

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	26 (2019), 1/2	S. 107–116	2 Abb., 51 Zit., 1 Einbl. (1 S.)
------------------------------	---------	----------------	------------	-------------------------------------

Vulkanisch geprägtes Unterrotliegend der Lausitz – Resultat postvariszischer Strike-Slip-Bewegungen an den Mitteldeutschen Abbrüchen

Volcanic influenced Unterrotliegend deposits of the Lausitz region – result of the post-variscan strike-slip movements on the Central German faults

MICHAEL GÖTHEL

1 Einleitung

Im SE der Struktur Mulkwitz wurde 5 km südwestlich von Weißwasser im Rahmen der Kupfererz-Erkundung die Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 geteuft. Auf die vorläufigen Ergebnisse einer detaillierten Neuaufnahme und Interpretation des Präzechstein bzw. nicht durchteuften Rotliegend wurde in GÖTHEL (2012a) bereits hingewiesen. Das Kernmaterial liegt noch nahezu vollständig vor und wird im Bohrkern- und Probenarchiv des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR) in Wünsdorf aufbewahrt.

Auf der Grundlage des inzwischen fast sechzig Jahre fortgeschrittenen Kenntnisstandes wurde die Kernstrecke des Rotliegend feldgeologisch neu aufgenommen und bewertet. Die daraus resultierenden neuen Ergebnisse werden vorgestellt, regionalgeologisch eingeordnet und ihre Interpretation diskutiert. Dabei erfolgt die Darstellung von Lithologie und stratigraphischer Korrelation nach bohrlochgeophysikalischer Teufenkorrektur der Kernmärsche. Gleichzeitig wird ausführlich der aktuelle Erkundungs- und Kenntnisstand der in die Westsudeten Polens hineinreichenden Permokarbonenke, seines variszischen Rahmens und Untergrundes vorgestellt, in dem das Rotliegend der Bohrung Cu Sp/83 abgelagert wurde.

2 Regionalgeologische Situation, Bruchtektonik und variszische Vorprägung

Der Rotliegend-Anteil der Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 wurde in der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonenke, einer extramontanen Permokarbon-Senke (SCHNEIDER & GEBHARDT 1993) mit einer ca. NW–SE verlaufenden Trogachse, abgelagert. Einerseits reicht dieser Permokarbon-Trog meist bis an den Lausitzer Block sowie seiner südöstlichen Fortsetzung, dem Iser- und Riesengebirgsmassiv (Izera-Karkonosze-Massiv) einschließlich angrenzender Schiefergebirgseinheiten heran. Andererseits befindet sich die Ostbrandenburg-Schwelle (NÖLDEKE & SCHWAB 1977)

im NW sowie der Subsudetische Block im SE. Nach NW in Richtung Berlin mündet der Permokarbon-Trog in das Südliche Perm-Becken (GAST 1993) bzw. in die Norddeutsch-Polnische Senke (NÖLDEKE & SCHWAB 1977). Seine SW- und NE-Begrenzung wird bruchtektonisch durch dextrale Seitenverschiebungen, die auch durch Begrenzungen variszischer Bauteile vorgeprägt sind, bestimmt. Sie gehören zu den staffelförmig W–E angeordneten, etwa NW–SE verlaufenden Mitteldeutschen Abbrüchen, die überregional die Norddeutsch-Polnische Senke südlich von den deutsch-polnischen Mittelgebirgen trennen. Sie wurden im Mesozoikum und Känozoikum z. T. unterschiedlich – sowohl zeitlich als auch abschnittsweise – reaktiviert, so dass vor allem infolge der subherzynischen Bewegungen in der Oberkreide die Konfiguration von Ostbrandenburgischer und südöstlich anschließender Nordsudetischer Kreidesenke (VOIGT 2009) dem Verlauf der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonenke im Wesentlichen folgt. Das Regime der Mitteldeutschen Abbrüche wurde dabei durch die phasenweise in der Oberkreide (subherzynische Bewegungen) beginnende Rotation des Lausitzer Blockes und seiner südöstlichen Fortsetzung, dem Iser- und Riesengebirgsmassiv (Izera-Karkonosze-Kristallinmassiv) mit seinem Schiefergebirgsrahmen zwischen dem Sächsischen und Hamburger Elbe-Lineament (Southern Elbe Lineament und Northern Elbe Lineament in FRANKE & HOFFMANN 1999) bestimmt. Dabei entwickelten sich südwestlich und nordöstlich des Lausitzer Blockes und seiner südöstlichen Fortsetzung zwei spitzwinkelig angeordnete, hauptsächlich mit Ablagerungen der Oberkreide gefüllte Senken, die jedoch entgegengesetzt geöffnet sind. Während die Sächsisch-Nordböhmisches Senke zwischen Lausitzer Überschiebung und ihrer Fortsetzung, der Süd-Karkonosze-Störung einerseits und Elbe-Störung (STANEK et al. 2016) andererseits, spitzwinkelig in Richtung SE nach Nordböhmen geöffnet ist, ist die Niederlausitz-Nordsudetische Senke entgegengesetzt in Richtung NW zur Norddeutsch-Polnischen Senke geöffnet (Abb. 1).

Zum Gesamtbild des bruchtektonischen Rahmens der Permokarbon-Senke und der Kreide-Senken gehören, von W nach E betrachtet, folgende Mitteldeutsche Abbrüche:

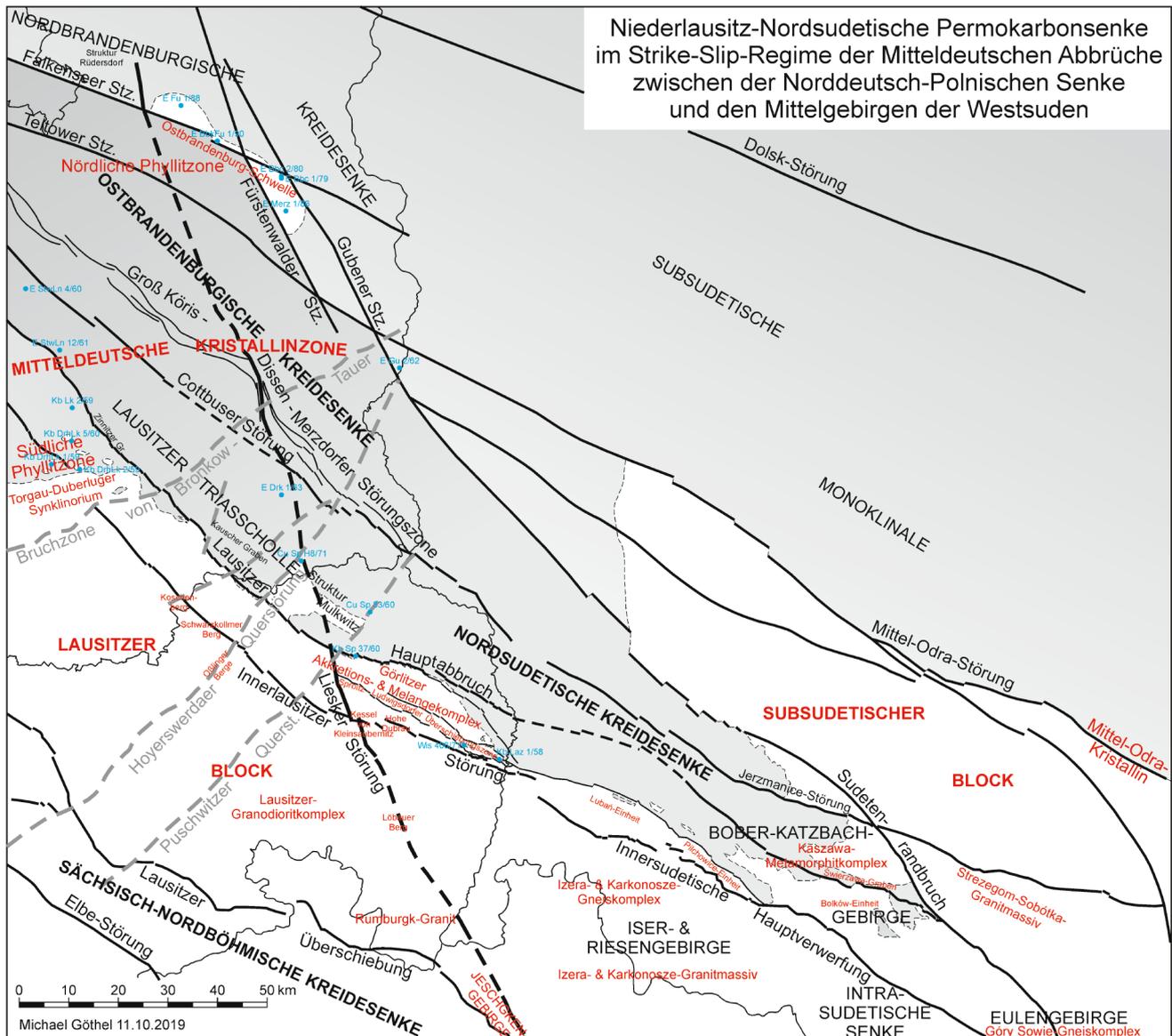


Abb. 1: Regionalgeologische Position der extramontanen Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke im Bereich der Mitteldeutschen Abbrüche zwischen Norddeutsch-Polnischer Senke und den Mittelgebirgen der Westsudeten mit Lage ausgewählter Bohrungen

Fig. 1: Regional geological position of the extramontane Niederlausitz-Northsudetian Permian basin in the region of the Central German fault system between Northgerman-Polish basin and the Westsudetic hills and subdued mountains, with the location of selected drillings

hauptsächlich WNW–ESE-Verlauf:

1. Innerlausitzer Störung (HIRSCHMANN 1966, BRAUSE 1969) als Fortsetzung der Innersudetischen Hauptverwerfung (DON, J. & A. ŻELAŻNIEWICZ 1990, MAZUR et al. 2010) in Polen (GÖTHEL 2001)
2. Lausitzer Hauptabbruch (GÖTHEL & GRUNERT 1996)
3. Wünsdorf–Cottbuser Schwereflanke (GÖTHEL & GRUNERT 1996) im Zusammenhang mit der Cottbuser Störung (KOPP et al. 2001), vermutlich mit der Jerzmanice-Störung im Kaczawa-Metamorphitkomplex (BARANOWSKI et al. 1990) bis an den Sudetenrandbruch fortgesetzt (DON & ŻELAŻNIEWICZ 1990) und weiter ost-

südöstlich mit dem NNE-Rand des Strzegom-Sobótka-Granitmassivs verfolgbar

4. Teltower Störungszone (WEINLICH 1991) als Fortsetzung der Mittel-Odra-Störung (MAZUR et al. 2010) und Teil des Odra–Kraków–Lineamentes (FRANKE & HOFFMANN 1999) in Polen
5. Falkenseer Störungszone (BALTRUSCH & KLARNER 1993)

hauptsächlich NW–SE-Verlauf:

6. Groß Köris–Dissen–Merzdorfer Störungszone (GÖTHEL & GRUNERT 1996)

hauptsächlicher NNW–SSE-Verlauf:

7. lineamentäre Geofraktur Herzfelde – Dissen – Baruth – Löbau (bisher nicht erkannt), mögliche Fortsetzung zwischen Jeschken-Gebirge (Jěstěd hory) und Iser- und Riesengebirge (Krkonoše-Jizera-Kristallin) bis zur Sächsisch-Nordböhmisches Kreidesenke in Tschechien
8. Fürstenwalder Störungszone (GÖTHEL 2012b)
9. Gubener Störungszone (GÖTHEL 2012b), als Fortsetzung des Sudetenrandbruchs (DON & ŽELAŽNIEWICZ 1990, MAZUR et al. 2010) in Polen

Infolge der Rotation des Lausitzer Blockes und seines Schiefergebirgsrahmens entwickelte sich auch am Lausitzer Hauptabbruch infolge von Kompression eine Aufrichtungszone wie am Harznordrand (GÖTHEL & GRUNERT 1993). Etwa nordwestlich der Bruchzone von Bronkow–Tauer (GÖTHEL & GRUNERT 1996) bildeten sich dagegen die direkt an den Lausitzer Hauptabbruch geknüpften Weitungsstrukturen, wie beispielsweise der Zinnitzer Graben. Jedoch nicht der Kauscher Graben im Braunkohlentagebau Welzow, der sich wesentlich später im Känozoikum über einer kompressiven Antiklinalstruktur im nordöstlichen Vorfeld der Aufrichtungszone zu entwickeln begann.

Die dextrale Seitenverschiebung der Innerlausitzer Störung wird durch die Heraushebung des Koschenberges südöstlich Senftenberg infolge der Bildung einer Akkomodationszone belegt. Als NW-Fortsetzung der Innersudetischen Hauptverwerfung trifft sie nicht nordwestlich des Görlitzer Synklinoriums auf den Lausitzer Hauptabbruch und wird nicht durch ihn fortgesetzt, wie es in letzter Zeit immer wieder falsch dargestellt wird (u. a. FRANKE & ŽELAŽNIEWICZ 2002, zuletzt FRANKE, COCKS & TORSVIK 2017). Ebenso wie die Innersudetische Hauptverwerfung als Bildung des SW-Randes des Eulengebirges (Góry Sowie-Gneiskomplex) treffen nördlich davon im Bober-Katzbach-Gebirge (Kaczawa-Metamorphitkomplex) die Fortsetzungen von Lausitzer Hauptabbruch und Cottbuser Störung auf den Sudetenrandbruch, der den Subsudetischen Block im SW bruchtektonisch begrenzt und von der Gubener Störungszone fortgesetzt wird. Östlich des Sudetenrandbruchs setzt sich vermutlich die Jerzmanice-Störung (Fortsetzung der Cottbuser Störung) als NNE-Rand des Strzegom-Sobótka-Granitmassivs mit seinem Glimmerschieferrahmen fort. Sie würde dann den Sudetenrandbruch – ebenso wie die Teltower und Falkenseer Störungszone die Fürstenwalder und Gubener Störungszone im NW kreuzt – im SE queren.

Die Teltower und Falkenseer Störungszone queren die Fürstenwalder und Gubener Störungszone im Bereich der Ostbrandenburg-Schwelle. Dort lagert sowohl im nach NW als auch im nach SE geöffneten Schnittwinkel zwischen Falkenseer und Fürstenwalder Störungszone der Zechstein unter Fehlen von Rotliegend auf dem variszischen Grundgebirge der Nördlichen Phyllitzone (KOPP et al. 2001). Mit Phylliten und Metagrauwacken (Bohrungen Biegenbrück E Bbc 1/70, Fürstenwalde E Fu 1/88), quarzitischen Sandsteinen (Bohrungen Biegenbrück E Bbc 2h/80, Berkenbrück

E BbkFu 1/90) und basischen Metatuffen (Grünschiefer, Bohrung Merz E Merz 1/86) bildet die Ostbrandenburg-Schwelle gleichzeitig die nördliche Begrenzung der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke und den nordwestlichsten Abschnitt ihres Randes im NE. Mit der Verlagerung der dextralen Seitenverschiebung von der Fürstenwalder auf die Gubener Störungszone unter Bildung einer Akkomodationszone verliert sich der horstartige Charakter der NW–SE verlaufenden Ostbrandenburg-Schwelle und wird Richtung SE dann wieder vom Subsudetischen Block nordöstlich des Sudetenrandbruchs übernommen. Im Bober-Katzbach-Gebirge (Kaczawa-Metamorphitkomplex, u. a. BARANOWSKI et al. 1990, KRYZA et al. 2004, 2007, MAZUR et al. 2010) erfolgt der infolge der Seitenverschiebungen buchtenartig verlaufende, schmale SE-Ausbiss der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke. Vor allem dort sind oberflächlich anstehende Vulkanite und ihre Pyroklastika des Unterrotliegend studierbar (u. a. OSTROMECKI 1973, MIKULSKI & WILLIAMS 2014). Mit dem Świerzawa-Graben reicht der Permokarbon-Trog dort bis an den Sudetenrandbruch heran.

Bereits im Bereich der Struktur Jerischke-Raden trifft spitzwinkelig die Groß Köris–Dissen–Merzdorfer Störungszone auf die Cottbuser Störung bzw. die Wünsdorf–Cottbuser Schwereflanke. An der SW-Flanke der Groß Köris–Dissen–Merzdorfer Störungszone wurde das Mesozoikum unter Bildung von Trias- und Jura-Aufbrüchen an der präkänozoischen Oberfläche infolge dextraler Seitenverschiebung gestapelt. Gleichzeitig entwickelten sich an ihrer SW-Flanke im Zuge der Bildung von Triangel-Strukturen mehrere Kreidemulden. Diese Störungszone beinhaltet mit der Dissener Störungszone ein Element, das wie die Fürstenwalder und Gubener Störungszone NNW–SSE verläuft. Die Dissener Störungszone gehört mit der Struktur Dissen möglicherweise zu einer lineamentären Geofraktur, da sich sowohl nordnordwestlich als auch südsüdöstlich verlaufende Bruchstörungen und an der präkänozoischen Oberfläche auftretende, auffällige Kartierungselemente ihren vermuteten weiteren Verlauf markieren. In ihrer südsüdöstlichen Fortsetzung gehört zunächst im Bereich der Hoyerswerdaer Querstörung (BRAUSE 1964) der SW-Ausbiss des Türkendorfer Oberkreidegrabens (GÖTHEL & TRÖGER 2002) dazu. Im Görlitzer Schiefergebirge kommt zu dieser Geofraktur die Liesker Störung hinzu, die südlich der Innerlausitzer Störung infolge ihres östlichen Versatzes durch Bildung einer Akkomodationszone den bruchtektonischen Kessel von Kleinsaubernitz (LINDNER & BRAUSE 1967) mit hervorruft. Die Aneinanderreihung von Maar-Diatrem-Vulkantypen (BÜCHNER & TIETZ 2012) mit alkalischen Vulkaniten des Oligozän (u. a. westlich Kleinsaubernitz und östlich Baruth, SUHR & GOTH 2002, GABRIEL 2003) bildet diese Geofraktur zumindest bis zum Nephelinit des Löbauer Berges ab. Möglicherweise durchquert sie östlich Zittau den NE-Teil des noch heute aktiven Ohře-Rifts (Eger-Graben) und könnte auch mit der ENE-Begrenzung des Jeschken-Gebirges (Jěstěd hory) zum Iser- und Riesengebirge (Krkonoše-Jizera-Kristallinmassiv) südwestlich Liberec in Tschechien zusammenhängen, be-

vor sie spitzwinkelig auf die Lausitzer Überschiebung trifft. Nordnordwestlich der Dissener Störungszone befindet sich eine Stapelungsstruktur südsüdöstlich Herzfelde, die in die E-Flanke der Salzkissenstruktur Rüdersdorf mündet und mit der Kartierungsbohrung Herzfelde Kb HzfeSu 4/63 erbohrt wurde. Dort wird von der Känozoikumbasis zuoberst eine Serpulit-Wealden-Überschiebungsscholle geschnitten. Die vermutliche Triangle-Struktur (VON HAGKE & MALZ 2018) zeichnet sich darunter im Obermalm durch Kalksteinbrekzien und eine mit 58,4 m durchteuften Alb-Cenoman-Scholle aus, dessen Basisüberschiebung von einer verkarsteten Kalkbrockenlehm-Brekzie gebildet wird. Die Geröll-Lagen im Obermalm sind auf die syngenetische Akkumulation von Zechsteinsalinar zurückzuführen. Zu klären wäre, welche Sedimentationslücken im nicht gänzlich durchteuften Malmstapel dieser Bohrung (Endteufe 1093,1 m) auf Sedimentationsunterbrechung und Abtragung während einer halokinetischen Phase zurückzuführen (BACH et al. 1991) und welche bruchtektonisch durch weitere Duplex-Überschiebungen bedingt sind.

Aufgrund seiner Oberflächennähe und seines guten Erkundungsgrades ist die Prägung des SW-Randes des Permokarbon-Troges durch Vulkanite, ihre Pyroklastika und Ablagerungen schon seit dem Oberkarbon (Westfal und Stephan) nachgewiesen. Die Oberkarbon-Vorkommen sind mit dem Aufreißen von lokalen Pull-Apart-Becken zwischen den Seitenverschiebungen der Mitteldeutschen Abbrüche zu sehen, deren Auffüllung hauptsächlich vom damit einhergehenden Vulkanismus erfolgte. Sie konzentrieren sich z. T. außerhalb und streifenartig am SW-Rand der heutigen Trog-Verbreitung. So ist das paläobotanisch belegte Westfal-Vorkommen von Ludwigsdorf (ROSELT 1959, HIRSCHMANN 1966) nordwestlich Görlitz (Kartierungsbohrung Lausitz Kb Laz 1/58, als Bohrung 117: L I/58 in HIRSCHMANN et al. 1972) an die dabei überprägte SW gerichtete Stapelung des variszischen Akkretions- und Melangekomplexes geknüpft (GÖTHEL 2001). Dort wurden hauptsächlich schräggestellte Vulkanite und Lapillituffe des Westfal zwischen dem Unterkambrium-Vorkommen von Ludwigsdorf–Kunnersdorf erbohrt und darüber hinaus in der Wismut-Bohrung Wis 406/71 steilgestellt bis zur Endteufe von 286,9 m angetroffen. Andererseits ragt im südwestlichen Randbereich des Permokarbon-Troges horstartig das variszische Grundgebirge mit der Fortsetzung des Wojcieszów-Kalksteins der Bolków-Einheit im Kaczawa-Metamorphitkomplex (siehe unten) zwischen der Aufschiebung der Lubań-Einheit und der vermutlichen Fortsetzung des Lausitzer Hauptabbruches bei Lwówek (Löwenberg) heraus.

Die Lubań-Einheit selbst wird von siliziklastischen, kambroordovizischen Schelfablagerungen Perigondwanas aufgebaut, die vom unterkarbonen Turbiditflysch und folgendem Wildflysch gekappt werden. Der unterkarbone Flysch der Lubań-Einheit zeichnet sich durch Karbonate als Kalkturbidite (Steinbruch Lubań, SCHWARZBACH 1936) und Kalkstein-Olistolithe mit Conodonten des Famenne (Steinbruch Ubocze) und Visé (Steinbruch Rzasiny, CHO-

ROWSKA 1978) aus. Dieser Bau setzt sich am SSW-Rand des Görlitzer Schiefergebirges fort und ist nordnordöstlich der Innerlausitzer Störung als schmaler Streifen verfolgbar. Am SSW-Rand des Görlitzer Schiefergebirges sind nordwestlich Kunnersdorf (Steinbruch am Geiersberg) Karbonate aufgeschlossen (zuletzt FÖRSTER 2011). Nordnordöstlich Wiesa sind oberordovizische Quarzitschiefer und Quarzite durch die Wismut-Erkundung erbohrt worden und werden dem perigondwanischen Schelf zugeordnet (GÖTHEL 2001). In der Hohen Dubrau des Görlitzer Schiefergebirges wird die Innerlausitzer Störung vom perigondwanischen Schelf lokal überlappt. Dort lagert der Dubrau-Quarzit mit Brachiopoden-Anhäufungen des Unterordovizium diskordant auf dem cadomischen Fundament Perigondwanas (LINNEMANN & BUSCHMANN 1995), bestehend aus Turbiditen des Ediacarium. Zu diesem Streifen perigondwanischer Schelfablagerungen gehören auch die Unterkambrium-Vorkommen der Steinbrüche Kunnersdorf und Ludwigsdorf, die sich durch eine Small-Shelly-Fauna in Kalksteinen und Trilobiten sowie Brachiopoden in darauf übergehenden Rotschiefern (ELICKI & SCHNEIDER 1992, GEYER & ELICKI 1995) auszeichnen. Die Unterkambrium-Vorkommen sind in die heute SW gerichtete Stapelung des distalen Randes vom Akkretions- und Melange-Komplex des Görlitzer Schiefergebirges integriert (GÖTHEL & ELICKI 1996). Der Akkretions- und Melangekomplex bestimmt den überwiegenden Bau des Görlitzer Schiefergebirges und wird durch Wildflysch-Ablagerungen mit Olistolithen des Unterordovizium bis Unterkarbon ausgezeichnet, der den unterkarbonen Turbiditflysch überlagert (THOMAS 1990, siehe GÖTHEL 2018). In die Stapelung des Akkretionskeils wurden dabei Späne des subduzierten Ozeanbodens aufgenommen. Damit zeichnet sich der Akkretions- und Melangekomplex durch ozeanbodenähnliche Magmatite und Tiefseeablagerungen, wie Hornsteine und Kieselschiefer aus, die als Olistolithe umgelagert im Wildflysch wiederzufinden sind. Östlich der Neiße sind nördlich Jędrzychowice vom distalen Rand des Akkretions- und Melangekomplexes u. a. neben gabbroiden Magmatiten und basaltoiden bis andesitoiden Magmatiten auch Blauschiefer (WAJSZYCH & ACHRAMOWICZ 2003) integriert, die Subduktion bestätigen. Die restlichen Piggy-Back-Becken im und am Rand des Akkretionskeils sind mit seinen Abtragungsprodukten aufgefüllt. Als Kieselschiefer-Hornstein-Konglomerat sind sie an der Innerlausitzer Störung obertägig in Streifen verbreitet und in Kunnersdorf am besten aufgeschlossen.

Im Zwickel zwischen Innersudetischer Hauptverwerfung und Sudetenrandbruch wird der variszische Akkretions- und Melangekomplex des Görlitzer Schiefergebirges im Bober-Katzbach-Gebirge (Kaczawa-Metamorphitkomplex) fortgesetzt aber im tieferen, parautochthonen, epizonal metamorphen Niveau obertägig angeschnitten. Weit verbreitet sind deshalb vor allem Metabasaltoide, zu denen saure und intermediäre Riftvulkanite hinzukommen. Wildflysch- und Melange-Vorkommen bleiben lokal beschränkt verbreitet (BARANOWSKI et al. 1990). Der Wojcieszów-Kalkstein (u. a. Kauffunger Zebrakalkstein) mit zahlreichen unterkambr-

schen Archaeocythen bei Mysłów (BIAŁEK et al. 2007) ist im Gegensatz zu den Unterkambrium-Vorkommen von Ludwigsdorf–Kunnersdorf mit Metabasalten der Bolków-Einheit assoziiert. In dieser Einheit kommen insbesondere die sauren bis intermediären Riftvulkanite des Oberkambrium (Oselka-Metarhyodazit, 502 ± 3 Ma) und des Unterordovizium (Lubrza-Metatrachyt, 486 ± 2 Ma) hinzu, in denen Blauschiefer-Metamorphose durch Subduktion nachgewiesen ist (KRYZA et al. 2007, 2011). Darüber sind die Metabasalte mit den Graptolithenschiefern des Silur assoziiert. Zwischen den Vulkaniten der Bolków-Einheit und der hauptsächlich kambroordovizischen, siliziklastischen Świerzawa-Einheit sind die Radzimovice-Schiefer (Altenberger Schiefer) verbreitet, die mit ihrer dunkelgrauen Ausbildung bis zum Schwarzschiefer und ihren chaotisch eingelagerten Blöcken (URBANEK & BARANOWSKI 1986) als Ablagerungen des Tiefseegrabens interpretiert werden können. An zahlreichen Stellen wird im Bober-Katzbach-Gebirge der Kaczawa-Metamorphitkomplex von Vulkaniten des Unterrotliegend durchbrochen und überlagert (BARANOWSKI et al. 1990). In den zwischen den Gebirgseinheiten befindlichen ober-tägigen Ausbissbuchten des Permokarbon-Troges, wie im Świerzawa-Graben, können die z. T. bereits zum Stephan gehörenden Basissedimente noch zwischen variszischem Grundgebirge und Unterrotliegend-Vulkaniten lagern.

Vom NE-Rand des variszischen Akkretions- und Melangekomplexes des Görlitzer Schiefergebirges wird die extramontane Niederlausitz-Nordsudetische Permokarbonenke in der niederschlesischen Oberlausitz südlich Zietschen an den Lausitzer Hauptabbruch verlagert. Weiter nordwestlich ist der Randbereich des Permokarbon-Troges im Bereich der Struktur Mulkwitz im Grenzbereich Sachsens zu Brandenburg gekippt, so dass das variszische Grundgebirge zwischen der Puschwitzer Querstörung und dem Bruchbereich der SSW–NNE verlaufenden Hoyerswerdaer Querstörung (BRAUSE 1964, WETZEL 1985), vom Zechstein unter Fehlen des Rotliegend im Zentralbereich und im WNW-Rand dieser Struktur bedeckt wird. Vom Zentralbereich in Richtung Lausitzer Hauptabbruch nach SW ist Rotliegend bisher nicht erbohrt worden, aber infolge der Konfiguration der Oberkreide der Nordsudetischen Kreidesenke und der in der Wismutbohrung Wis 1975/66 durchteuften Abschiebung anzunehmen. In Richtung NE-Flanke der Struktur Mulkwitz, die vom Oberkreidegraben von Weißwasser (GÖTHEL & TRÖGER 2002) gekennzeichnet wird, ist eine Zunahme der Mächtigkeit des Rotliegend zwar erkundet, der Richtungstrend nach NE bis E wird jedoch infolge bruchtektonischer Zerschering und Zerböckung mehrmals unterbrochen. Das variszische Grundgebirge ist im Bereich der Struktur Mulkwitz in etlichen Bohrungen des Erkundungsobjektes Spremberg erbohrt worden. Im Bereich der Hoyerswerdaer Querstörung konnten in der Bohrung Spremberg Cu Sp H8/71 unter 26 m Rotliegend und 2 m Störungsbrekzie, 293,2 m des variszischen Grundgebirges ab einer Teufe von 1 002,8 m beispielhaft, für das in den anderen Kartierungs- und Kupfererkundungsbohrungen Spremberg Angetroffene, erbohrt werden. Die durchteuften turbiditischen Folgen, mit zum Liegenden abnehmen-

der Mächtigkeit von quarzitischen Grauwackenbänken und quarzitischen Lagen mit Rutschungsstrukturen, entwickeln sich aus dunkelgrauen Ton-, Schluff- und Schwarzschiefern. Die Schieferfolge ist mit der in den Schwarzschiefern enthaltenen Ichnofauna des unterkarbonen „Kulm“-Dachschiefers von Wurzbach in der Frankenwälder Querzone des Thüringer Schiefergebirges vergleichbar. Außerdem fallen seltene Brachiopoden-, Bivalven- und Pflanzenreste auf. Zuunterst wurden grüngraue, mehr oder weniger kieselige Pelite, z. T. graugrüne Kieselschiefer erbohrt, die mit ihrer Conodonten-Fauna dem Famenne zugeordnet sind (HENNIG et al. 1972) und nach oben in die Schwarzschiefer mit ihrer mehrmaligen Einschaltung übergehen. Ob diese Einschaltungen durch Faltungsschuppen hervorgerufen oder bruchtektonisch durch eine Störungszone bestimmt werden, kann mit dem inzwischen schlechten Zustand der Kernstrecke nicht mehr nachvollzogen werden. Die zum Hangenden gröberklastisch werdenden Ablagerungen aus der Bohrung Cu Sp H8/71 zeigen einen proximalen Trend der turbiditischen Entwicklung. Nordwestlich der Hoyerswerdaer Querstörung wurde in der Bohrung Drebkau E Drk 1/63 unter 302,2 m Sandsteinen des Rotliegend (vermutlich des Oberrotliegend II) ab einer Teufe von 1 846,0 m eine turbiditische Grauwacken-Pelitschiefer-Folge angetroffen. Sie ist nicht intern deformiert, daher nicht geschiefert. Nach dem Klastenbestand werden altersgleiche intermediäre bis saure Vulkanite als Hauptlieferant für den Detritus angesehen (BANKWITZ & BANKWITZ 1991). Auch wurden keine Metamorphitklasten beobachtet. Am ehesten könnte es sich danach um die Umlagerung von Vulkaniten eines im Unterkarbon aktiven Inselbogens handeln. Sie lassen sich am wahrscheinlichsten dem proximalen Bereich des Fore-Arc-Beckens zwischen Akkretions- und Melangekomplex des Görlitzer Schiefergebirges und einem Inselbogen im Bereich der Mitteldeutschen Kristallzone zuordnen. Die südöstlich der Hoyerswerdaer Querstörung im Bereich der Struktur Mulkwitz angetroffenen und oben beschriebenen Prärotliegend-Ablagerungen lassen sich in ein tieferes Schieferstockwerk des Fore-Arc-Beckens einordnen. Die grüngraue und graugrüne Schiefer- und Kieselschiefer-Folge des Famenne ist lithologisch mit der aus den Kartierungsbohrungen Nordrand Sächsische Lausitz (Spreetal) Kb NSL 30/64 und Spremberg Kb Sp 38/59 vergleichbar (HENNIG et al. 1972). Diese Bohrungen befinden sich bereits im bruchtektonisch vom Lausitzer Hauptabbruch geprägten NNE-Rand des Görlitzer Schiefergebirges. Ebenfalls hier ist in der Kartierungsbohrung Spremberg Kb Sp 37/60 auch eine tektonische Melange mit phyllonitischen Einschüppungen erbohrt worden, die ihren variszischen Suturcharakter zwischen Akkretions- und Melangekomplex des Görlitzer Schiefergebirges und des nordnordöstlich anschließenden Fore-Arc-Beckens unterstreicht.

Nordwestlich der Hoyerswerdaer Querstörung setzt sich der Permokarbon-Trog wieder am Lausitzer Hauptabbruch mit Überlappungen auf den Lausitzer Block bis zum anschließenden Torgau-Doberluger Synklinorium sowie in die Südliche Phyllitzone der Mitteldeutschen Kristallzone fort. Mit Ausklingen des vertikalen Versatzes vom Lausit-

zer Hauptabbruch verliert sich sein SW-Rand im Bereich der Mitteldeutschen Kristallinzone und ihrer Nördlichen Phyllitzone. In diesem Bereich geht die extramontane Niederlausitz-Nordsudetische Permokarbonsenke allmählich in die Norddeutsch-Polnische Senke über.

2 Ausbildung des Rotliegend aus der Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 – vulkanisch geprägtes Unterrotliegend

Die Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 befindet sich im Bruchbereich unmittelbar östlich der Schnittstelle von Puschwitzer Querstörung und Nochtener Graben, einer Dilatationszone zwischen der NE-Flanke der Struktur Mulkwitz und der NW–SE verlaufenden Nochtener Störung, die spitzwinkelig die S-Flanke der Struktur quert (GÖTHEL & TRÖGER 2002). Unter Zechsteinkonglomerat (GÖTHEL 2012) wurden limnisch-fluviatile Ablagerungen des Rotliegend erbohrt, die partienweise mehr oder weniger vulkanische Klaster enthalten und vom Vulkanismus geprägt sind (Einbl. I, Abb. 2). Die Ablagerungen sind überwiegend rotbraun gefärbt. Hauptsächlich die Partien von Schluff- und Tonsteinen weisen charakteristische hellgrüngraue Bleichungsflecken auf. Nach den erbohrten Sedimenten lassen sich drei lithologische Folgen unterscheiden und ausgrenzen.

Die Lapilli reiche Fanglomerat-Folge wurde zuunterst mit 2,55 m Mächtigkeit nicht durchteuft. Sie besteht wechselnd aus Grob-, Mittel-, und Feinkonglomeraten sowie Grobsandsteinen. Zum Teil können die Bänke durch Schluffstein-Lagen getrennt sein. Charakteristisch sind darin violettgraue, bimsartige Lavafetzen und Lapilli sowie hellgrüngraue Bleichungsflecken. Nach oben kommen 0,2 m tonige Schuffsteine hinzu, die basal feinsandige Lagen mit grobsandigen Körnern beinhalten.

Die darüber folgende Schluffstein-Folge von 5,25 m Mächtigkeit beginnt mit 0,97 m tonigem Schluffstein, der grobsandig-feinkiesige Tuffit-Lagen mit charakteristischen hellgrüngrauen Bleichungsflecken enthält und sich damit aus der vorherigen Folge entwickelt. In den darüber folgenden Schluffsteinen kommt das Ichnofossil *Scoyenia* sp. vor.

Mit 21,88 m Mächtigkeit stellt die Fanglomerat-Sandstein-Folge den Hauptanteil des erbohrten Rotliegend. Sie beginnt zunächst mit Sandsteinen, in die Schluff- und Tonsteinpakete und nach oben zunehmend Fein- bis Grobfanglomerate eingelagert sind. In den Sandsteinpartien fallen untergeordnet Schrägschichtungssets auf. Häufiger tritt vor allem in Feinsandsteinen ebene Feinschichtung und Flaserschichtung wie in den Schluffsteinen auf. Häufig werden die Schluff- und Tonsteine durch linsige Feinschichtung mit Feinsandsteinlinsen und ebener Feinschichtung ausgezeichnet. In den Fanglomeraten sind Strömungsrinnen zu beobachten. Schräg einfallende Schichtunterkanten können als Rinnenbasis interpretiert werden. Im zuoberst erbohrten Grobfanglomeratpaket fällt eine Lage mit flachen Geröl-

len auf, die als fluviatile Reaktivierungsfläche interpretiert wird. In den Fanglomeraten kommen immer wieder violettgraue, bimsartige Lapilli und Bomben vor. Die bimsartigen Bomben können von Abkühlungskrusten ummantelt sein. Zur rotbraunen Färbung kommen neben Bleichungsflecken auch geringmächtige, gebleichte Lagen in Feinsandsteinen und Tonsteinen hinzu. Diese Folge wird durch einen Mafitgang (vermutlich Kersantit) von 6 cm Breite durchschlagen. Der umgebende Feinsandstein wurde dabei gefrittet.

Die Fanglomerate der zuunterst erbohrten Folge weisen einen höheren Matrixanteil als die der darüber erbohrten Folgen auf. Deshalb sind sie von hellgrüngrauen Bleichungsflecken gekennzeichnet und noch unsortierter als die im Hangenden folgenden Fanglomerate. Die bimsartigen Lapilli und Bomben zeugen von Vulkanismus in der näheren Umgebung. Die Abkühlungskruste einer Bombe belegt, dass der Vulkanismus auch während der Schüttung der Fanglomerat-Sandstein-Folge aktiv war. Die Fanglomerate und Sandsteine werden einem alluvialen Schuttfächer zugeordnet, dessen Schüttung von einem Schildvulkan ausging. Die Schüttung erreichte mit tuffitischen Turbidit-Lagen eine temporäre, fluviatile Überschwemmungsebene mit einem See, in dem der Grabgangerzeuger *Scoyenia* sp. lebte. Da er nicht aus dem Oberrotliegenden bekannt ist und der Vulkanismus hauptsächlich im Unterrotliegend stattfand, wird das gesamte erbohrte Rotliegend dem Unterrotliegend zugeordnet.

3 Erkundungsstand zur Ausbildung des Rotliegend im Umfeld der Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 – sedimentäres Oberrotliegend II

Bisher ist nicht bekannt, ob die Permokarbon-Füllung nur an den bruchtektonisch kontrollierten Trogrändern abschnittsweise Oberkarbon, Unterrotliegend-Vulkanite und deren Abtragungsprodukte beinhaltet und wann die Ablagerungen im Oberrotliegend darüber greifen. Anzunehmen ist ihr hauptsächlich Einsetzen mit der Elbe-Subgruppe im Oberrotliegend II (siehe GÖTHEL 2018). In der Bohrung Spremberg Cu Sp 63E/60 lagert das Rotliegend auf gradierten, turbiditischen Feingrauacken des variszischen Grundgebirges. Über einem 0,2 m fanglomeratischen Basis-sandstein folgen Sandsteine mit grobsandigen Lagen bzw. mit lagenweiser Grobsand-Anreicherung und vereinzelt Klaster von 1 x 2 cm, die vom Zechsteinkonglomerat transgressiv gekappt wurden. Diese Rotliegend-Ablagerungen werden hauptsächlich einer trockenen Sandebene zugeordnet, die sich auf einer fluviatilen Basis bildete. Ein ähnliches Profil mit etwas gröberer Rotliegend-Ausbildung liegt aus der Bohrung Spremberg Cu Sp 121h/72 vor. In der Bohrung Spremberg Cu Sp 104/61 wurde unter dem Zechsteinkonglomerat ein feinsandiger Mittelsandstein mit feinschichtigen grobsandigen Lagen, die gut gerundete Körner (Auswehpflaster) aber auch eckige Körner (Saltationsfracht) von 2 bis 3 mm Durchmesser beinhalten, angetroffen. Auch diese Ablagerungen werden einer trockenen Sandebene

zugeordnet, die durch Auswehnpflaster von 3 mm bis 1 cm Mächtigkeit und Sprungpflaster durch Saltationsfracht charakterisiert werden. Auch in der Bohrung Spremberg Cu Sp 117/72 ist – jedoch bereits direkt unter dem Kupferschiefer – ein Mittelsandstein mit feinschichtigen, grobsandigen Lagen angetroffen worden, der oben einer trockenen Sandebene zugeordnet werden kann. Die Sandebene lagert auf zwei Schrägschichtungssets, die durch eine Reaktivierungsfläche getrennt und als Sanddünen interpretiert werden. Aus der Bohrung Spremberg Cu Sp 122/73 kommen dazu noch feinschichtige, gestreifte Sandsteine, die einer feuchten Sandebene zugeordnet werden, hinzu. Sie überlagern einen Schluff, der als fluviatil-distales Stromsediment interpretiert wird. Mit Ausnahme dieses Schluffes (vermutlich zum Unterrotliegend gehörend) sind all diese Ablagerungen für das Oberrotliegend II typisch (LEGLER et al. 2010). Sie wurden in Bohrungen angetroffen, die sich hauptsächlich nordwestlich und lokal im Bereich der Bruchzone der Hoyerswerdaer Querstörung (Spremberg Cu Sp H9/76) befinden. Die Bohrung Spremberg Cu Sp 117/72 befindet sich, unmittelbar südöstlich des zu dieser Bruchzone gehörenden Türkendorfer Oberkreidegrabens gelegen, bereits im Verbreitungsaum des Oberrotliegend II im nordöstlichen Randbereich der Struktur Mulkwitz. Im ost-südöstlichen anschließenden Bereich der Struktur Mulkwitz sind solche Ablagerungen nicht erbohrt worden. Dort scheint das Oberrotliegend II nicht, dafür aber das Unterrotliegend, verbreitet zu sein.

Zusammenfassung

Die in der Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60 angetroffenen Rotliegend-Ablagerungen sind mit dem hauptsächlich im Unterrotliegend stattfindenden Vulkanismus im Zusammenhang zu sehen. Sie werden unter Fehlen des Oberrotliegend vom Zechsteinkonglomerat gekappt. Ablagerungen des Oberrotliegend sind bisher nicht aus der unmittelbaren Umgebung der Bohrung, dem überwiegenden Bereich der Struktur Mulkwitz, nachgewiesen. Nachweisbar erreicht die Verbreitung von Oberrotliegend II den nordöstlichen Rand der Struktur Mulkwitz. Seine Verbreitung ist lokal im WNW-Rand dieser Struktur, in der Bruchzone der Hoyerswerdaer Querstörung, belegt. Dort und unmittelbar westnordwestlich dieser Bruchzone lagert das Oberrotliegend II unter Fehlen von Unterrotliegend winkeldiskordant auf dem variszischen Untergrund. Hauptsächlich ist Oberrotliegend II nordwestlich davon erbohrt, aber nur in der Bohrung Drebkau E Drk 1/63 durchteuft worden. Auch dort fehlt Unterrotliegend. Die randliche Konfiguration der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke ist in Zusammenhang mit Suturezonen der variszischen Bauteile zu sehen. Der Erkundungs- und Kenntnisstand zu den variszischen Bauteilen wird deshalb ausführlich dargelegt. Auch die beiden Bohrungen befinden sich in dieser extramontanen Permokarbon-Senke. In NW-Richtung, zur Südlichen Perm-Senke hin, ist diese Senke offen. SW- und NE-Rand der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke laufen in Richtung SE spitzwinkelig aufeinander zu. Der Ver-

lauf der Senkenränder wird bruchtektonisch von postvariszischen Strike-Slip-Bewegungen und damit hauptsächlich durch dextrale Seitenverschiebungen an den Mitteldeutschen Abbrüchen unter Bildung von Akkomodationszonen bestimmt. Durch Reaktivierungen der Mitteldeutschen Abbrüche zwischen der Norddeutsch-Polnischen Senke und den Mittelgebirgen der Westsudeteten zeichnen die Ostbrandenburgische und Nordsudetische Kreidesenke die Konfiguration der Niederlausitz-Nordsudetischen Permokarbonsenke nach.

Summary

The Rotliegend deposits of the drilling Spremberg Cu Sp 83/60 are connected with the Volcanism, mainly of the Unterrotliegend. This deposits are overlaid by the Zechsteinkonglomerat without Oberrotliegend deposits. Oberrotliegend deposits can not be evidenced in the predominant part of the structure Mulkwitz, nearby this drilling also. The range of the Oberrotliegend II deposits lies into the north-eastly margin of the structure Mulkwitz. This range is evidenced also, only local into the WNW margin of this structure, into the rupture area of the Hoyerswerda fault zone. The Oberrotliegend II deposits layered of the Variscan basement without Unterrotliegend deposits and volcanics over there, and in the WNW also. Oberrotliegend II deposits are drilled in the NW over there also, but only sink through of the borehole Drebkau E Drk 1/63. Unterrotliegend deposits and volcanics are over there absent also. The marginal configuration of the Niederlausitz-Northsudetetic Permocarboniferous basin is connected with the suture zones of the Variscan structural components. Therefore the state of the exploration and of the knowledge about the Variscan structural components is described detailly. These both drillings are situated in this extramontane Permocarboniferous basin also. In NW direction, to the Southern Permian basin, this basin is open. The SW and the NE margin of this Niederlausitz-Northsudetetic basin are directed to SE at an acute angle. This basin margins are controlled by the post-variscan strike-slip movements, and mainly determined under development of accommodation zones by the dextral lateral shift on the Central German faults. The configuration of the Eastbrandenburg and Northsudetetic Cretaceous basins conforms with the Niederlausitz-Northsudetetic Permocarboniferous basin due to the reactivation of the Central German fault system between Northgerman-Polish basin and the Westsudetetic hills and subdued mountains.

Danksagung

Die Anregung zu dieser Arbeit fand ich nach einem Arbeitstreffen zum Liegenden des Kupferschiefers mit Herrn Prof. Dr. Jörg Schneider/TU Bergakademie Freiberg am 05.11.2010 und der gemeinsamen Betreuung der Diplomarbeit von Frau Diana Hermann zum basalen Zechstein vom 01.08.2009 bis zum 24.06.2010. Durch ihren Fleiß

konnten sämtliche im Bohrkernlager Wünsdorf archivierten Kernstrecken aus dem basalen Zechstein und seinem Liegenden von Bohrungen des Erkundungsobjektes Spremberg feldgeologisch neu aufgenommen und die infolge vorangegangener Untersuchungsarbeiten z. T. falsch bezeichneten und zugeordneten Kernkisten richtig sortiert werden. Der fruchtbare wissenschaftliche Austausch und Argumentationsstreit mit Herrn Prof. Dr. Jörg Schneider wird mir stets in guter Erinnerung bleiben und Vorbild sein. Dafür sei ihm herzlichst gedankt. Mein Kollege Herr Andreas Simon fotografierte die Bohrkernproben der Bohrung Spremberg Cu Sp 83/60. Insbesondere danke ich Herrn Dr. Hans Ulrich Thieke für die kritische Korrekturlesung des Manuskripts.

Literatur

- BACH, D., DIEBEL, L., HALLER, W. & I. KUNZ (1991): Die Ausbildung des Malm in der Bohrung Herzfelde (Ostbrandenburg). – *Z. angew. Geol.* **37**, 1, S. 20–25
- BALTRUSCH, S. & S. KLARNER. (1993): Rotliegend-Gräben in NE-Brandenburg. – *Z. dt. geol. Ges.* **144**, S. 173–186
- BANKWITZ, P. & E. BANKWITZ (1991): Proterozoische und paläozoische Schieferfolgen am Nordrand der Lausitz (Bohrungen Drehna und Drebkau). – In: GESELLSCHAFT FÜR GEOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN (Hrsg.): *Geologie und Lagerstätten der Niederlausitz*. – Tagungsmaterial, Kurzfassungen und Exkursionsführer der 38. Jahrestagung in Cottbus, 19.–22. Okt. 1991. – *GGW 10/1991*, S. 23–24
- BARANOWSKI, Z., HAYDUKIEWICZ, A., KRYZA, R., LORENC, S., MUSZYŃSKI, A., SOLECKI, A. & Z. URBANEK (1990): Outline of the geology of the Góry Kaczawskie (Sudetes, Poland). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* **179**, 2/3, S. 223–257
- BIALEK, D., RACZYŃSKI, P., SZTAJNER, P. & D. ZAWADZKI (2007): Archeocyty wapieni wojcieszowskich. – *Przegląd Geologiczny* **55**, 12/2, S. 1112–1116
- BRAUSE, H. (1964): Untergrundbedingte Braunkohlenlageungsverhältnisse in der Umgebung von Hoyerswerda. – *Z. angew. Geol.* **10**, 8, S. 493–498
- BRAUSE, H. (1969): Das verdeckte Altpaläozoikum der Lausitz und seine regionale Stellung. – *Abh. d. dt. Akad. d. Wiss. z. Berlin* **1**, 243 S.
- BÜCHNER, J. & O. TIETZ (2012): Reconstruction of the Landeskrone Scoria Cone in the Lusatian Volcanic Field, Eastern Germany – Long-term degradation of volcanic edifices and implications for landscape evolution. – *Geomorphology* **151–152**, S. 175–187
- CHOROWSKA, M. (1978): Wizeńskie apienie w epimetamorficznym kompleksie Gór Kaczawskich (Sudety). – *Rocz. Pol. Tow. Geol.* **48**, 2, S. 245–261
- DON, J. & A. ŻELAŻNIEWICZ (1990): The Sudetes – boundaries, subdivision and tectonic position. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* **179**, 2/3, S. 121–127.
- ELICKI, O. & J. SCHNEIDER (1992): Lower Cambrian (Atdabanian/Botomian) Shallow-Marine Carbonates of the Görlitz Synclinorium (Saxony/Germany). – *Facies* **26**, S. 55–66
- FÖRSTER, A. (2011): Mikrofazies und Profilentwicklung des Paläozoikums vom Geiersberg (Kunnersdorf, Lausitz). – Bachelorarbeit, Technische Universität Bergakademie Freiberg, 16.05.2011, 35 S., 3 Anl., 21 Taf. (unveröff.)
- FRANKE, D. & N. HOFFMANN (1999): Das Elbe-Lineament – bedeutende Geofraktur oder Phantomgebilde? – Teil 1: Die Referenzgebiete. – *Z. geol. Wiss.* **27**, 3/4, S. 279–318
- FRANKE, W., COCKS, L. R. M. & T. H. TORSVIK (2017): The Palaeozoic Variscan oceans revisited. – *Gondwana Research* **48**, S. 257–284
- FRANKE, W. & A. ŻELAŻNIEWICZ (2002): Structure and evolution of the Bohemian Arc. – In: WINCHESTER, J. A., PHARAOH, T. C. & J. VERNIERS (Eds.): *Palaeozoic Amalgamation of Central Europe*. – Geological Society, London, Special Publications **201**, S. 279–293
- GABRIEL G. (2003): Die gravimetrische Anomalie Baruth (Sachsen) – Aussagen über die Struktur eines verdeckten Maars. – *Z. Angew. Geol.* **49**, 1, S. 18–25
- GAST, R. E. (1993): Sequenzanalyse von äolischen Abfolgen im Rotliegenden und deren Verzahnung mit Küstensedimenten. – *Geol. Jb. A* **131**, S. 117–139
- GEYER, G. & O. ELICKI (1995): The Lower Cambrian trilobites from the Görlitz Synclinorium (Germany) – review and new results. – *Paläont. Z.* **69**, 1/2, S. 87–119
- GÖTHEL, M. (2001): Das autochthone und allochthone Paläozoikum des “Görlitzer Schiefergebirges” (Mitteleuropäische Varisziden, Deutschland). – *Z. geol. Wiss.* **29**, 1/2, S. 55–73
- 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
- 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

- GÖTHEL, M. (2018): Stratigraphie von Brandenburg 2018. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **25**, 1/2, S. 47–50, 1 Einbl.
- GÖTHEL, M. & O. ELICKI (1996): Das Görlitzer Unterkambrium – eine variszische Duplexstruktur im Görlitzer Synclinorium? (Saxothuringikum, Sudetische Terrane, Sachsen). – Natur und Landschaft in der Niederlausitz **17**, S. 99–117
- GÖTHEL, M. & K. GRUNERT (1993): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlenerkundung zum Präkämzoikum der Lausitz. – Natur u. Landschaft i. d. Niederlausitz **14**, S. 35–56, 2 Anlagen
- GÖTHEL, M. & K. GRUNERT (1996): Neue Erkenntnisse aus der Braunkohlen-Erkundung zur Trias-Stratigraphie der Lausitzer Triasscholle. – Paläontologie, Stratigraphie, Fazies **3** – Freiburger Forschungshefte C **464**, S. 175–204
- VON HAGKE, C. & A. MALZ (2018): Triangle zones – Geometry, kinematics, mechanics, and the need for appreciation of uncertainties. – Earth-Science Reviews **177**, S. 2–42
- HENNIG, D., SEELIGER, M., NEUBER, S., TAUBERT, P. & R. KÜHNE (1972): Ergebnisbericht über die Erkundung der geplanten Standorte des Hauptschachtes und Nebenschachtes Ost, Objekt Kupfer Spremberg 1970–1972. – VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betriebsteil Freiberg, 31.05.1972, 288 S., 92 Anl. (unveröff.)
- HIRSCHMANN, G. (1966): Assynthetische und variszische Bauseinheiten im Grundgebirge der Oberlausitz. – Freiburger Forschungsheft C **212**, 146 S., 2 Anl.
- HIRSCHMANN, G., WOLF, L. & H. LORENZ (1972): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Deutschen Demokratischen Republik 1 : 25 000, Blatt Horka – Zodel 4775/4756, Stand 1967. – Zentrales Geologisches Institut, 253 S., Anhang mit 10 Beikarten, 2 Anl.
- 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
- KRYZA, R., MAZUR, S. & OBERC-DZIEDZIC (2004): The Sudectic geological mosaic: Insights into the root of the Variscan orogen. – Przegląd Geologiczny **52**, 8/2, S. 761–773
- KRYZA, R., ZALASIEWICZ, J. A., MAZUR, S., ALEKSANDROWSKI, P., SERGEEV, S. & S. PRESNYAKOV. (2007): Early Palaeozoic initial-rift volcanism in the Central European Variscides (the Kaczawa Mountains, Sudetes, SW Poland): evidence from SIMS dating of zircons. - Journal of the Geological Society, London, **164**, S. 1207–1215
- KRYZA, R., WILLNER, A. P., MASSONNE, H.-J., MUSZYŃSKI, A. & H.-P. SCHERTL (2011): Blueschist-facies metamorphism in the Kaczawa Mountains (Sudetes, SW Poland) of the Central-European Variscides: P-T constraints from a jadeite-bearing metatrachyte. – Mineralogical Magazine **75**, 1, S. 241–263
- LEGLER, B., SCHNEIDER, J. W., GEBHARDT, U., MERTEN, D. & R. GAUPP (2010): Lake deposits of moderate salinity as sensitive indicators of lake level fluctuations: Example from the Upper Rotliegend saline lake (Middle–Late Permian, Northeast Germany). – Sedimentary Geology **234**, S. 56–69
- LINDNER, H. & H. BRAUSE (1967): Das Schwereminimum von Kleinsaubernitz. – Z. angew. Geol. **13**, 2, S. 95–102
- LINDEMANN, U. & B. BUSCHMANN (1995): Die cadomische Diskordanz im Saxothuringikum (oberkambrisch-tremadocische overlap-Sequenzen). – Z. geol. Wiss. **23**, 5/6, S. 707–727
- MAZUR, S., ALEKSANDROWSKI, P. & J. SZCZEPAŃSKI (2010): Zarys budowy i ewolucji tektonicznej waryscyjskiej struktury Sudetów. – Przegląd Geologiczny **58**, 2, S. 133–145
- MIKULSKI, Z. & I. S. WILLIAMS (2014): Zirkon U-Pb dating of igneous rocks in the Radzimowice and Wielisław Złotoryjski Auriferous polymetallic deposits, Sudetes, SW Poland. – Annales Societatis Geologorum Poloniae **84**, S. 213–233
- NÖLDEKE, W. & G. SCHWAB (1977): Zur tektonischen Entwicklung des Tafeldeckgebirges der Norddeutsch-Polnischen Senke unter besonderer Berücksichtigung der DDR. – Z. angew. Geol. **23**, 8, S. 369–379
- OSTROMECKI, A. (1973): Development of the late Paleozoic sedimentary basin of the Kaczawa Mountains. – Roczn. Pol. Tow. Geol. **43**, 3, S. 319–362
- ROSELT, G. (1959): Karbonische Pflanzenreste in einem Tuffit aus der Lausitz. – Geologie **8**, 7, S. 778–787
- SCHNEIDER, J. & U. GEBHARDT (1993): Litho- und Biofaziesmuster in intra- und extramontanen Senken des Rotliegend (Perm, Nord- und Ostdeutschland). – Geol. Jb. A **131**, S. 57–98
- SCHWARZBACH, M. (1936): Oberlausitzer Schiefergebirge und Boberkatzbachgebirge – ein stratigraphisch-tektonischer Vergleich. – Abh. Naturforsch. Ges. Görlitz **32**, 3, S. 31–63
- STANEK, K., DOMÍNGUEZ-GONZALEZ, L., ANDREANI, L. & B. BRÄUTIGAM (2016): Tektonische und geomorphologische 3D-Modellierung der tertiären Einheiten der sächsischen Lausitz. – Schriftenreihe des LfULG **19**, 85 S.
- SUHR, P. & K. GOTH (2002): Maare – eine lange Zeit unbekannte Erscheinungsform des tertiären Vulkanismus in der Oberlausitz. – Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz **10**, S. 27–35

THOMAS, U. (1990): Unterkarbonische Wildflysch-Ablagerungen im Südtteil der DDR. – *Z. angew. Geol.* **36**, 5, S. 182–184

URBANEK, Z. & Z. BARANOWSKI (1986): Revision of age of the Radzimowice Slates from Góry Kaczawskie Mts. (Western Sudetes, Poland) based on Conodonts. – *Annales Societatis Geologorum Poloniae* **56**, S. 399–408

VOIGT, T. (2009): Die Lausitz-Riesengebirgs-Antiklinalzone als kreidezeitliche Inversionsstruktur: Geologische Hinweise aus den umgebenden Kreidebecken. – *Z. geol. Wiss.* **37**, 1-2, S. 15–39

WAJSPRYCH, B. & S. ACHRAMOWICZ (2003): On the new wild-fly-sch-to-Flysch, blueschist-rich lower Visean succession of the Western Sudetes (SW Poland). – *Annales Societatis Geologorum Poloniae* **73**, S. 123–137

WEINLICH, M. (1991): Rotliegendbruchsystem und basaler Zechstein in Brandenburg. – *Z. dt. geol. Ges.* **142**, S. 199–207

WETZEL, H.-U. (1985): Interpretation von Bruchzonen im Osterzgebirge und ihre Fortsetzung in Deckgebirgseinheiten der Lausitz. – *Z. geol. Wiss.* **13**, 1, 111–121

Anschrift des Autors:

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

