Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	<b>21</b> (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

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-

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.

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

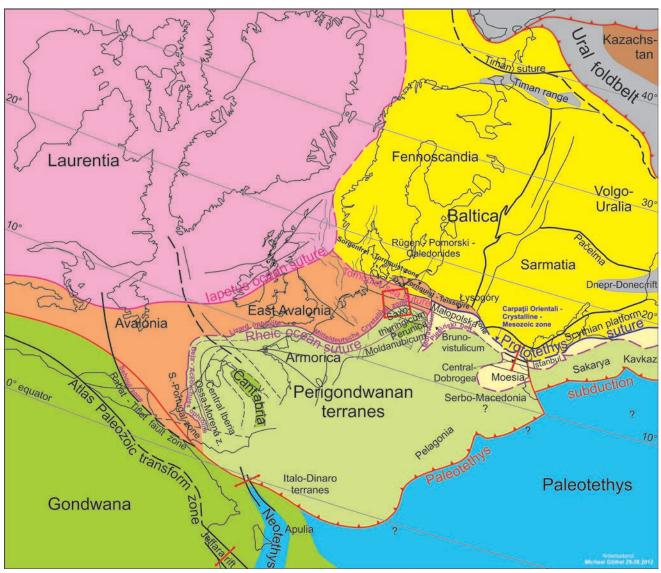


Abb. 1: Geotektonische Situation Europas im Ober-Perm:
Position der kontinentalen Krustenplatten, paläozoisch akkretionierter Terranes und Interpretation des
Verlaufes der sie begrenzenden Suturzonen sowie Lage der sich schließenden Paläotethys und der sich
öffnenden Neotethys (rotes Rechteck – Position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

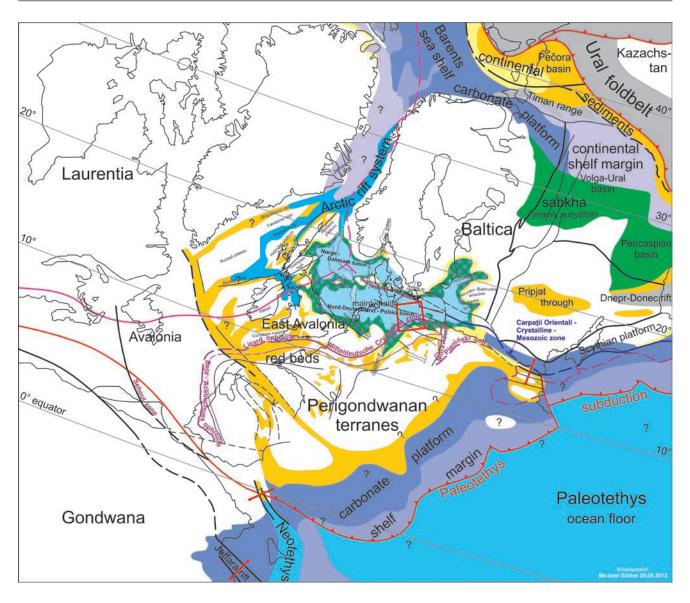


Abb. 2: Paläogeographische Situation Europas im Ober-Perm:
Position des Germanischen Zechstein-Beckens, des Arktischen Rift-Systems und Schelfs sowie weiterer
Ablagerungsgebiete mit ihren hauptsächlichen Ablagerungsmilieus sowie geotektonisch akkretionierten und aktiven Zonen (rotes Rechteck – Position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

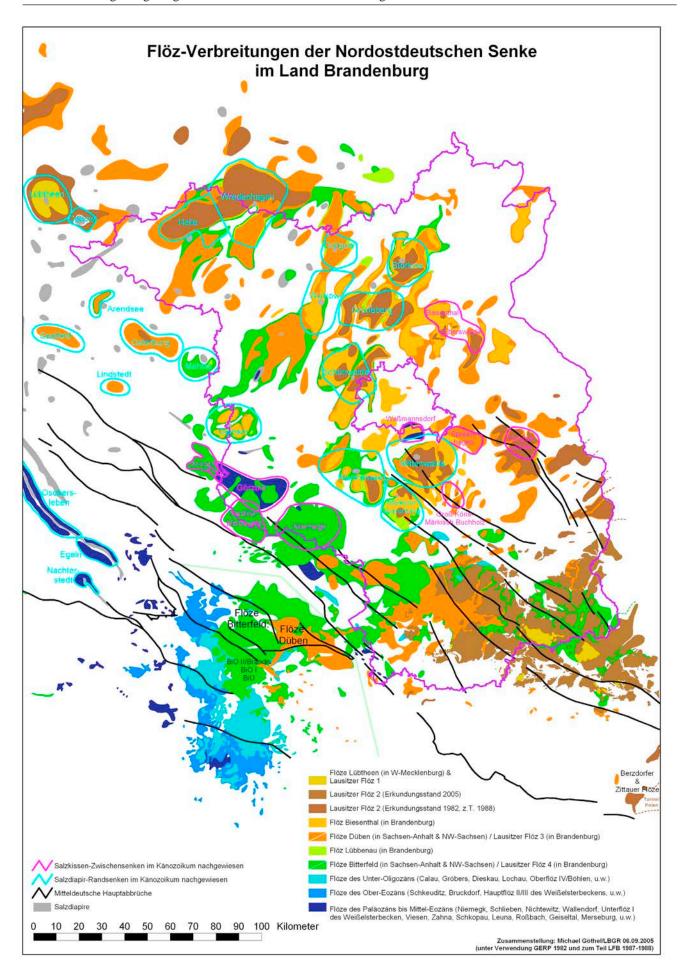
Überlagert wird die oben beschriebene Schichtenfolge durch eine durchschnittlich 50 bis 80 m, lokal über 500 m mächtige Folge quartärer Ablagerungen. Sie sind das Ergebnis der verschiedenartigsten Aufschüttungs- und Abtragungsprozesse während des mehrfachen Vorrückens und anschließenden Zerfalls und 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

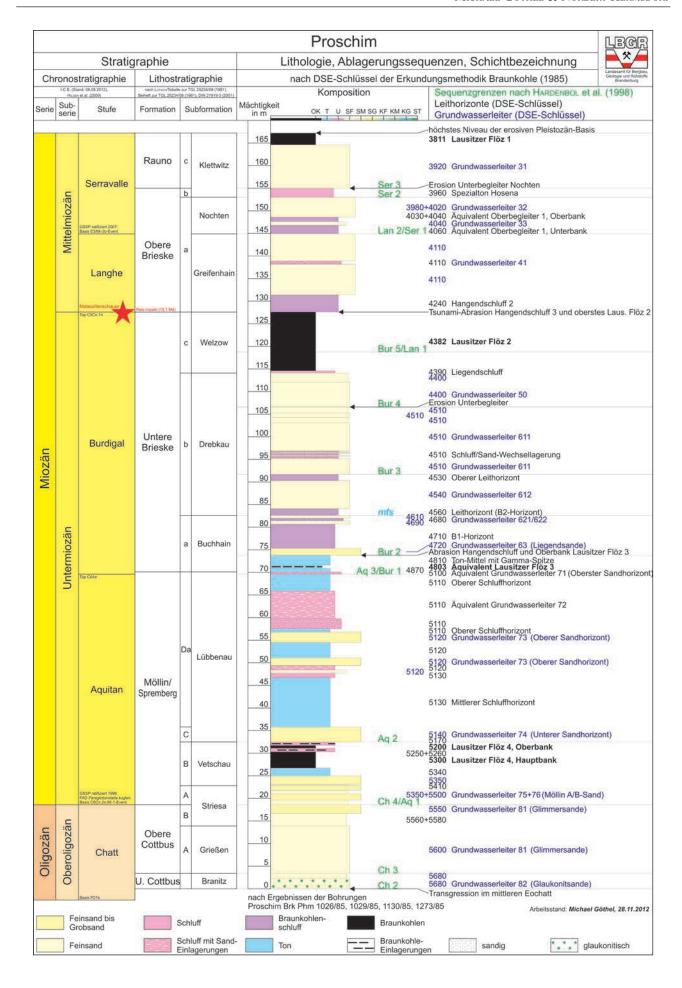
Abb. 3: g der Salz-

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





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

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

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. 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 Landrükkens an.

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

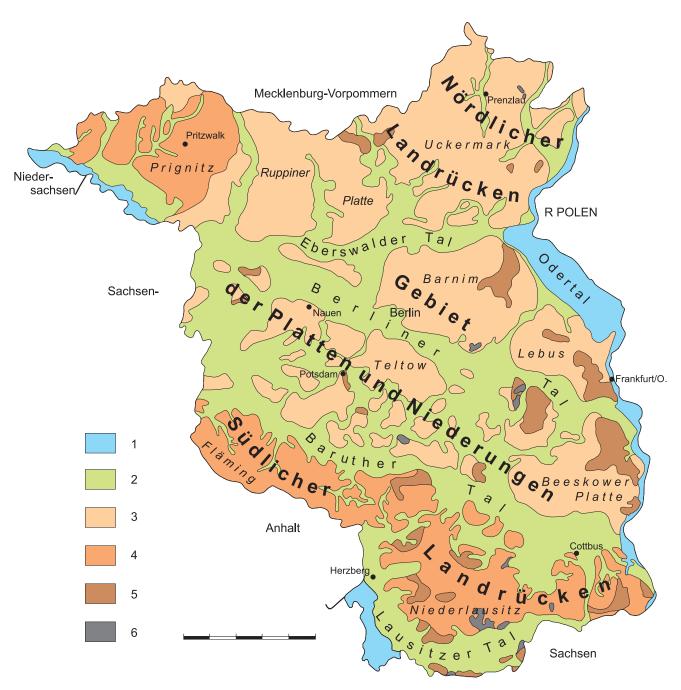


Abb. 6: Geologisch-morphologische Gliederung von Brandenburg und Berlin (nach SONNTAG in LIPPSTREU 1995, S. 117) Fig. 6: Geologic-morphological overview of the states of Brandenburg and Berlin (after Sonntag in Lippstreu 1995, p. 117)

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., ALE-XOWSKY, 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.): EURO-PROBE 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 21<sup>st</sup> 27<sup>th</sup>, 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 wild-flysch-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.  $-2^{nd}$  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