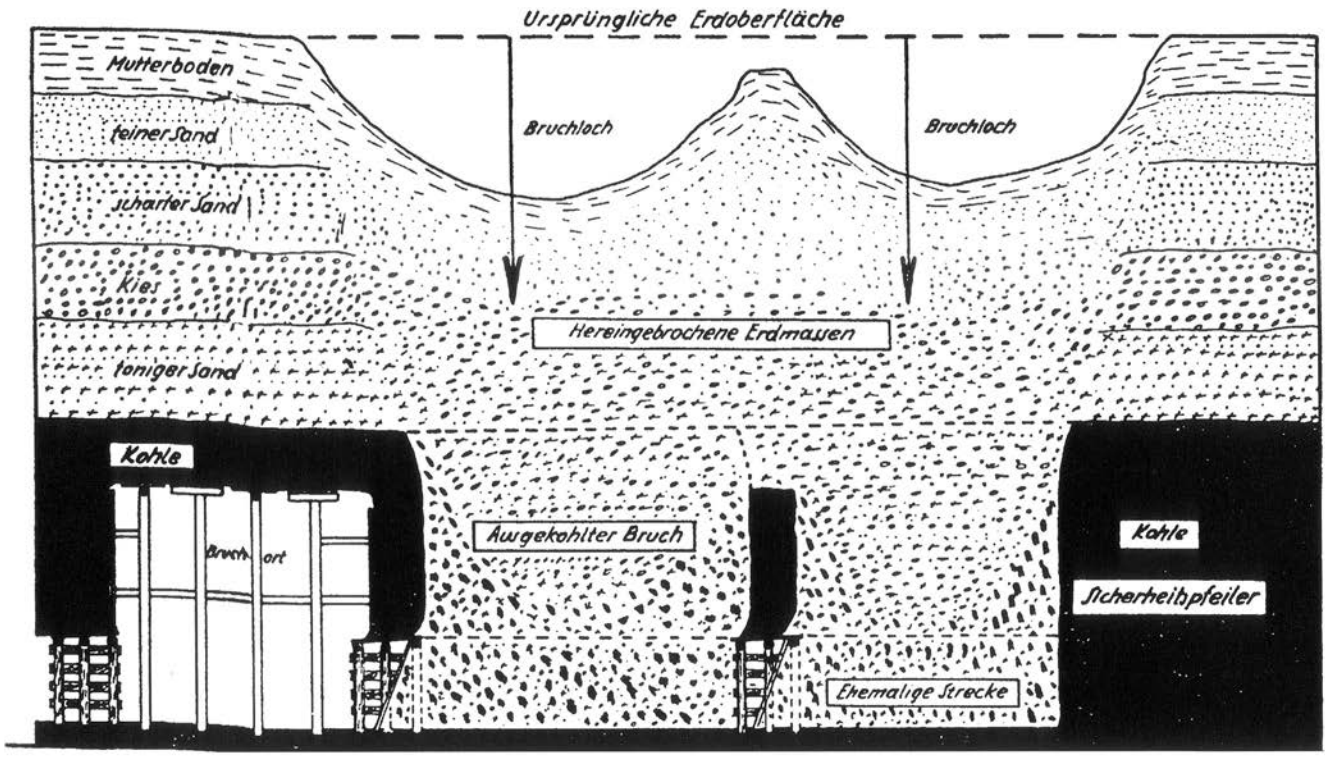


Abb. 1a: Schema einer Abbaukammer (aus SPERLING 2004)
Fig. 1a: Extraction chamber (schema) (source: SPERLING 2004)

Abb. 2: Bruchfeld aus dem Kammerpfeilerbruchbau (Foto: LBGR)
Fig. 2: Fracture zone from panel working with caving system (photo: LBGR)

Im Land Brandenburg sind nach bisherigem Kenntnisstand 265 Standorte ehemaliger Braunkohlentiefbaugruben bekannt. Registriert man die in ihrer Geschichte oftmals zu so genannten „Consolidierten Braunkohlenwerken“ zusammengefassten Einzelgruben, erhöht sich die Anzahl der Altbergbauobjekte entsprechend. Die Altbergbaugebiete konzentrieren sich auf die Landkreise Spree-Neiße, Oberspreewald-Lausitz, Elbe-Elster, Oder-Spree, Märkisch-Oderland, Dahme-Spreewald, Prignitz und das Stadtgebiet Frankfurt (Oder) (Abb. 3). Zudem gibt es Restlöcher aus ehemaligen Altbergbautagebauen. In Ausnahmefällen ist weiterhin mit neuen Erkenntnissen über bisher unbekannte Altbergbaurelikte zu rechnen.

Die in der Mehrzahl vor 1945 endgültig stillgelegten Gruben werden dem Altbergbau ohne Rechtsnachfolger (s. Kap. 3 Rechtliche Bewertung) zugeordnet.

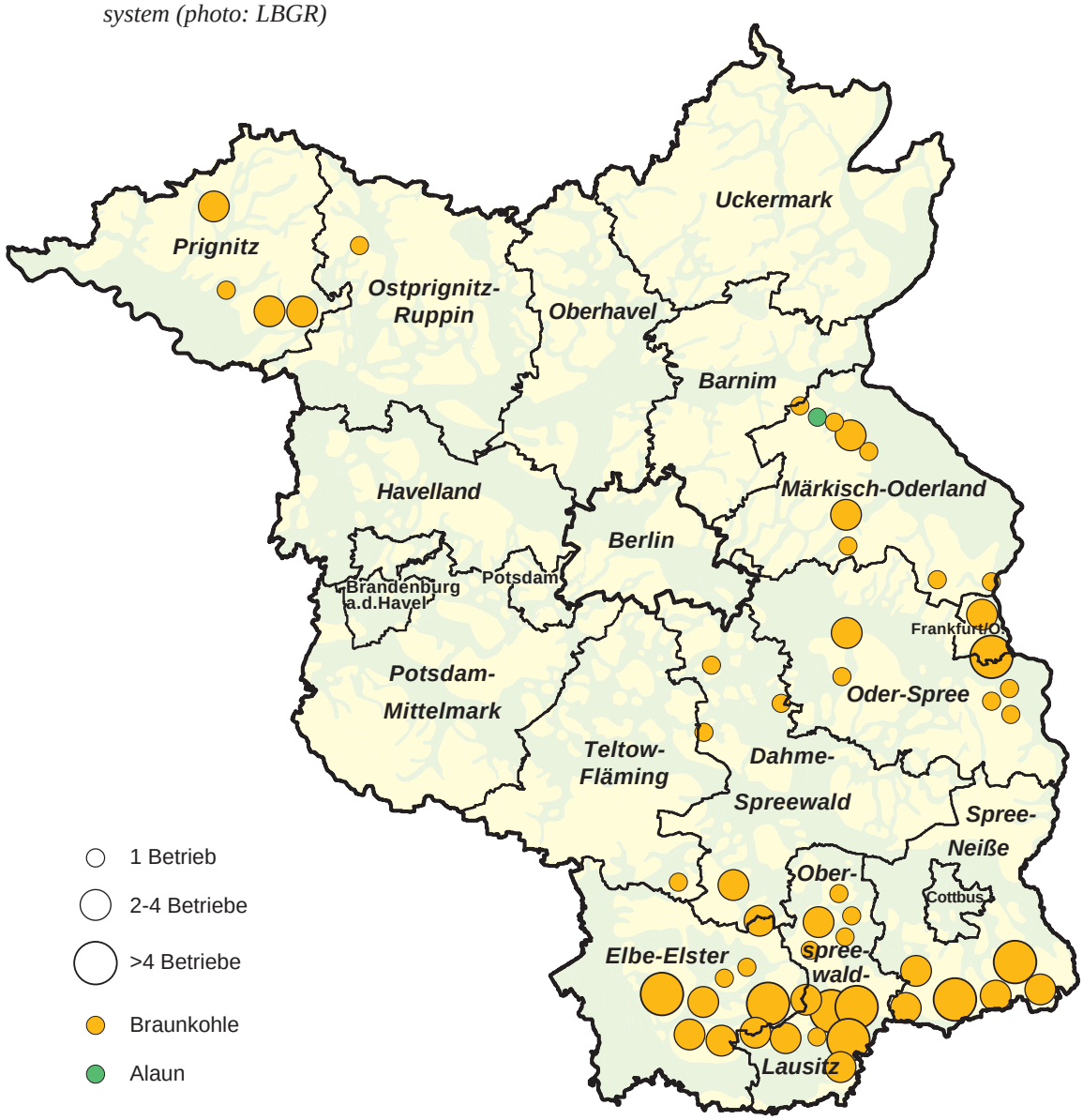


Abb. 3: Übersichtskarte zum Altbergbau in Brandenburg (schematisiert)
Fig. 3: Schematically map of abandoned lignite mining in the state of Brandenburg

2 Gefahren aus den Relikten des Braunkohlentiefbaus

Neben den für die Erschließung eines Grubenfeldes erforderlichen Tagesschächte und Stollen waren für die Braunkohlengewinnung weitere untertägige Auffahrungen in Form von u. a. Strecken, Querschlägen, Blindschächten und schiefen Ebenen erforderlich. Die zumeist mit Grubenholz verzimmerten oder ausgemauerten schlauchartigen Aus- und Vorrichtungsstrecken hatten in der Regel einen Querschnitt von 3 – 5 m². Da diese Grubenbaue in der Regel bei der endgültigen Stilllegung der Gruben nicht versetzt wurden, haben sie im Untergrund Hohlräume hinterlassen.

Beim Kammerpfeilerbruchbau hatte der Bergmann schon unmittelbar nach der Auskohlung bewusst Kammereinbrüche initiiert, die sich wie beschrieben, während des aktiven Grubenbetriebes an der Oberfläche als Bruchfelder ausbildeten.

Tagesbrüche (Abb. 4) können aber auch aus den vielfach unverfüllt hinterlassenen untertägigen Grubenbauen lange Zeit nach der endgültigen Stilllegung des Bergwerks entstehen. So können sich u. a. Schachteinstürze, Nachbrüche der Abbaukante oder Hochbrüche von Strecken- und Stollenhohlraum bis zur Erdoberfläche auswirken. Sie fallen meistens über kreuzenden und/oder übereinander liegenden Strecken und Querschlägen. In Abhängigkeit vom Aufbau des Deckgebirges, dem Querschnitt der Grubenbaue, der Grundwasserverhältnisse und anderer Einflussgrößen gibt es Tagesbruchereignisse einerseits nur kurze Zeit, andererseits aber auch viele Jahrzehnte bis zu mehr als einhundert Jahre nach Einstellung der Grube. Sie haben im Braunkohlentiefbau Dimensionen von bis zu 20 m Durchmesser und mehreren Metern Tiefe und bilden sich schlotartig, gewölbeförmig, rund oder oval aus.

Abb. 4: Tagesbruch, Rangierbahnhof Frankfurt (Oder), 2004; Durchmesser 20 m, Tiefe 10 m (Foto: LBGR)
Fig. 4: Collapse sink hole, railroad shunting yard Frankfurt (Oder), diameter: 20 m, depth: 10 m (photo: LBGR)

Der Zeitpunkt des Fallens eines Tagesbruches, der durch viele unwägbare Faktoren beeinflusst wird, ist rechnerisch nicht exakt zu ermitteln. Brüche können z. B. auch schlagartig ohne vorherige Anzeichen fallen. Das Risikopotential ist vorrangig abhängig von der Größe und Lage des noch vorhandenen Hohlraumes, dem Zustand des Grubenausbaus, der Zusammensetzung und der Mächtigkeit der überlagernden Bodenschichten (bindige und rollige Lockergebirgsschichten) und dem Einfluss des Grundwassers (Grundwasserstand, Fließrichtung, Gefälle). Einen Einfluss auf das Bruchgeschehen haben auch Witterungseinflüsse wie Regen, Schneeschmelze und Frost (Auftauperiode), die den Zeitpunkt eines Tagesbruches zusätzlich forcieren können.

Durch die Tagesbruchgefahr stellen ungesicherte offene Grubenbaue des Braunkohlentiefbaus somit heute noch eine erhebliche Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung dar. So sind etwa 2,2 % der Tagesoberfläche des Landes Brandenburgs durch den Altbergbau beeinflusst.

3 Rechtliche Bewertung des Altbergbaus

Der endgültig stillgelegte Bergbau liegt nicht im Zuständigkeitsbereich des Bundesberggesetzes [BBergG], da die Bergaufsicht nach Beendigung nicht wieder aufleben kann. Aus Gründen der Anschaulichkeit werden stillgelegte bergbauliche Anlagen, die nicht mehr der Bergaufsicht unterliegen als „Altbergbau“ bezeichnet.

Im Land Brandenburg ist die Zuständigkeit für den Bereich des Altbergbaus über das Ordnungsbehördengesetz (OBG) geregelt. Nach § 47 Abs. 4 dieses Gesetzes ist das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) als Bergbehörde zuständig für Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren aus der früheren bergbaulichen Tätigkeit in Bereichen stillgelegter bergbaulicher Anlagen, die nicht mehr der Bergaufsicht unterliegen. Der Gesetzgeber hat davon Gebäude an der Geländeoberfläche ausgenommen.

Aus der Formulierung ergibt sich zwangsläufig, dass das LBGR für stillgelegte bergbauliche Anlagen, die niemals der Bergaufsicht unterlagen, als Ordnungsbehörde nicht zuständig ist. Dies betrifft auch bergbauliche Anlagen, die vor Eingliederung in die Bergaufsicht endgültig stillgelegt wurden [z. B. Steine- und Erdenbergbau vor Inkrafttreten des Berggesetzes der DDR (BergG DDR) vom 12. Mai 1969].

Das LBGR hat bei der Gefahrenabwehr im Altbergbau einen hoheitlichen Auftrag und kann als Sonderordnungsbehörde die notwendigen Maßnahmen treffen, um eine im einzelnen Fall bestehende Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung abzuwehren. Voraussetzung für ein ordnungsbehördliches Tätigwerden ist das Vorliegen einer konkreten oder gegenwärtigen Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere für Leib und Leben von Menschen oder Sachgüter von hohem Wert. Von einer konkreten Gefahr ist auszugehen, wenn ein Zustand bei ungehinder-

tem Ablauf des Geschehens in überschaubarer Zukunft mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden für die gesetzlichen Schutzgüter führen würde. Eine gegenwärtige Gefahr liegt dann vor, wenn der Schadensfall bereits eingetreten ist und durch den Ereigniseintritt eine neue (konkrete) Gefahr begründet wird oder der Ereigniseintritt unmittelbar (in absehbarer Zeit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit) bevorsteht. Im Bereich endgültig stillgelegter bergbaulicher Anlagen wird davon insbesondere ausgegangen, wenn Tagesbrüche oder Senkungen/Hebungen über untertägigen Grubenbauen, Schacht-, Mundloch- und Bohrlochverbrüche, Wasserschäden, Entgasung und/oder Rutschungen an Tagebaurestlochböschungen eingetreten sind oder solche unmittelbar bevorstehen.

Bei der Abgrenzung des endgültig eingestellten Braunkohlenbergbaus ergeben sich in Brandenburg hinsichtlich der rechtlichen Zuständigkeit die drei Kategorien Altbergbau ohne Rechtsnachfolger, mit Rechtsnachfolger und Sanierungsbergbau (Liersch 1999). Die nachfolgend erläuterte Einteilung verdeutlicht, dass für den Bereich des Altbergbaus weiterhin heute nicht mehr geltende Gesetze relevant sind:

Altbergbau ohne Rechtsnachfolger
Die Bergbaubetriebe, die bis zum 8. Mai 1945 endgültig stillgelegt wurden, unterlagen dem Preußischen Allgemeinen Berggesetz (ABG) vom 24. Juni 1865. Mit dem 8. Mai 1945 erfolgte der gesamte Wirtschaftsbetrieb nach Besatzungsrecht. Das ABG wurde nur noch im Wesentlichen auf sicherheitstechnischem Gebiet angewendet. Nach Gründung des Landes Brandenburg wurde durch das Gesetz der Überführung der Bodenschätze in die Hand des Volkes vom 28. Juni 1947 die Enteignung der ehemaligen privatrechtlichen Eigentümer endgültig durchgesetzt.
In Kapitel IX, Artikel 41 Abs. 1 i. V. m Anlage III, Ziff. 1 des Einigungsvertragsgesetzes (EinigVtrG) vom 31. August 1990 wurde die Enteignung der ehemals privaten Unternehmen als rechtmäßig anerkannt. Das bedeutet, dass es für die vor 1945 stillgelegten Betriebe heute weder einen Bergbauunternehmer noch einen Inhaber einer Bergbauberechtigung gibt, der ordnungsrechtlich verantwortlich ist. Dies hat zur Folge, dass das Land Brandenburg für die erforderlichen Gefahrenabwehrmaßnahmen auf eigene Kosten zuständig ist.
Bei einem Schadensfall (Bergschaden) im Bereich des Altbergbaus ohne Rechtsnachfolger übernimmt das Land Brandenburg im Rahmen einer Ersatzvornahme die Kosten für die Gefahrenabwehr, wie es bei Bränden die Rolle der Feuerwehr ist. Auch diese stellt die Sicherheit her, baut aber nicht wieder auf.

Altbergbau mit Rechtsnachfolger
Die Betriebe, die am 8. Mai 1945 nicht endgültig eingestellt waren, sind danach weiter betrieben worden und unterfielen damit bis 1989 der volkseigenen Industrie der DDR.
Alle Betriebsteile und Areale, die zu diesen Flächen gehörten, auch wenn die Gewinnung in Teilen bereits vor 1945 eingestellt worden war, zählten nach DDR-Recht zu den weiterlaufenden Betrieben. Auf diese finden die Regelungen des Altbergbaus ohne Rechtsnachfolger keine Anwendung. Soweit die endgültige Stilllegung dieser Betriebe noch bis 1989 erfolgte, fanden die Regelungen des BergG DDR und den davor (etwa gleichlautenden) geltenden Regelungen Anwendung. Danach war ein Auslaufbetriebsplan (analog zum Abschlussbetriebsplan nach BBergG) bei der zuständigen Bergbehörde einzureichen.
Die Lausitzer und Mitteldeutsche Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) ist als Bergbauunternehmer der Rechtsnachfolger der alten DDR-Kombinate der Braunkohlenindustrie und somit als Ordnungspflichtiger nach OBG ordnungsrechtlich verantwortlich.

Sanierungsbergbau (s. auch Beitrag Sanierungsbergbau/ Bergbaufolgen, dieses Heft)
Die bis zum 3. Oktober 1990 nicht endgültig eingestellten Betriebe unterliegen weiter den bergrechtlichen Bestimmungen nach BBergG, auch wenn die Gewinnung vor dem 3. Oktober 1990 eingestellt wurde. Diese Betriebe werden bis zur Beendigung der Bergaufsicht auf der Grundlage von Abschlussbetriebsplänen weitergeführt. Bergbauunternehmer ist die LMBV mbH.
Bei Beendigung der Bergaufsicht werden diese bergbaulichen Anlagen der Kategorie „Altbergbau mit Rechtsnachfolger“ zugeordnet.

4. Die Aufgaben des LBGR als Sonderordnungsbehörde

Die Bergbehörde hat bei der Gefahrenabwehr im Altbergbau einen hoheitlichen Auftrag, sie hat als Sonderordnungsbehörde öffentlich rechtliche Pflichten zur Gefahrenabwehr. In diesem Zusammenhang hat die Frage der haftungsrechtlichen Verantwortung der öffentlichen Hand eine große Bedeutung.

Die Aufgaben des LBGR im Bereich des Altbergbaus werden nach den Sachgebieten unmittelbare Gefahrenabwehr, Ermittlung und Bewertung von Risikopotentialen und planmäßige Sicherungsmaßnahmen gegliedert.

Für die Maßnahmen zur Beseitigung der Altlasten des Bergbaus ohne Rechtsnachfolger zur Abwendung lebensbedrohlicher Gefahren werden vom Land Brandenburg Haushaltsmittel bereitgestellt. Der Haushaltstitel, der vom LBGR verwaltet wird, wird im aktuellen Haushaltplan 2013/2014 wie folgt erläutert: „*Einen Sonderfall der Altlastensanierung stellen die Altlasten des Bergbaus ohne Rechtsnachfolger dar, d. h. die Altlasten des bis 1945 betriebenen Bergbaus. Der gesamte Sanierungsaufwand zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung derartiger Altlasten im Land Brandenburg wird bei Anwendung heutiger Technologien und bei heutigen Kosten bis nach 2020 auf jährlich 1,5 – 2,5 Mio. Euro geschätzt. Die Sicherungspflicht für diese Altlasten ist zum 03.10.1990 durch*

Einigungsvertrag auf das Land Brandenburg übergegangen. Die Mittel dienen vorrangig der Abwehr von lebensbedrohender Gefahr, die von derartigen Altbergbauobjekten ausgeht sowie der Sicherung von Flächen des Altbergbaus. Die Einzelmaßnahmen werden in einer Objektliste zusammengefasst und nach den vergaberechtlichen Vorschriften an Auftragnehmer vergeben."

4.1 Unmittelbare Gefahrenabwehr

Bei der Meldung von Schadensereignissen im Bereich des Altbergbaus werden durch das LBGR unverzüglich Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr ausgelöst. Der Schadensfeststeller ist zunächst zur provisorischen Erstsicherung verpflichtet, die durch die örtliche Ordnungsbehörde bzw. Polizei nach Befahrung präzisiert wird. Die Ursachenaufklärung und weitere Maßnahmen bis zur dauerhaften Sicherung bzw. Gefahrenbeseitigung erfolgen beim Altbergbau ohne Rechtsnachfolger im Rahmen einer Ersatzvornahme durch das Land Brandenburg.

Beim Altbergbau mit Rechtsnachfolger werden vom LBGR ordnungsbehördliche Maßnahmen gegenüber dem ermittelten Ordnungspflichtigen angeordnet.

Zur Unterstützung der hoheitlichen Aufgabe werden vom LBGR mit Fachfirmen Rahmenvereinbarungen geschlossen, die sich zu einer permanenten Rufbereitschaft verpflichten. Im Ereignisfall werden die Gefahrenabwehrmaßnahmen über eine Freihandvergabe beauftragt.

4.2 Ermittlung und Bewertung von Risikopotentialen

Zu Ermittlung von Risiken aus dem Braunkohlentiefbau werden im Auftrag des LBGR Risikoanalysen und -bewertungen erarbeitet. Ältere Gefährdungsanalysen bzw. Bergschadenkundliche Analysen liegen zwar für über 80 % der Altbergbaugebiete in Brandenburg vor, auf Grund von Änderungen in der Oberflächennutzung ist aber für viele Bereiche eine Neubewertung als Risikoanalyse erforderlich. Das Risiko wird hierbei als Produkt aus Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit eines unerwünschten Tagesbruchereignisses definiert. Das Schadensausmaß wird dabei in Anhängigkeit von der Oberflächennutzung und der Größe des möglichen Schadens in vier Stufen (A – D) kategorisiert. Ergebnis der Bewertung ist die Festlegung von Risikobereichen, die in vier mögliche Risikoklassen (I – IV) eingeordnet werden (DGGT 2004).

Grundlage einer Altbergbaurisikoanalyse ist die möglichst genaue und verzerrungsfreie Anpassung der Altbergbausituation auf die aktuelle Topographie.

Eine wichtige Voraussetzung für die Erarbeitung ist eine Sichtung und Auswertung der verfügbaren archivalischen Unterlagen, wie beispielsweise Originalrisswerke und Betriebsakten. Im Zusammenhang mit haftungsrechtlichen Fragen im Bereich des Altbergbaus werden diese Aktenbestände der Bergbehörde als „ihr Wissen" zugeordnet. Eine zentrale Rolle hat hierbei das historische bergmännische Risswerk, das nach dem ABG gesetzlich vorgeschrieben war.

Als Risswerk wird eine Sammlung von Rissen, d. h. Karten, Pläne, Schnitte und sonstige Projektionen und technischen Darstellungen im Vermessungswesen des Bergbaus (Markscheidewesen) bezeichnet. Hier konzentrieren sich oft die wesentlichen Informationen zum untertägigen Altbergbau. Nach § 72 des ABG hatte der Bergwerksbesitzer auf seine Kosten ein Grubenbild in zwei Exemplaren durch einen konzessionierten Markscheider anfertigen und regelmäßig nachtragen zu lassen. Durch das zuständige Oberbergamt wurde vorgeschrieben, in welchen Zeitabschnitten die Nachtragung stattfinden muss. Das eine Exemplar des Grubenbildes war an die Bergbehörde abzuliefern, das andere auf dem Bergwerk an einem geeigneten Ort aufzubewahren.
Da grundsätzlich aber davon auszugehen ist, dass keine Endaufmessungen insbesondere bei den Abbaukonturen vorliegen, stellen markscheiderische Risse das Grubenbild immer nur zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Dies trifft insbesondere für das Behördenrisswerk zu, da meist die letzte Nachtragung nicht mehr realisiert wurde. Auf Grund der Nichtvollständigkeit der Dokumentationen über die Bergbautätigkeit (z. T. auch durch kriegsbedingten Verlust) ergeben sich somit größere Unwägbarkeiten in der Altbergbaubearbeitung. So gibt es auch Fälle, wo trotz intensivster Archivrecherchen keinerlei Rissunterlagen mehr auffindbar sind und bestenfalls alte Betriebsakten ausgewertet werden können. Auch die Befragung der nur noch wenigen Zeitzeugen des nunmehr seit fast 50 Jahren eingestellten Braunkohlentiefbaus führt kaum noch zu brauchbaren Aussagen. So ist aber z. B. aus solchen Befragungen wenigstens bekannt, welches Schicksal heute nicht mehr vorhandenen Rissunterlagen des Braunkohlentiefbaus in den Notzeiten zum Ende des 2. Weltkrieges widerfahren ist. Die markscheiderische Betreuung zumindest der im 19. Jahrhundert betriebenen Gruben erfolgte nur in recht großen Zeitabständen und wohl nicht alles, was risslich dokumentiert und beurkundet wurde, hat der Markscheider immer mit eigenen Augen gesehen. Insbesondere Angaben zu Versatzarbeiten und zur Verfüllung von Schächten (letztere wurden oftmals nur abgebühnt und die oberen Meter verfüllt!) sind meist mit großer Skepsis zu betrachten.
Da ein Hohlraumnachweis mit indirekten Methoden (z. B. mit geophysikalischen Verfahren) bei den in Frage kommenden Teufen und wassererfülltem Gebirge mit vertretbarem Aufwand bisher nicht zufriedenstellend gelöst ist, bleibt bei Fehlen von Rissunterlagen meist doch nur die Abgrenzung mutmaßlicher Risikobereiche durch eine fachliche Interpretation des beurkundenden Markscheiders.

Das LBGR verwaltet das Riss- und Aktenarchiv für den Braunkohlenaltbergbau in Brandenburg. Für die Altbergbauobjekte im Süden des Landes liegen die Risswerke und Betriebsakten im Original, die Risswerke der anderen Altbergbaugebiete als Kopie vor. Deren Originale befinden sich durch Zugehörig-

keit zum ehemaligen Oberbergamtsbezirk Halle beim Landeshauptarchiv Sachsen-Anhalt in Magdeburg.

Insgesamt sind über 10 000 Risswerksblätter archiviert, die zur Sicherung digitalisiert und auf das amtliche Lagebezugssystem für Brandenburg (ETRS 89) georeferenziert wurden. Die zum Teil über hundert Jahre alten Akten und Risswerke haben für das LBGR als Sonderordnungsbehörde heute noch eine wichtige Bedeutung für die Gefahrenabwehr und Risikoprävention (vgl. Beispiele Abb. 5a und b).

Da die alten Grubenbaue grundsätzlich nicht mehr befahrbar sind, müssen – sofern vorhanden – die alten Betriebsrisse auf die aktuelle Topographie georeferenziert werden. Unterschiedliche, oftmals nicht einmal in den Betriebsrissen gekennzeichnete Koordinationssysteme und willkürlich gewählte Nullpunkte erschweren diesen Arbeitsschritt erheblich, vor allem dann, wenn diese Bezugspunkte nicht mehr vorhanden sind (z. B. zur Zeit des Bergbaus markante Gebäude) oder verändert wurden. Gelegentlich sind Tagesöffnungen im Gelände eindeutig identifizierbar und dienen dann der Lageorientierung der Altbergbaurisswerke. Ein weiteres Hilfsmittel für die Orientierung sind Tagesbrüche. Oft kann für diesen Zweck aber auf Suchbohrungen bzw. Bohrreihen nicht verzichtet werden. Bei der Schachtsuche sind auch geophysikalische Verfahren erfolgreich gewesen. Problematisch sind unvollständig oder nicht eindeutig nachgetragene Originalrisswerke. Verhängnisvoll ist, dass in Rissen dargestellte Planungen für Abbau und Vorrichtungsstrecken in der Praxis oft nicht so ausgeführt wurden.

Die Abschlussdokumentation der Risikoanalyse, die eine bedeutende Planungsgrundlage in Altbergbaugebieten ist, beinhaltet als wichtigste Unterlage ein auf das amtliche Lagebezugssystem georeferenziertes Risswerk mit Altbergbaurisikobereichen, die nach Risikoklassen unterteilt sind. In Brandenburg muss dieses Risswerk durch einen anerkannten Markscheider beurkundet werden.

Risikoanalysen werden unter Leitung des LBGR mit Vertretern der zuständigen Kommunalbehörden und anderer Fachbehörden erörtert. Hier wird der Teilnehmerkreis über mögliche Tagesbruchgefahren aus Altbergbau/Tiefbau informiert. Aus der Gefahrenabschätzung können Sofortmaßnahmen, wie Beschilderung und Absperrung der Risikobereiche, resultieren. Die umgehende Information der Eigentümer des Grund und Bodens über notwendige Nutzungseinschränkungen und ordnungsbehördliche Maßnahmen wird durch das LBGR unter Beteiligung der vor Ort zuständigen Ordnungsbehörden unmittelbar veranlasst.

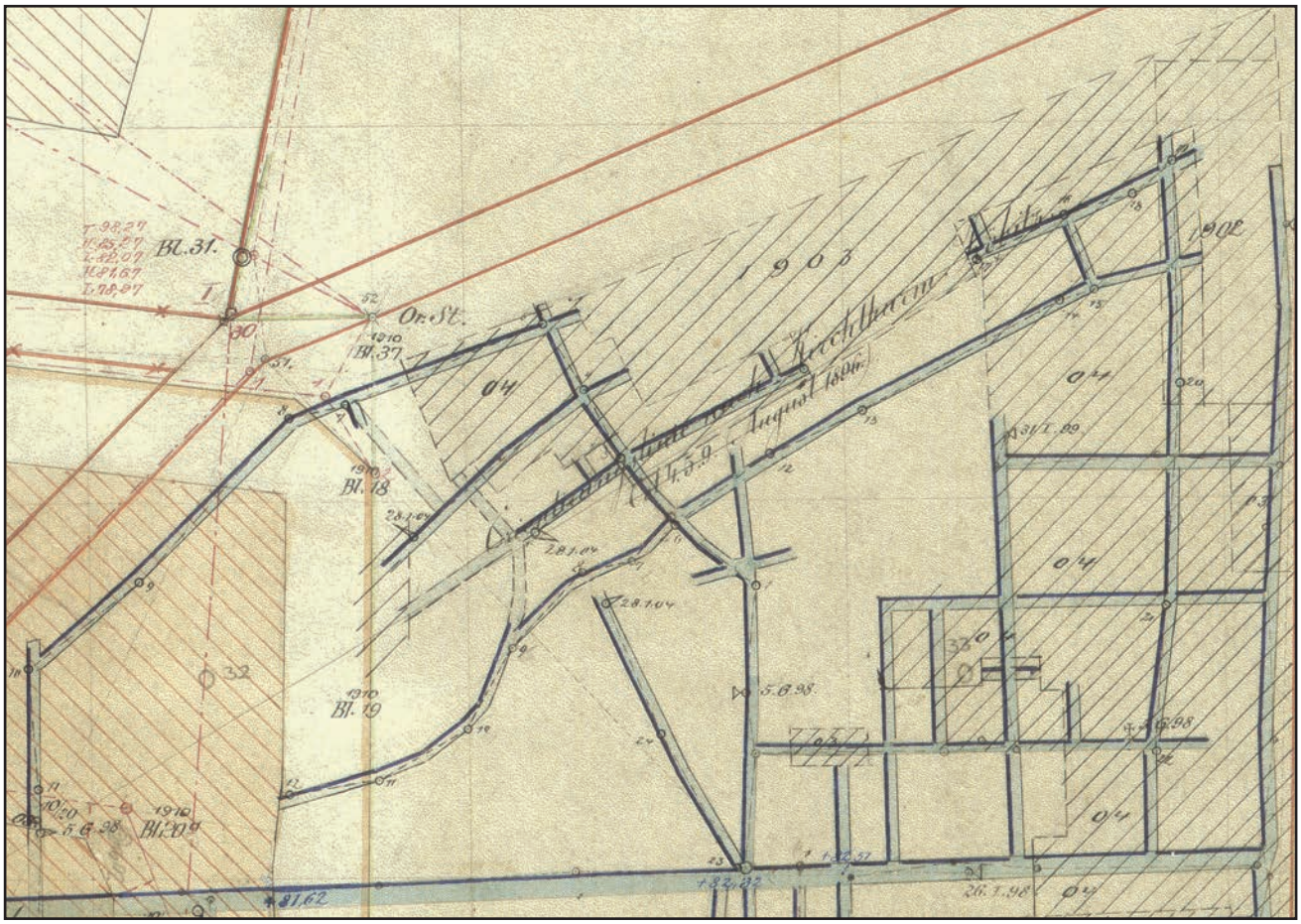


Abb. 5a: Originalriss B I 1 : 1 000, Beutersitzer Kohlenwerke 1896 – 1912 (Quelle: Rissarchiv LBGR)
Fig. 5a: Historical mine map scale 1 : 1 000 (source: archive LBGR)

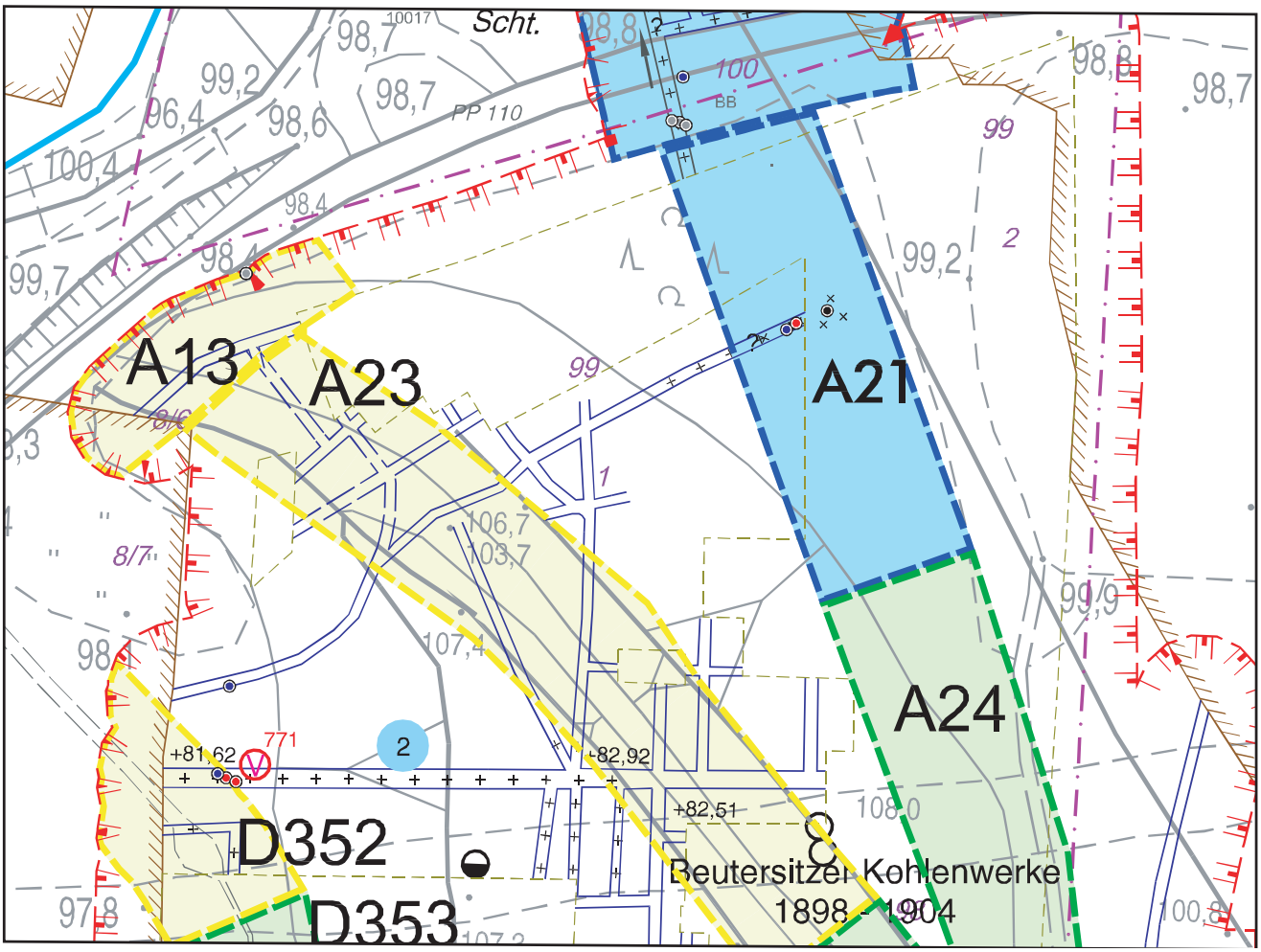


Abb. 5b: Bergschadenkundlicher Riss 1 : 1 000 Blatt Tröbitz 17.4; Risikoanalyse für das Altbergbaugebiet Tröbitz/Domsdorf, 2012 (Quelle: DMT Leipzig GmbH & Co. KG 2012)

Fig. 5b: Mine map, risk assessment of the former mine area Tröbitz/Domsdorf, 2012 (source: DMT Leipzig GmbH & Co. KG 2012)

4.3 Planmäßige Sicherungsmaßnahmen

Planmäßige Erkundungs- und Sicherungsmaßnahmen im Altbergbau werden vom LBGR auf der Grundlage einer Prioritätenliste und in Abhängigkeit von den Festlegungen der Erörterung der Risikoanalyse beauftragt. Mit jedem neuem Erkenntnisstand wird diese Liste aktualisiert. Nach jetzigem Stand ergibt sich bei einer jährlichen Mittelbereitstellung von 1,5 – 2 Mio. Euro für die Maßnahmen, die mit höchster Priorität eingestuft wurden, ein Handlungsbedarf bis über das Jahr 2020 hinaus.

Die zu sichernden Risikobereiche ergeben sich in Abhängigkeit von der Oberflächennutzung oder in Reaktion auf Schadensereignisse. Aus wirtschaftlichen Gründen ist aber eine Verfüllung aller Hohlräume des Braunkohlentiefbaus nicht möglich. So sind auch Bruchfelder aus dem Kammerpfeilerbruchbau bezüglich eventuell vorhandener Resthohlräume nicht mit vertretbarem Aufwand sanierbar. Diese Areale sind durch eine Warnbeschilderung auszuweisen.

In der Regel werden Sicherungsmaßnahmen, die nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen vergeben werden, in mehreren Bauabschnitten durchgeführt.

In den Risikobereichen, die bei der Erörterung festgelegt wurden, wird der Zustand der untertägigen Grubenbaue bohrtechnisch mit Rotary-Spülbohrungen von der Tagesoberfläche aus erkundet (vgl. Abb. 6). Untertägige Erkundungs- und Verwahrungsarbeiten scheiden aus, da die Grubenbaue des Braunkohletiefbaus in Brandenburg zum größten Teil unterhalb des Grundwasserspiegels liegen. Des Weiteren sind die im Lockergestein aufgefahrenen Grubenbaue auch nicht zuletzt durch die lange Standzeit des Ausbaus aus Sicherheitsgründen nicht direkt befahrbar.
Da auf Grund der beschriebenen Aussageungenauigkeiten nicht jede Bohrung erfolgreich ist, sind zum Teil mehrere Bohrungen pro Ansatzpunkt bis hin zur Bohrreihe erforderlich. Mit fortschreitender Erkundung wird bei sorgfältiger Auswahl der Bohransatzpunkte und sinnvoller Reihenfolge durch eine iterative Nachorientierung des

Abb. 6: Erkundungsbohrung, BAB A24 bei Papenbruch, 2003 (Foto: LBGR)
Fig. 6: Exploration drilling equipment, motorway A24 near Papenbruch (photo: LBGR)

Abb. 7: Versatzanlage, B1 bei Jahnsfelde, 2004, (Foto: LBGR)
Fig. 7: Stowing equipment, main road B1 near Jahnsfelde (photo: LBGR)

Bergmännischen Risswerks eine steigende Trefferquote erreicht. Dies erfordert bei der Durchführung der Maßnahme intensive technologische und markscheiderische Betreuung.

Beim Antreffen von bergmännischen Hohlräumen oder Indikatoren wie totalem Spülungsverlust, werden die Bohrlöcher mit 2-Zoll-Rohren verrohrt. Die offenen untertägigen Grubenbaue werden dann mit einer selbstaushärtenden, lagestabilen Versatzsuspension aus Elektrofilterasche von Braun- bzw. Steinkohlenkraftwerken und Wasser durch Einpumpen versetzt. Es bildet sich hierbei ein lagestabiler Festkörper, der vergleichbar mit Kalkstein ist. Diese Versatztechnologie wird auf brandenburgischem Gebiet seit etwa 1975 angewandt. Der in früheren Jahren übliche Versatz mit Sand bzw. Sand-Ton-Gemisch (vgl. Abb. 7) wird nicht mehr praktiziert, da infolge von Grundwasserbewegungen die Lagestabilität des Versatzgutes nicht zuverlässig gewährleistet werden kann. Aus heutiger Sicht ist es erforderlich, die mit Sand versetzten Grubenbaue im Rahmen einer Neubewertung durch Kontrollbohrungen zu erkunden.

Die verwendete Elektrofilterasche bzw. die Suspension muss dabei die folgenden Kriterien erfüllen:

- Ausbildung eines lagestabilen Versatzkörpers, Erreichen eines rechnerischen Vollversatzes,
- technologische Handbarkeit wie Pumpfähigkeit, Fließfähigkeit und Aushärtungsverhalten,
- Umweltverträglichkeit und
- Wirtschaftlichkeit.

Obwohl für Spezialfälle andere Versatzstoffe wie schnell abbindende Dämmer eingesetzt werden, ist derzeit im Land Brandenburg die Elektrofilterasche aus Kraftwerken mit geeignetem Verbrennungsregime aus technologischen und Kostengründen nicht ersetzbar (Nestler 2008).

Der Versatzerfolg ist sofort sichtbar, wenn ein Versatzaustritt erfolgt oder ein Anstieg in benachbarten Bohrungen gemessen wird. Nach Abschluss der Versatzarbeiten und dem Aushärten werden an besonders sicherheitsrelevanten Punkten Versatzkontrollbohrungen als Trocken- bzw. Teilkernbohrungen durchgeführt.

Zur Sicherung der Tagesoberfläche wurden seit dem Jahr 2000 im Auftrag des LBGR bei einem Haushaltsmitteleinsatz von 22 Mio. Euro ca. 250 000 m³ Elektrofilterasche in bergmännische Hohlräume eingepumpt.

Trotz der bergtechnischen Sanierungsmaßnahmen verbleibt aber stets ein altbergbaulich bedingtes Restrisiko. So können über allen bergmännischen Auffahrungen – unabhängig vom Verwahrungszustand – noch so genannte „hängende Brüche“ vorhanden sein, die im Laufe der Zeit zur Ausbildung von Tagesbrüchen oder anderen Bergschäden an der Tagesoberfläche führen können.

Die Ergebnisse der Sicherungsarbeiten werden in einer Abschlussdokumentation, der so genannten Verwahrungsdokumentation dokumentiert.
Wichtiger Bestandteil ist hierbei das Bergmännische Risswerk, das in Brandenburg durch einen anerkannten Markscheider mit Referenzen in der Altbergbaubearbeitung beurkundet werden muss. Diese Dokumentation ist eine Planungsgrundlage für andere Behörden.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Hinterlassenschaften des bis zu 200 Jahre alten Braunkohlentiefbaus in Brandenburg stellen durch die Tagesbruchgefahr auch heute noch eine erhebliche Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung dar.

In mehr als 35 Jahren Verwahrungstätigkeit sind bisher in mehr als der 65 % der bekannten Altbergbauobjekte Versatzarbeiten durchgeführt worden, selten aber flächendeckend. Das bedeutet, dass im Land Brandenburg der Problematik Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit gegenüber Gefahren aus altem Braunkohlentiefbau ohne Rechtsnachfolger noch lange Zeit eine große Bedeutung beigemessen werden muss. Schadensereignisse in Form von Tagesbrüchen, zum Glück bisher meist nur mit Sachschäden, verdeutlichen auch den politisch Verantwortlichen, langfristig für die Altbergbausicherung finanzielle Mittel bereitstellen zu müssen. So macht die Liste der planmäßig zu sichernden Altbergbauobjekte deutlich, dass dem LBGR eine Zuständigkeit obliegt, die über einen langen Planungszeitraum beträchtliche Personal- und Geldmittel bindet. Wobei darauf hingewiesen werden muss, dass eine erhebliche Erweiterung dieser Prioritätenliste jederzeit notwendig werden kann.

Literatur

DMT-Leipzig Zweigniederlassung der DMT GmbH & Co. KG (2012): Aktualisierung der Gesamtbewertung der Gefahrensituation im Altbergbaugebiet Tröbitz/Domsdorf. – Bericht vom 18. September 2012, Anlage 2, Leipzig (unveröff.)

DGGT (2004): Empfehlung „Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung und Bewertung von Altbergbau“ des Arbeitskreises 4.6 der Fachsektion Ingenieurgeologie der deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) Veröffentlichung 4. Altbergbaukolloquium 04. bis 06.11.2004 in Leoben, Essen/Herne

Liersch ,W. (1999): Gefahrenbeseitigung im Altbergbau – Aufgaben und Probleme im Land Brandenburg. – Tagungsband 42. Wissenschaftliche Tagung des Deutschen Markscheider-Vereins e.V. vom 22.–25. September 1999, S. 113 – 128, Cottbus

Nestler, P. (2001): Alter Braunkohlentiefbau in Brandenburg als Gefahr für die öffentliche Sicherheit – Ergebnisse und Probleme aus der Sanierungstätigkeit. – Tagungsband 1. Altbergbau-Kolloquium vom 8. – 9. November 2001, S. 22 – 29, Freiberg

Nestler, P. (2008): Der Einsatz von Braunkohlenfilterasche als umweltverträglicher Versatzbaustoff in alten Braunkohlentiefbauen. – Tagungsband 8. Altbergbau-Kolloquium vom 6. – 8. November 2008, S. 291 – 303, Clausthal-Zellerfeld

Allgemeines Berggesetz für die Preußischen Staaten (ABG) vom 27. Juni 1865

Bergesetz der DDR (BergG DDR) vom 12. Mai 1969 (GBl. DDR 1 Nr. 5 S. 29)

Bundesberggesetz (BBergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert

Gesetz zu dem Vertrag vom 31. August 1990 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands – Einigungsvertragsgesetz (EinigVtrG) und der Vereinbarung vom 18. September 1990 vom 23. September 1990 (BGBl. 1990 II S. 885)

Gesetz über Aufbau und Befugnisse der Ordnungsbehörden für das Land Brandenburg (Ordnungsbehördengesetz – OBG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 1996 (GVBl. I/96, [Nr. 21], S. 266), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Dezember 2010 (GVBl I/10, [Nr. 47])

Sperling, D. (2004): Historisches Wörterbuch zum Braunkohlenbergbau; Beiträge zur Geschichte des Bergbaus in der Niederlausitz. – 156 S., Bildteil Abb. 17, Cottbus

Wedde, R.-G. (2012): Braunkohlentiefbau in Ostbrandenburg. Über den historischen Braunkohlenbergbau zwischen Hohenfinow (Landkreis Barnim) und Henzendorf (Landkreis Oder-Spree). – Brandenburg. geowiss. Beitr. **19**, 2, 116 S., Cottbus

Wedde, R.-G. (2013): Über den historischen Braunkohlenbergbau in Nordbrandenburg und südlich von Berlin. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **20**, 1/2, S. 3 – 43, Cottbus

Anschrift der Autoren:

Landesamt für Bergbau,
Geologie und Rohstoffe Brandenburg
Inselstraße 26
03046 Cottbus

Wolfgang Buckwitz
wolfgang.buckwitz@lbgr.brandenburg.de

Dr. Klaus Freytag
klaus.freytag@lbgr.brandenburg.de

Michael Göthel
michael.goethel@lbgr.brandenburg.de

Klaus Göttlich
klaus.goettlich@lbgr.brandenburg.de

Jürgen Hackl
juergen.hackl@lbgr.brandenburg.de

Norbert Hermsdorf
norbert.hermsdorf@lbgr.brandenburg.de

Dr. Thomas Höding
thomas.hoeding@lbgr.brandenburg.de

Uwe Neumann
uwe.Neumann@lbgr.brandenburg.de

Karina Pulz
karina.pulz@lbgr.brandenburg.de

Heike Redlich
heike.redlich@lbgr.brandenburg.de

Holger Vöhl
holger.voehl@lbgr.brandenburg.de

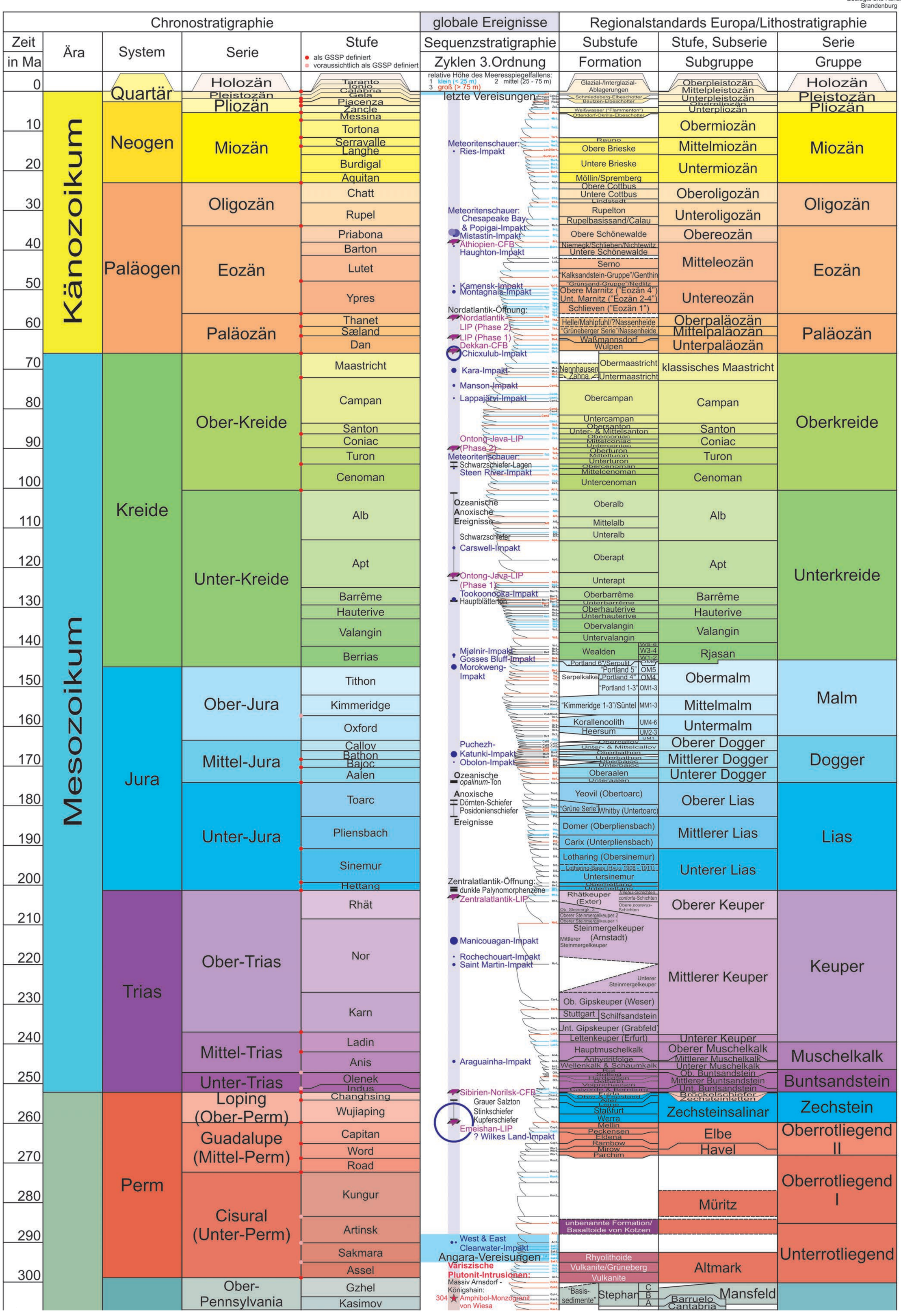
Elke Wetzel
elke.wetzel@lbgr.brandenburg.de

Dirk Zorn
dirk.zorn@lbgr.brandenburg.de

Stratigraphie von Brandenburg 2014

Teil 1 und Teil 2 (Rückseite)

LBGR
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg



Zeit in Ma	Ära	System	Serie	Stufe (● als GSSP definiert, ● voraussichtlich als GSSP definiert)	globale Ereignisse / Zyklen 3.Ordnung / Sequenzstratigraphie	Substufe / Formation / Regionalstandards Europa/Lithostratigraphie	Stufe, Subserie / Subgruppe	Serie / Gruppe
310	Paläozoikum	Karbon	Mittel-Pennsylvania	Moskva				
320			Unter-Pennsylvania	Baschkir				
330			Ober-Mississippi	Serpuchov				
340			Mittel-Mississippi	Visé				
350			Unter-Mississippi	Tournai				
360		Devon	Ober-Devon	Famenne				
370				Frasne				
380			Mittel-Devon	Givet				
390				Eifel				
400			Unter-Devon	Ems				
410				Praha				
420				Lochkov				
430		Silur	Přidoli	unbenannt				
			Ludlow	Ludford				
				Gorsty				
			Wenlock	Homer				
				Sheinwood				
440			Llandovery	Telych				
				Aeron				
				Rhuddan				
				Hirnant				
450		Ordovizium	Ober-Ordovizium	Katy				
				Sandby				
460			Mittel-Ordovizium	Darriwil				
470				Daping				
			Unter-Ordovizium	Flo				
480				Tremadoc				
490		Kambrium	Furong (Ober-Kambrium)	Stufe 10 (Niuchehe)				
				Jiangshan				
				Paibi				
500			Serie 3 (Mittel-Kambrium)	Guzhang				
				Drum				
510				Stufe 5 (Taijiang)				
			Serie 2 (Unter-Kambrium)	Stufe 4 (Duyun)				
520				Stufe 3 (Nangao)				
			Terreneuve (Unter-Kambrium)	Stufe 2				
530				Fortune				
540								
550	Neoproterozoikum	Ediacarium	Obere Serie	Stufe 4 (Nama-Biota)				
560				Stufe 3 (Beloje More-Biota)				
570				Stufe 2 (Avalon-Biota)				
580								
590			Untere Serie	Stufe 1 (Yangtze-Biota)				
600								
610								
620								
630								
640	↓							

Chronostratigraphie | **Sequenzstratigraphie** | **Regionalstandards Europa/Lithostratigraphie**

Ereignisse und Plutonite

- 315 Biotit-Monzogranit
- Vulkanite/molassoide Flachschelffazies
- MKZ-Massiv Pretzsch/Prettin - Schönewalde mit Metaplutoniten
- 327 Amphibol-Quarzmonzonit
- 330 Amphibol-Quarzdiorit
- 336 Monzogranit
- 337 Granit-Gneis von Luckenwalde
- Charlevoix-Impakt
- 350 Granit-Gneis von Luckau
- 4. Rußschiefer
- 356 Amphibol-Gabbro/Gabbrodiorit von Colochau
- Woodleigh-Impakt
- 3. Alaunschiefer-Lagen am Bohlen
- Pripjat-Dnepr-Donec-CFB
- Ozeanische Anoxische Ereignisse
- Siljan-Impakt
- Alamo-Impakt
- 2. Schwarzschiefer
- 1. Graptolithenschiefer
- Ozeanische Anoxische Ereignisse
- Sahara-Vereisung
- Lockne-Impakt
- Meteoritenschauer nach Asteroidenkollision
- **Öffnung Rheischer Ozean mit Rift-Extrusionen und Rift-Intrusionen:**
- Metavulkanite Südliche Phyllitzone:
- Metadazit/-trachyt-Komplex
- 488 Metarhyolith-Komplex
- MKZ-Metaplutonite:
- 491 Amphibol-Gabbro von Züllsdorf
- Kalkarindji-CFB
- **Cadomische Plutonit-Intrusionen:**
- Lausitzer Granodioritkomplex:
- 531 Biotit-Granodiorit von Laas (ehem. Stbr. Dürrenberg)
- Biotit-Granodiorit von Dohna
- 537 (vom Gahmighübel)
- 539 Biotit-Granodiorit von Dresden-Klotzsche
- 542 Biotit-Granodiorit-Apophyse vom Stbr. Kindisch
- 543 Chert führendes Konglomerat vom Wetterberg
- 555 Grauwacke vom Stbr. Oßling
- negative $\delta^{13}C$-Anomalie EN3
- 558 Purpurbergquarzit
- 565 Tuffit vom Wüsteberg
- 566 Tuff-Lage in Rothstein-Fm.
- 568 Granitoid-Geröll in Müglitz-Fm.
- Gaskiers-Vereisung (EN2)
- Acraman-Impakt
- negative $\delta^{13}C$-Anomalie EN1
- Top Marinoische Vereisung

relative Höhe des Meeresspiegelfallens: 1 klein (< 25 m) 2 mittel (25 - 75 m) 3 groß (> 75 m)

Lithostratigraphie

- Hiatus im Torgau-Doberlug-Synklinorium und bisher kein Nachweis im Fundament der Norddeutschen Senke in Brandenburg
- Vulkanite/Ludwigsdorf
- flyschoide Stillwasserfazies
- Doberlug/Förstgen
- ?
- Dachschiefer und Rußschiefer ? von Spremberg
- Hillmersdorf
- ?
- Beesdau (Vulkanite)
- Delitzsch
- Tröbitz
- unbenannt
- ?
- Zwethau
- Rothstein-Melange
- ?
- Rothstein (daraus später gebildete Grauwacken-Basaltoid-Chert-Melange)
- Westfal: D, C, B, A
- Namur: C, B, A
- Ober-visé: V3c, V3b, V3a
- Mittelvisé: V2b, V2a
- Untervisé: V1b, V1a
- Ober-tournai: Tn3c, Tn3a/b
- Mittel-tournai: Tn2c, Tn2b, Tn2a
- Unter-tournai: Tn1b, Tn1a
- Strunium
- Ober-famenne: Fa2d, Fa2c, Fa2b
- Mittelfam.: Fa2a
- Unterfam.: Fa1b, Fa1a
- Oberfr.: F3
- Mittel-frasne: F2
- Unterfr.: F2
- Mittelgivet: F1b
- Untergivet: F1a
- Kačák
- Choteč
- Daleje
- Zlichov
- Praha
- Oberlochkov
- Unterlochkov
- ?
- autochthoner Komplex des Görlitzer S.G.
- ?
- Dubrauquarzit
- Charlottenhof
- Falten- und Überschiebungsgürtel
- Müglitz
- Purpurbergquarzit
- Seidewitz
- Asturias, Bolsover, Duckmanton, Langsett, Yeadon, Marsden, Kinder-Scout, Alport, Chokier, Arnsberg, Pendle
- Brigant, Asb, Holker, Arundel, Chad, Yvoir, Hastière
- Wocklum, Dasberg, Hemberg, Nehden, Adorf
- klassisches Givet, klassisches Eifel, klassisches Oberems, klassisches Unterems, Mittel- & Obersiegen, Untersiegen, Gedinne
- Budňany, Wenlock, Llandovery, Ashgill, Caradoc, Llanvirn, Arenig, Tremadoc, Chantai, Tukalandy, Gorbijachin, Kuljumbe, Maja, Amga, Toyon, Bofoma, Atdaban, Tommot, Nemakit-Daldyn
- Debrite & glaziomarine Tillite
- Schwarzschiefer & -cherts
- Akkretionskomplex des Görlitzer Schiefergebirges (mit Glaukophan führenden Basaltoid-Schuppen und Olistholithen)
- Drehna (Phyllite)
- Lausitz/Clanzschwitz (Grauwacken-Turbidite)
- Weesenstein
- kein Nachweis
- Siles (Oberkarbon)
- Dinant (Unterkarbon)
- Wildflysch
- Turbiditflysch zum Teil mit Kalkturbiditen
- Ober-devon
- Mittel-devon
- Unter-devon
- Obersilur
- Mittelsilur
- Untersilur
- Ober-ordovizium
- Mittel-ordovizium
- Unter-ordovizium
- Ober-kambrium
- Mittel-kambrium
- Unter-kambrium

Korrelation:
Michael Göthel/LBGR Brandenburg, 28.08.2014

nach Arbeitsstand:
International Commission on Stratigraphy, Februar 2014

nach Arbeitsstand: *John W. Snedden & Chengjie Liu/ExxonMobile, 20.08.2010*
(angepasst, Ereignisse, Plutonite, 24.07.2014)

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), CorelDraw 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 **Kapitälchen** 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.**	**Standsicherheit Flußdeiche**
1998,	**Heft 2,**	**84 S.,**	**35 Abb.,**	**10 Tab.**	
1999,	**Heft 1,**	**116 S.,**	**55 Abb.,**	**15 Tab.**	**Geopotentiale**
1999,	**Heft 2,**	**80 S.,**	**34 Abb.,**	**5 Tab.**	**Lithofazieskartenwerk Quartär (DDR)**
2000,	**Heft 1/2,**	**196 S.,**	**121 Abb.,**	**23 Tab.**	**Quartär, Inlandeistheorie**
2001,	**Heft 1,**	**48 S.,**	**6 Abb.,**	**8 Kt.**	**Neogeodynamica Baltica**
2002,	**Heft 1/2,**	**156 S.,**	**77 Abb.,**	**29 Tab.**	
2003,	**Heft 1/2,**	**202 S.,**	**157 Abb.,**	**22 Tab.**	**Airborne Laserscanning**
2004,	**Heft 1/2,**	**184 S.,**	**82 Abb.,**	**17 Tab.**	**Geothermie, Stratigraphie des Känozoikums**
2005,	**Heft 1/2,**	**180 S.,**	**120 Abb.,**	**15 Tab.**	
2006,	**Heft 1/2,**	**176 S.,**	**118 Abb.,**	**19 Tab.**	**Regionalgeologie, ausgewählte Geopotenziale**
2007,	**Heft 1**	**98 S.,**	**59 Abb.,**	**11 Tab.**	
2007,	**Heft 2**	**112 S.,**	**83 Abb.,**	**25 Tab.**	**Sonderheft: Rohstoffbericht Brandenburg**
2008,	**Heft 1/2**	**170 S.,**	**108 Abb.,**	**27 Tab.**	
2009,	**Heft 1/2**	**111 S.,**	**61 Abb.,**	**9 Tab.**	
2010,	**Heft 1/2**	**130 S.,**	**86 Abb.,**	**9 Tab.**	
2011,	**Heft 1/2**	**134 S.,**	**178 Abb.,**	**3 Tab.**	
2012,	**Heft 1**	**120 S.,**	**77 Abb.,**	**16 Tab.**	
2012,	**Heft 2**	**116 S.,**	**188 Abb.,**	**7 Tab.**	**Sonderheft: Braunkohlentiefbau in Ostbrandenburg**
2013,	**Heft 1/2**	**158 S.,**	**127 Abb.,**	**16 Tab.,**	**2 Taf.**

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; Land Berlin; Landkreis Barnim; Landkreis Märkisch-Oderland; Landkreis Oberspreewald-Lausitz; 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

LBGR BRANDENBURG