

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	25 (2018), 1/2	S. 67–75	5 Abb., 21 Zit.
------------------------------	---------	----------------	----------	-----------------

Die „Flözanomalie Welzow“ – Nachweis einer kleinräumigen Störungsstruktur im 2. Miozänen Flözkomplex im Tagebau Welzow-Süd

„Seam anomaly Welzow“ – evidence of a small-spaced fault structure in the 2nd Miocene Seam Complex in the opencast mine Welzow-Süd

CHRISTIANE STANULLA, ROMAN RÖNICK, GERALD ZOMACK, BARBARA SEIBEL & KLAUS STANEK

Einleitung

Im Jahr 2013 wurde im Tagebau Welzow-Süd eine NNE–SSW-streichende Überschiebungsstruktur im 2. Miozänen Flözkomplex (MFK) aufgeschlossen. Die erkundete Länge der Struktur beträgt ca. 1200 m, die Breite jedoch weniger als 200 m. Die Auswertung der Erkundung ließ auf anomale Lagerungsverhältnisse im Bereich des 2. MFK schließen. Es waren Überschiebungen der Flözbänke, Dislokationen des Zwischenmittels sowie Liegendschluffeinspießungen zu erwarten. Die dem 2. MFK auflagernden Sedimente, einschließlich des Hangendschluffes, wiesen keine Störungsanzeichen auf. Detaillierte Kenntnisse der Ausbildung der Störungselemente sowie ein Genesemodell lagen trotz des mittleren Bohrlochabstandes von ca. 130 m nicht vor. Daher wurde die Struktur als „Flözanomalie Welzow“ (FAW) bezeichnet. Der Aufschluss des ca. 200 m langen nordöstlichsten Teils der FAW in einzelnen Strossenanschnitten ermöglichte eine intensive Dokumentation und Analyse der Lagerungsverhältnisse. Im vorliegenden Beitrag soll die Struktur vorgestellt sowie ein Ansatz zur genetischen Interpretation geliefert werden. Es wird gezeigt, dass die Struktur eindeutig im Mittelmiozän entstanden ist und somit der aktuellen Einstufung des Mittelmiozän als bruchtektonische Ruhephase (KRENTZ & LAPP 2010) entgegensteht.

Geografische Lage und Geologie des Arbeitsgebietes

Der Tagebau Welzow-Süd befindet sich im Süden Brandenburgs (Abb. 1A) im Städtedreieck Drebkau, Spremberg und Welzow. Das ausgedehnte Vorkommen des 2. MFK ist in diesem Gebiet von glazigenen Rinnen begrenzt und wurde im Norden intensiv durch die ehemaligen Eisrandlagen des Warthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit auf dem Niederlausitzer Grenzwall beeinflusst.

Im Liegenden und Hangenden des 2. MFK lagern die für einen Wechsel von marinen, brackischen und terrestrischen Sedimentationsbedingungen repräsentativen Sedimente des Tertiär dem prätertiären Grundgebirge auf (GÖTHEL 2004, STANDKE 2008, 2010, 2015). Der 2. MFK bildete sich im

Mittelmiozän (Brieske-Formation; STANDKE 2015). Überlagert werden die tertiären Schichten von glazialen Sedimenten der Elster- und Saale-Kaltzeit (KÜHNER 2000). Im Bereich des Niederlausitzer Grenzwalls kam es zur Ausbildung glazigener Deformationen in Form von Sattel- und Muldenstrukturen, Überschiebungen und Verschuppungen sowie lokalen Erosionsstrukturen bis in die Liegendschichten des 2. MFK (u. a. SEIBEL 2011).

Das strukturprägende, endogen-tektonische Element des Tagebaus Welzow-Süd ist der NW–SE-streichende, ca. 1800 m breite, asymmetrische Kauscher Graben (Abb. 1B), entlang dessen SW-Störung der 2. MFK bis zu 38 m vertikal versetzt wurde (SEIBEL 2010). Die Störungen sind bis in den prätertiären Untergrund verfolgbar, wobei die tektonischen Aktivitäten hauptsächlich im unteren Miozän sowie an der Wende Neogen-Pleistozän stattfanden (AHRENS & LOTSCH 1963, SEIBEL 2010). KÜHNER (2009) weist Störungsaktivitäten bis in das Saale-Frühglazial nach. Neben der südwestlichen Hauptstörung sowie den gestaffelten, nordöstlichen Störungen ist der Kauscher Graben auch von NE–SW-streichenden Querstörungen durchsetzt (SEIBEL 2010). Markante prätertiäre Störungen im Umfeld des Bearbeitungsgebietes (Abb. 1B) sind der NW–SE-streichende Lausitzer Hauptabbruch, die NE–SW-streichende Neupetershainer Querstörungszone sowie die ENE–WSW-streichende Stradow-Buckower Störungszone (GÖTHEL 1997, 1998, KRENTZ & LAPP 2010).

Normalprofil

In den Liegend- und Hangendsedimenten des 2. MFK wurden keine Deformationen im Zusammenhang mit der FAW nachgewiesen. Für die Beschreibung der entsprechenden Schichten wird daher auf die Fachliteratur verwiesen (GÖTHEL 2004, NOWEL et al. 1994, STANDKE 2008, 2010, 2015, SEIBEL 2011). Im Folgenden wird das Normalprofil des 2. MFK im unmittelbaren Bereich der FAW beschrieben. Die Basis bildet die Flözbank (FB) des durchschnittlich 2,5 m mächtigen Unterbegleiters, der dem höheren Teil der Drebkau-Schichten der Brieske-Formation zugeordnet wird

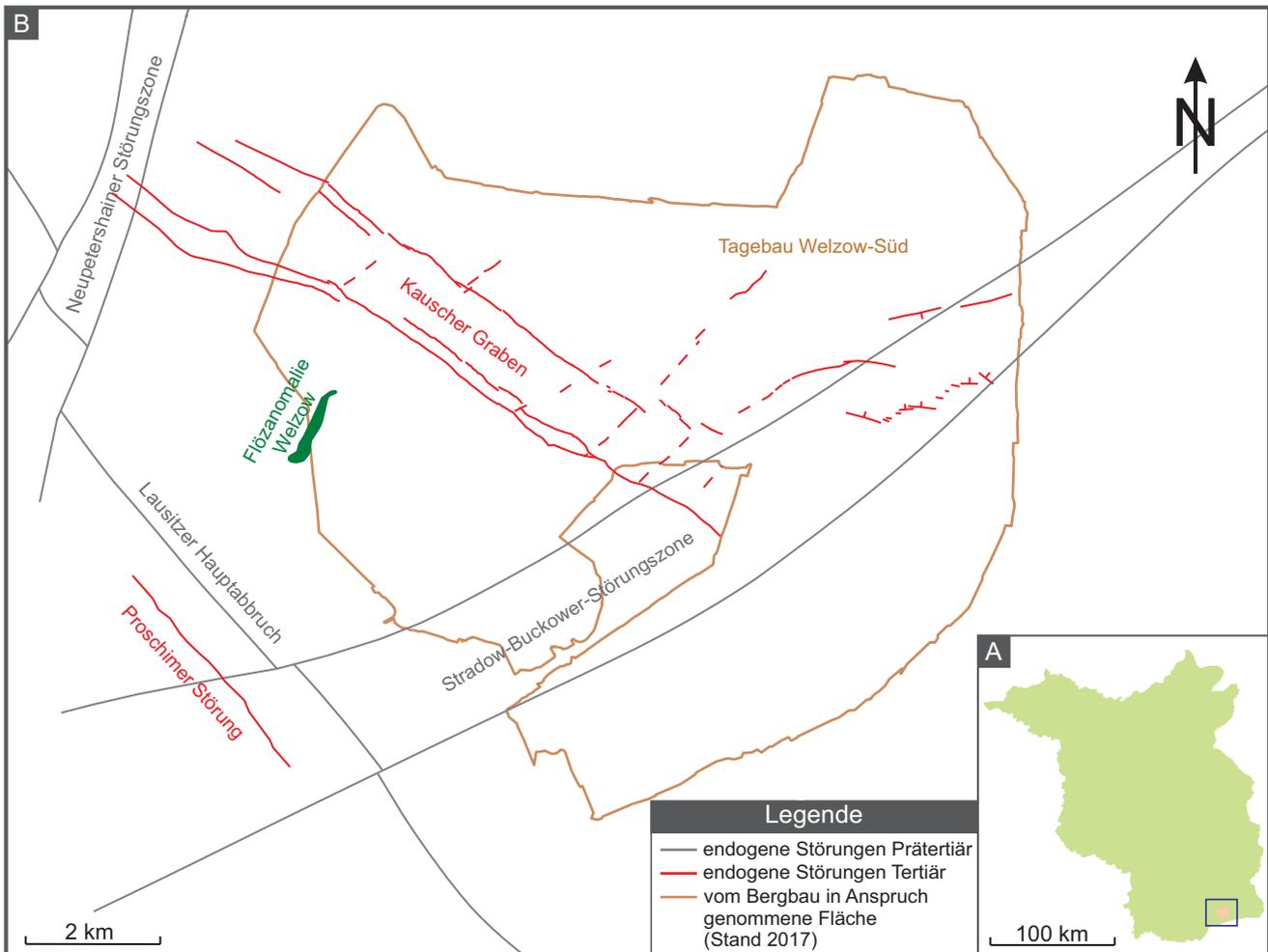


Abb. 1: A – Land Brandenburg mit Kennzeichnung der Lage des Tagebaus Welzow-Süd (blaues Rechteck)
 B – Übersicht der endogen-tektonischen Elemente im Bereich des Tagebaus Welzow-Süd. Die Flözanomalie Welzow befindet sich im Westen, eingerahmt von Störungen im prätertiären Untergrund (nach GÖTHEL 1998) und dem Kauscher Graben.

Fig. 1: A – Shape of Brandenburg. The blue rectangle shows the position of the opencast mine Welzow-Süd.
 B – Overview of the endogen-tektonic elements in the area of the opencast mine Welzow-Süd. The “seam anomaly Welzow” is situated in the western part of the mine and is surrounded by pre-Tertiary faults according to GÖTHEL (1998) and the Kauscher Graben.

(STANDKE 2015). Darüber lagert der 2 bis 3 m mächtige, marine Obere Drebkau-Sand, der als Grundwasserleiter (G) 500 bezeichnet wird. Die darüber folgenden Welzow-Schichten der Brieske-Formation bestehen vom Liegenden zum Hangenden aus dem Liegendenschluff, der FB 3, dem Zwischenmittel (ZM) 2, der FB 2 und der FB 1. Der obere Teil des 0,5 bis 1 m mächtigen Liegendenschluffes besteht aus einem ca. 0,3 bis 0,5 m mächtigen, graubraunen, tonigen Schluff. Darüber lagert die durchschnittlich 3,5 m mächtige FB 3. Das ZM 2 weist Mächtigkeiten von 2 bis 3 m auf. Der untere Teil des ZM 2 ist ein stark kohligter Schluff, welcher durch mehrfach eingelagerte, mm- bis cm-mächtige Feinsandlagen eine deutliche Schichtung zeigt, während die oberen etwa 0,5 m des ZM 2 tonig ausgebildet sind. FB 2 und FB 1 haben eine kombinierte Mächtigkeit von durchschnittlich 10 m und sind nur durch einen markanten, als Helles Band

bezeichneten Kohlehorizont voneinander getrennt. Das Top des 2. MFK zeigt eine scharfe Grenze zum überlagernden Hangendschluff, welcher den Greifenhain-Schichten der Meuro-Formation zugeordnet wird (STANDKE 2015) und im gesamten Verlauf der FAW dem 2. MFK ungestört auflagert.

Methodik

Im Aufschlusszeitraum erfolgte die Kartierung des Störungsbereiches am Kohlehochschnitt nach jedem Baggerdurchgang, sodass insgesamt 15 Profilanschnitte dokumentiert werden konnten. Die Blockbreite in Verhieberrichtung lag hierbei meist zwischen 20 und 25 m. Schichtgrenzen, Lagerungsverhältnisse und Störungsbahnen wurden markenscheidend eingemessen und in Skizzen sowie Übersichts- und

Detailfotografien festgehalten. Die Stoßhöhe von mehr als 10 m stellte besondere Anforderungen an die Kartierarbeiten, sodass nur in den unteren, erreichbaren Metern die Schichten und Störungen genauer untersucht werden konnten und für den Großteil der Struktur auf berührungslose Messverfahren der Markscheiderei und optische Einschätzungen zurückgegriffen werden musste. Die Messung der Störungsparameter Fallrichtung/Fallwinkel erfolgte, soweit möglich, mittels Freiburger Geologenkompass. Für zwei Profilanschnitte wurden neben der strukturgeologischen Dokumentation auch die anstehenden Kohlenfazies makropetrografisch in ihrer Ausbildung und Lagerung kartiert. Hierzu erfolgte alle 50 m mit Hilfe eines Hubsteigers die Anlage eines vertikalen Profils vom Kohlehangenden bis zur Grubenarbeitsebene mit entsprechender Dokumentation und Probenahme. Unter Berücksichtigung der markscheiderisch gewonnenen Daten konnten im Ergebnis detaillierte Fazieschnitte erstellt werden.

Die Kartierarbeiten konnten durch den laufenden Abbauprozess teilweise nur eingeschränkt durchgeführt werden. Die Hauptprobleme bildeten Schuttlagen am Böschungsfuß sowie ein dünner Feinsandüberzug der Böschung als Folge der Überfahrt der Abraumförderbrücke, wodurch die anstehenden Schichten und Strukturen weniger deutlich erkennbar waren. Bei Unterbrechung der Anschnitte durch Blockanten im Störungsbereich ließen sich Schichtgrenzen und Störungsbahnen auf Grund ihrer starken räumlichen Varianz nicht immer eindeutig verfolgen. Im Kohletiefschnitt konnte der Störungsbereich nur unzureichend untersucht werden, da auf Grund der sehr hohen Tiefschnittmächtigkeiten die Zugänglichkeit stark eingeschränkt war.

Aufschlussdokumentation

Bereits vor dem Aufschluss der FAW konnten ihr vorgelagert in der FB 3 zahlreiche Klüfte beobachtet werden. Diese waren häufig mit hellem Feinsand, FeS₂ als kompakte Spaltenfüllung oder auch Huminsäuregel gefüllt und meist nahezu senkrecht oder in Richtung NW einfallend orientiert. Die ersten Störungen wurden Ende April 2013 freigelegt. Insgesamt vier Störungsbahnen auf ca. 40 m Strossenlänge, gekennzeichnet durch 50 bis 70° Einfallen in Richtung NNW und die Ausbildung einer Harnischrillung im Bereich des ZM 2, versetzten die Schichtenfolge um jeweils 0,5 bis 2 m. Innerhalb der Kohle konnten die Störungsflächen nicht eindeutig weiterverfolgt werden.

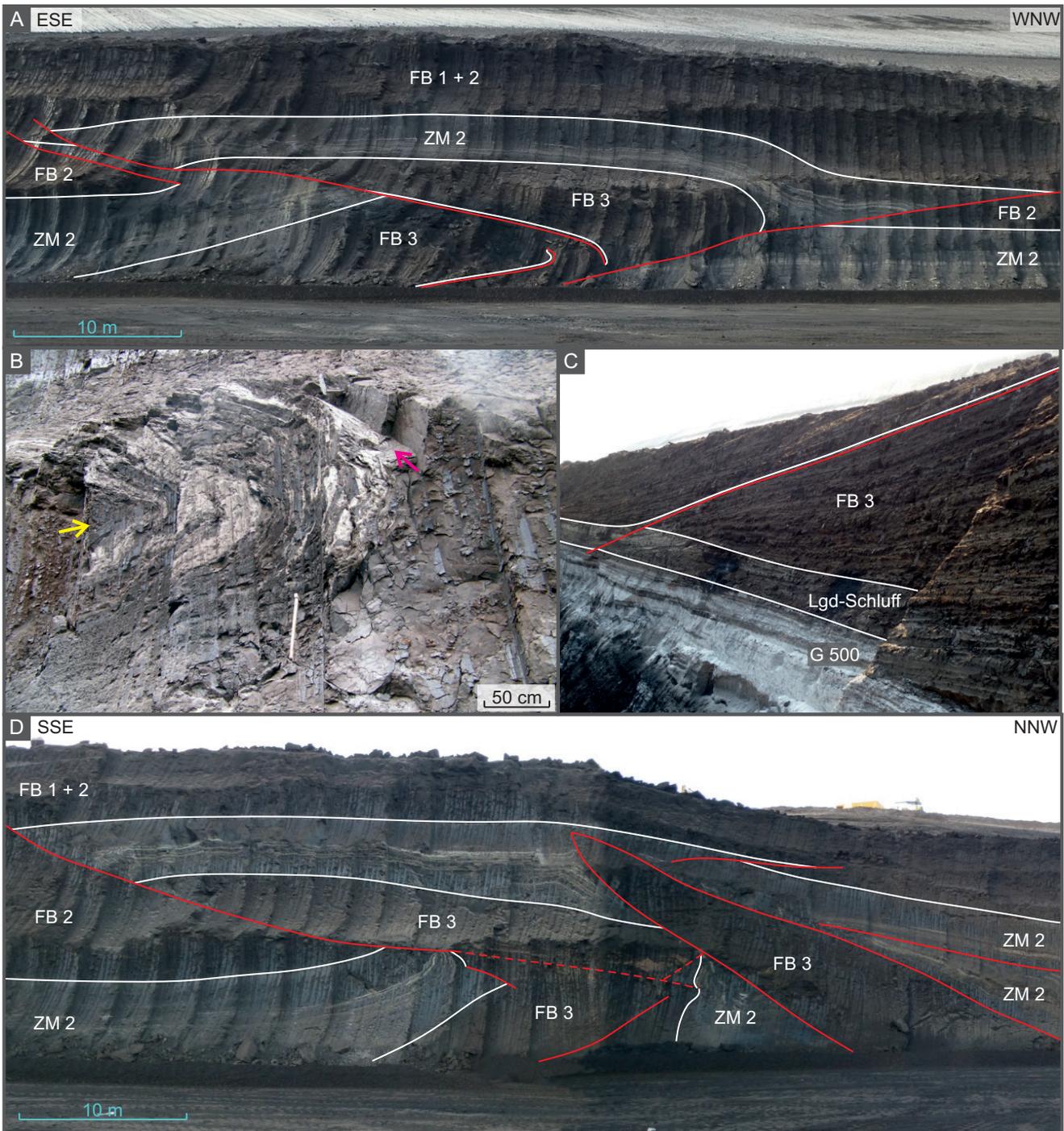
Mit fortschreitendem Abbau entwickelte sich aus diesen einzelnen, gleich gerichteten Störungen ein komplexes System (Abb. 2A). Zwei gegensätzlich einfallende Störungen führten zur Überschiebung der Schichten auf mindestens 70 bis 80 m Strossenlänge. Während die Störungsbahnen innerhalb der Kohle weiterhin nicht verfolgbar waren, konnten vor allem an den hellen Feinsandlagen des ZM 2 markante Deformationsstrukturen beobachtet werden: 1. eine Aufsteilung der Schichten des Liegendblockes, 2. Faltenbildung (Abb. 2B) sowie 3. eine Aufwölbung der aufgeschobenen Schichten. Das Zentrum der Struktur bildete ein 5 bis 6 m mächtiger Block aus Kohle der FB 3. Im Bereich der aufgeschobenen und aufge-

wölbten Schichten war die Mächtigkeit der oberen Kohlebänke (FB 1 und 2) insgesamt auf 4 bis 5 m reduziert. Diese markanten Grundzüge der FAW setzten sich mit Variationen in der Mächtigkeit der FB und im Störungsinventar auch über die weiteren Anschnitte fort. Neben den markanten Hauptstörungen traten mehrfach kleinere Nebenstörungen auf. Diese waren durch relativ hohe Fallwinkel sowie geringe Versatzbeträge (dm-Bereich) gekennzeichnet und durchschnitten teilweise die Flächen der Hauptstörungen. Die beiden Hauptstörungen waren zum Teil mit aufgeschlepptem, tonigen Liegendenschluff oder Zwischenmittel besetzt und konnten in diesen Bereichen deutlich durch die FB 3 verfolgt werden. In den Sanden des G 500 setzten die Störungen aus (Abb. 2C).

Die Kartierung der Kohlefazies ermöglichte detailliertere Einblicke in den Störungsverlauf (Abb. 3; ausführliche Beschreibungen zu den Kohlefazies des 2. MFK sind u. a. in BÖNISCH 1984, 2010 und SCHNEIDER 1978 zu finden). Im Anschnitt von Anfang August 2013 verlief die aus dem Liegenden des Flözes wirkende Hauptstörung flach nach WNW ansteigend auf etwa 110 m Strossenlänge durch den Kohlehochschnitt. FB 3 und ZM 2 wurden bis zu 3 m nach NW überschoben. Der Störungsverlauf konnte in der FB 2 unter zunehmender Verflachung, sichtbar an Kohlehorizontverdopplungen und Schrägstellungen geschichteter Flözpartien, weiterverfolgt werden. Im oberen Teil der FB 2, im Horizont 7, endete die Störung in einer Höhe von ca. 10 m über der Grubenarbeitsebene. Im südöstlichen Teil der Struktur wurden die Horizonte der FB 3 und das ZM 2 an zwei NW-fallenden Störungen abgetrennt und ebenfalls überschoben. Diese verliefen auf etwa 50 m Strossenlänge ausgehend von der ersten Hauptstörung bis in die FB 2 und waren durch Schrägstellungen und Mächtigkeitsverdopplungen der Kohlefazies bis in den ca. 7 bis 10 m über der Grubenarbeitsebene gelegenen Horizont 5 nachweisbar. Über den Störungen traten Schleppfalten der FB 3 und des ZM 2 auf. Im Zentrum der Struktur zwischen den beiden Hauptstörungsrichtungen wurden die überschobenen Schichten domartig aufgewölbt. Diese Deformation konnte auch in den Kohlehorizonten der FB 1 und 2 nachgewiesen werden. Die aufgewölbte Kohle wurde im Hangenden diskordant abgeschnitten, sodass die FB 1 mit den Horizonten 8 bis 10 auf ca. 90 m Strossenlänge nicht mehr verbreitet war und der Horizont 6 der FB 2 auf etwa 50 m Strossenlänge direkt unter dem Hangendschluff lagerte. Die Mächtigkeit der Kohle über dem ZM 2 wurde dadurch auf 3,5 bis 5 m reduziert.

Durch das spitzwinklige Streichen der Störungsstruktur zur Abbaurichtung der Grube konnte die FAW mit den letzten Anschnitten in der Kopfböschung dokumentiert werden. Mit dieser Änderung der Profillage von ESE–WNW auf SSE–NNW wurde ein ca. 12 m breiter Span aus Kohle der FB 3 sichtbar, welcher mit rund 30° bis in das aufgeschobene und aufgewölbte ZM 2 einspießt (Abb. 2D). Das ZM 2 ist auf beiden Seiten des Kohlespanes stark verfalltet.

Eine 20 bis 50 m breite Flözeinmuldung, in welcher das ZM 2 kaum verbreitet war oder ganz aussetzte, verlief 150 bis 200 m südöstlich der FAW in ähnlicher Streichrichtung. Hier enthielt die FB 3 wesentlich weniger Rohschwefel als in der Umgebung mit Zwischenmittelverbreitung. Die basalen



Kohlehorizonte der FB 2 wiesen deutliche fazielle Änderungen im Vergleich zum Normalaufbau auf. Anstelle des ZM 2 war eine mächtige sedimentäre Fazies mit eingeschwemmten Laubblättern und Nadeln verbreitet. Die darüber liegenden Horizonte 5 und 7 der FB 2 enthielten mächtige Hochmoorstraten der M-Fazies. Das Helle Band an der Basis der FB 1 keilte aus. An seiner Stelle trat eine geringmächtige gewebebefreie A-Strate auf. Die Horizonte 9 und 10 bestanden aus einer sehr mächtigen Hochmoorkohle der M-Fazies mit Nadeln der Schirmtanne (*Sciadopitys*). Im Randbereich der Flözeinmuldung gab es lokale Vorkommen des ansonsten nicht verbreiteten Horizontes 11 mit A und K-Fazies.

Auswertung

Betrachtet man die einzelnen Anschnitte als Gesamtheit, wird deutlich, dass es sich bei der Struktur im Wesentlichen um eine bivergente Aufschiebung entlang zweier Hauptstörungsrichtungen handelt (Abb. 4) – eine flach SE-fallende (NW-Störung) und eine dazu konjugierte, antithetische, flach nach NW einfallende SE-Störung. In vielen Anschnitten treten in beiden Richtungen zwei oder mehr Störungsbahnen auf. Die NW-Störungen konnten von den Sanden des G 500 bis in den Horizont 7 der FB 2 nachgewiesen werden. Die SE-Störungen setzen in den Anschnitten im-

Abb. 2: A – Stoßansicht des Kohlehochschnittes von Ende August 2013. In Rot sind die Aufschiebungsbahnen der beiden Hauptstörungsrichtungen hervorgehoben.
 B – Faltenbildung im nordwestlichen Bereich der Störungsstruktur. An dem kleinen Ausbruch (pinker Pfeil) zeigt sich gut die räumliche Orientierung der Falte. Die Faltenachse (gelber Pfeil) fällt in nordöstliche Richtung.
 C – Stoßansicht des Kohletiefschnittes von Ende August 2013. Aus den Liegendsanden des G 500 heraus verläuft eine deutlich erkennbare Störung (rot) durch den Liegendschluff (Lgd-Schluff) und die FB 3 bis zur Grubenarbeits-ebene. Der Liegendschluff wurde entlang der Störung aufgeschleppt. Die Mächtigkeit der FB 3 beträgt ca. 3,5 m.
 D – Stoßansicht der Westmarkscheide des Kohlehochschnittes von Ende Oktober 2013. Die Änderung der An-schnittsrichtung gibt einen neuen Einblick auf die Struktur der Störungszone. Ein schräg aufgestellter Span aus Kohle der FB 3 spießt in die überlagernden, aufgeschobenen Schichten hinein.

Fig. 2: A – View at the pit’s high cut from the end of August 2013. Red lines sign the two main fault directions.
 B – Distinctive fold in the northwestern part of the fault structure. The small breakout (pink arrow) reveals the spatial orientation. The folding axis (yellow arrow) dips to Northeast.
 C – View at the pit’s low cut from the end of August in 2013. Red line marks a fault running from the basal sand (groundwater layer 500) through the basal silt and the 3rd seam bed up to the work level. The silt is dislocated along the fault. The thickness of the seam bed is about 3.5 m.
 D – View at the western end of the pit’s high cut from the end of October 2013. The change of the cut direction provides a new insight into the fault’s structure. An oblique coal blade of the 3rd seam bed spears into the over-lying and thrustbeds.

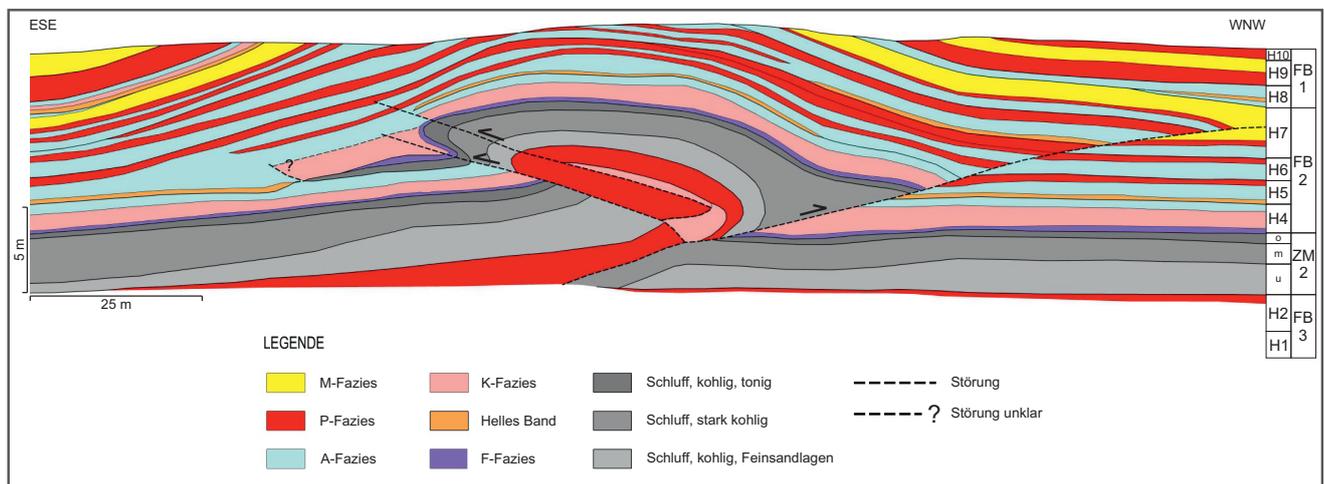


Abb. 3: Faziesprofil des Kohlehochschnittes von Anfang August 2013 mit Unterteilung der entsprechenden Horizontab-folge von H1 bis H10. Anhand der kartierten Kohlefazies lassen sich sehr gut der Verlauf der beiden Hauptstör-ungen bis in die FB 2 sowie die Erosion der aufgewölbten Schichten nachvollziehen. Selbst im Zentrum der Flözanomalie Welzow zeigen sich keine Veränderungen zum Normalaufbau der typischen Faziesabfolge.

Fig. 3: Facies profile at the pit’s high cut from the beginning of August 2013 including the corresponding division into horizons H1 to H10. Two main faults are running up to the 2nd coal bed. The arched upward bedding is eroded in its top. The normal facies succession shows no distinctive change even in the centre of the fault structure.

mer oberhalb der NW-Störungen ein und verlaufen von der FB 3 bis in den Horizont 5 der FB 2. Beide Störungen verflachen zum Hangenden hin und laufen in der FB 2 aus. Die Schichtenfolge ist in den ESE–WNW-Profileschnitten bis zu 5 m überschoben und domartig aufgewölbt. Die aufgewölbten Kohlehorizonte wurden vor der Sedimentation des diskordant auflagernden Hangendschluffes erodiert, sodass im Zentrum der Struktur nur noch die FB 2 bis zu ihrem Horizont 6 vertreten ist. Der Hangendschluff lagert ungestört horizontal über dem 2. MFK.

Weitere Charakteristika der FAW sind das Aufsteilen der Schichten des Liegendblockes sowie intensive Deformatio-

nen in Form von Flexuren und liegenden Falten. Zur Faltenbildung kam es vornehmlich im Bereich des unteren, sandigeren ZM 2. Die Faltenachsen fallen flach nach NE oder SW und liegen damit etwa rechtwinklig zur Bewegungsrichtung an den NW-Störungen (Abb. 4). Der obere, tonigere Teil des ZM 2 reagierte oft mit Abscherung und spießt in die Kohle der FB 2 ein. Die Kohle selbst reagierte meist bruchhaft. An Umbiegungserscheinungen einzelner Xylite in der FB 3 kann ein plastisches Verhalten, ähnlich dem Trend der Faltung des ZM 2, nachgewiesen werden.

An der NW-Störung wird der Liegendschluff häufig aufgeschleppt. Harnische auf dieser Störungsfläche weisen eine

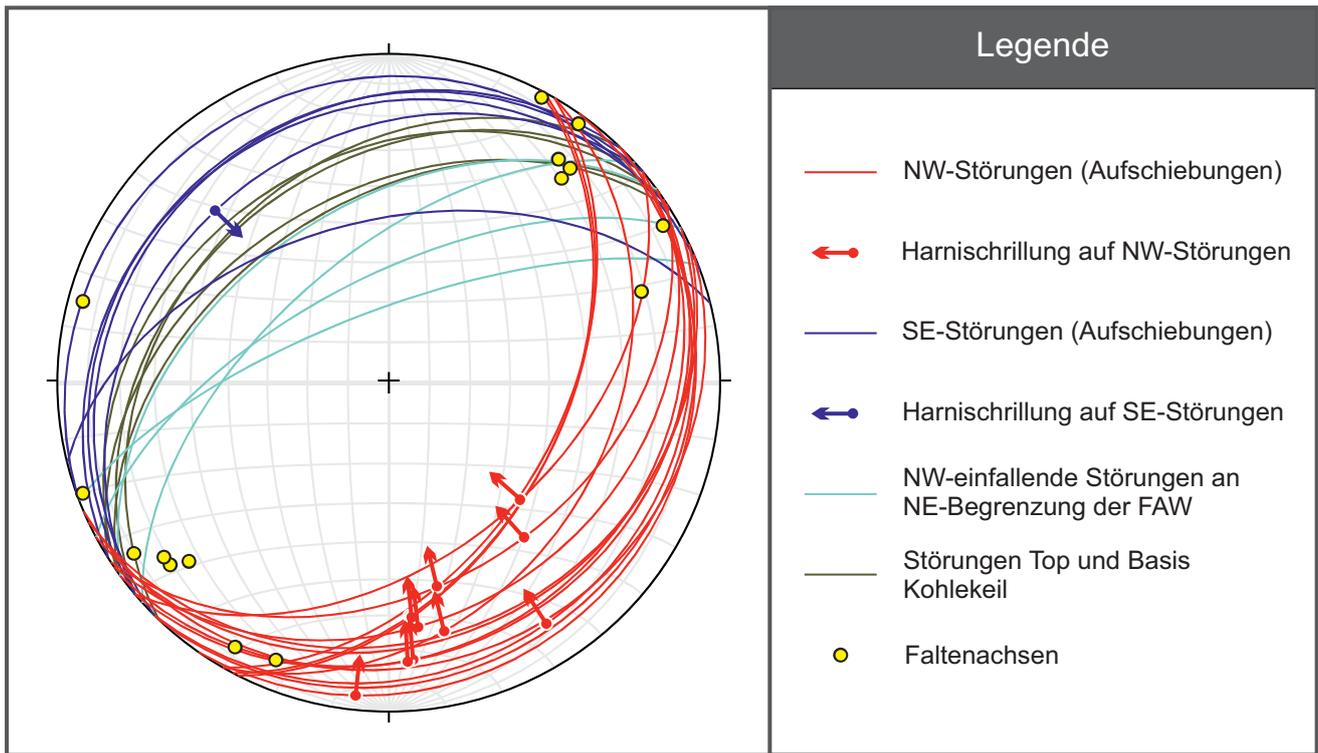


Abb. 4: Strukturdaten der tektonischen Elemente der Flözanomalie Welzow (FAW; Darstellung im Schmidt'schen Netz: Störungsflächen als Großkreise, Harnische als Punkt mit Pfeil für die Bewegungsrichtung des Hangendblockes). Deutlich sind der bivergente Charakter der Aufschiebungen sowie die Lage der Achsen der Schlepptalten in Streichrichtung der Störungsflächen zu erkennen. Die steil NW-einfallenden Störungen der ersten Anschnitte im Nordosten der FAW und die Grenzflächen des Kohlekeils weisen ähnliche Fallrichtungen auf.

Fig. 4: Schmidt net with measured structural data of the faults and folds of the "Seam anomaly Welzow". The reverse faults have a bivergent character. The fold axes run parallel to the faults' strike. The dip directions of the steep faults at the north-eastern end of the structure and of the faults of the coal blade are similar.

nordgerichtete Bewegung nach. Für die SE-Störung konnten an zwei Profilen Harnische beobachtet werden, welche eine Bewegungsrichtung der Aufschiebung nach SE anzeigen.

Der im letzten, SSE–NNW-orientierten Anschnitt erkennbare „Kohlespan“ der FB 3 fällt etwas steiler als die SE-Störungen ebenfalls in Richtung NW ein (Abb. 4). Offensichtlich wurde er von der FB 3 abgelöst und SE-vergent aufgeschoben.

Interpretation und Genesemodell

Die Strukturdaten der SE-einfallenden Störungen weisen auf eine aus S bis SE wirkende Kompression hin. Der basale Abscherhorizont für diese Aufschiebungen liegt vermutlich in den wassergesättigten Sanden des G 500. Konjugiert zu dieser Kompressionsbewegung bildeten sich antithetische, NW-einfallende Aufschiebungen. Die lokal beobachtete Harnischbildung auf den Störungsflächen und die hauptsächlich spröde Deformation deuten auf eine rupturale Deformation bereits verfestigter Schichten hin. Faltenbildungen traten im Wesentlichen im Zwischenmittel in Bereichen mit zahlreichen Feinsandlagen auf, welche wahrscheinlich

durch Wassersättigung plastisch reagieren konnten. Die Bewegungsenergie reichte nicht aus, um das Flöz komplett zu durchbrechen, sondern wurde durch den Versatzbetrag der FB 3 und des ZM 2 so stark kompensiert, dass die Hangendhorizonte der FB 2 und die FB 1 nur noch aufgewölbt werden konnten. Der im SSE–NNW-gerichteten Anschnitt erkennbare Span der FB 3 wurde an einer Rampe innerhalb der Kohle abgelöst und durch das aus NW wirkende Widerlager SE-vergent aufgeschoben.

Die FAW ähnelt in ihrer Ausbildung den im Allgemeinen als „Pop-up“-Strukturen bekannten Elementen gestaffelter Blattverschiebungen, wie sie z. B. in den Experimentergebnissen von McCLAY & BONORA (2001) ausführlich dargestellt werden. Die SE- und NW-einfallenden Störungen und Harnische zeigen vornehmlich nordwärts bzw. südwärts gerichtete, schräge Überschiebungen an. Die damit gebildete „Pop-up“-Struktur kann durch eine die tertiären Ablagerungen durchschlagende Staffel von sinistralen Blattverschiebungen interpretiert werden. Diese Störungstaffel streicht wahrscheinlich NNE–SSW und ermöglicht in den Übergangsbereichen zwischen den einzelnen Störungen eine NW–SE-Transpression im Bereich der FAW (Abb. 5). Die Struktur der FAW könnte auch durch ein ähnliches tektonisches Modell erklärt werden, und zwar als Deformation

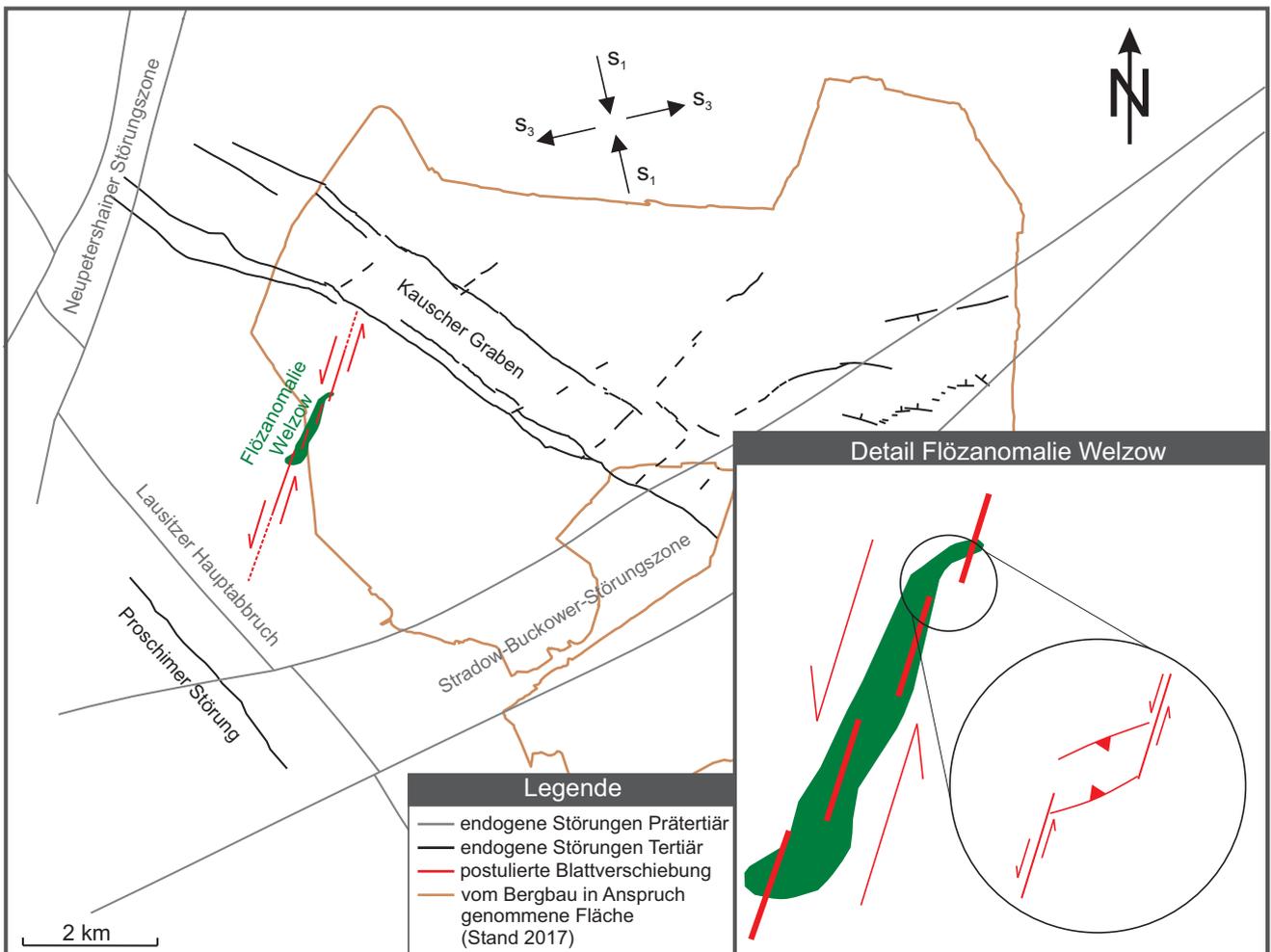


Abb. 5: Genesemodell der Flözanomalie Welzow im Kontext der regionalen tektonischen Elemente (Prätertiärstörungen nach GÖTHEL 1998) und des vermuteten Spannungsfeldes (s_1 – Kompression, s_3 – Extension). Eine NNE–SSW-streichende, sinistrale Störungsstaffel zwischen Lausitzer Hauptabbruch und Kauscher Graben verursacht eine NW–SE-Transpression im Übergangsbereich zwischen den Störungen und die Bildung von „Pop-up“-Strukturen.

Fig. 5: Graphical interpretation of the formation of the “Seam anomaly Welzow” in a regional tectonic context (pre-Tertiary faults according to Göthel 1998) including the assumed stress field (s_1 – compression, s_3 – extension). The stepover of echelon NNE-SSW sinistral strike-slip faults between Lausitzer Hauptabbruch and Kauscher Graben causes a NW-SE transpression (restraining bend) and the formation of pop-up structures.

im Kontraktionsquadranten einer Blattverschiebung und die damit verbundene Bildung von Überschiebungsstrukturen (vgl. KIM & SANDERSON 2006 sowie SEIERT 2015). Als mögliche Entstehungsursache einer solchen Blattverschiebung kann eine Aktivierung von Störungen im prätertiären Untergrund parallel zur Neupetershainer Störungszone gesehen werden.

Der Zeitraum der Entstehung der FAW ist zwischen der Ablagerung des 2. MFK (Unteres Mittelmiozän, Brieske-Formation, Welzow-Schichten) und der Sedimentation des diskordant auflagernden Hangendschluffes (Mittleres Mittelmiozän, Meuro-Formation, Greifenhain-Schichten; STANDKE 2015), d. h. zwischen 16 und 14 Ma einzuordnen. Eine Störungsbildung im Moorstadium erscheint ausgeschlossen, da dies eine deutliche Veränderung der Kohlefazies im Vergleich zum Normalaufbau zur Folge gehabt

hätte (vgl. Abb. 3). Während der zeitlichen Lücke zwischen dem 2. MFK und dem Hangendschluff wurde der Flözkörper so weit verfestigt, dass sich eine Spröddeformation ausbilden konnte. Welche Sedimentauflast in dieser Zeit das Flöz überdeckte, ist nicht bekannt. Relikte einer vermutlich ehemals flächenhaften Verbreitung mariner Sande zwischen Flöz und Hangendschluff sind im Tagebau Nochten erhalten (STANDKE 2010). Im Umfeld der FAW konnten innerhalb der FB 1 sandgefüllte Klüfte dokumentiert werden. Weiterhin belegen Flözkartierungen im Tagebau Welzow-Süd sowie in anderen Lausitzer Tagebauen das Auftreten von Sandlinsen in den obersten 2 bis 3 m Kohle der FB 1 und 2, sodass von einer ehemaligen Auflage mariner Sande vor der Ablagerung des Hangendschluffes ausgegangen werden kann. Die Erosion dieser Sande nach der Deformation des Flözes führte zu der scharfen Grenze

zwischen 2. MFK und Hangendschluffkomplex sowie zum diskordanten Abschneiden der aufgewölbten FB1 im Bereich der FAW.

Das regionale Stressfeld während des Mittelmiozän im Bereich der Niederlausitz ist nicht bekannt. KRENTZ & LAPP (2010) beschreiben eine NE–SW-Entlastung mit Remobilisation prätertiärer Störungen, die sich in eine präoberoligozäne bis untermiozäne und eine obermiozäne Etappe unterteilt, während das Mittelmiozän als bruchtektonisch ruhig eingestuft wird. Dieser Aussage steht das für die Bildung der FAW als ursächlich interpretierte Stressfeld mit NW–SE-Transpression (Abb. 5) entgegen. Die Annahme eines vermutlich regional wirksamen Kompressionsdruckes im Mittelmiozän wird sowohl durch die FAW als auch durch im Tagebau Nochten dokumentierte Überschiebungsstrukturen innerhalb des 2. MFK (BRAUSE & HAHMANN 1989, HAHMANN 1979) bekräftigt.

Die südöstlich der FAW liegende Flözeinmuldung wird auf Grund der faziellen Änderungen im Flözaufbau sowie fehlender Störungselemente als syngenetische Bildung interpretiert. Die geringeren Rohschwefelwerte der Kohle deuten auf ein Fehlen des Zwischenmittels bereits vor der Torfakkumulation hin. Denkbar wäre eine ehemalige Erosionsrinne, welche die Moorbildung als Depression überdauerte und somit lokalen Einfluss auf die Entwicklung der Vegetation nahm.

Die strukturelle Ausbildung der FAW sowie deren zeitliche Eingrenzung belegen eine Bildung als endogen-tektonische Störung. Derartige kleinräumige Flözdeformationen waren bisher im Lausitzer Revier nur aus dem Tagebau Nochten (BRAUSE & HAHMANN 1989, HAHMANN 1979) bekannt. Mit ihrer eindeutigen Entstehung nach der Flözbildung und vor der Ablagerung des Hangendschluffes ist die FAW ein erneuter Nachweis tektonischer Aktivität im Mittelmiozän. Die bisher als bruchtektonische Ruhezeiten benannten Phasen während bzw. im Anschluss der Genese des 2. MFK (KRENTZ & LAPP 2010) müssen vor diesem Hintergrund neu überdacht werden.

Zusammenfassung

Im Grubenbetrieb des Tagebaus Welzow-Süd konnte im Jahr 2013 der nordöstlichste Teil einer weniger als 200 m breiten Störungsstruktur im 2. Miozänen Flözkomplex, der so genannten „Flözanomalie Welzow“, in mehreren Anschnitten dokumentiert werden. Das wesentliche Erscheinungsbild der Struktur, welche durch Überschiebungen, Aufwölbungen, Harnisch- und Faltenbildungen geprägt ist, wird durch zwei flach einfallende, konjugierte Störungen aus SE und NW hervorgerufen und als „Pop-up“-Struktur im Staffebereich einer sinistralen, aus dem prätertiären Untergrund wirkenden Blattverschiebung interpretiert. Die Kartierergebnisse belegen eine Entstehung der Struktur nach der Kohlebildung, aber vor der Ablagerung des Hangendschluffes. Somit ist die „Flözanomalie Welzow“ ein eindeutiger Nachweis bruchtektonischer Aktivität im Mittelmiozän.

Summary

Welzow-Süd is a lignite opencast mine in East Germany. In 2013, we documented the “Seam anomaly Welzow”, a fault structure within the 2nd Miocene Seam Complex. Thrust faulting, arching upward, slickensides and folding characterize this 200 m wide structure. It is caused by two faults, one from SE and one from NW, both flat dipping and conjugated. We interpret the situation as a pop-up structure: A sinistral strike-slip fault is splitted in a right stepover. In the restraining bend reverse faults cause an uplift of some meters. The whole structure developed between the seam formation and the deposition of the overlying marine silts. This proves tectonic activity during the Middle Miocene.

Danksagung

Wir danken der LEAG Lausitz Energie Bergbau AG für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Geländearbeiten sowie für die Möglichkeit, die Untersuchungsergebnisse zu veröffentlichen. Ein herzliches Dankeschön geht an Prof. Dr. Norbert Volkmann für die fachlichen Gespräche, Frau Inge Manthey für die Digitalisierung des Fazieschnittes und Dr. Kurt Goth für die kritische Prüfung der englischen Textteile.

Literaturverzeichnis

- AHRENS, H. & D. LOTSCH (1963): Tektonische Bewegungen im Tertiär der zentralen Niederlausitz. – *Geologie* **7**, S. 833–841
- BÖNISCH, R. (1984): Zur makropetrographischen Faziesanalyse im 2. Lausitzer Flöz. – *Freiberger Forschungshefte C* **381**, S. 26–38
- BÖNISCH, R. (2010): Makropetrographische Faziesanalyse des 2. Miozänen Flözes. – In: VATTENFALL EUROPE MINING AG (Hrsg.): *Die geologische Entwicklung der Lausitz*, S. 86–94, Cottbus
- BRAUSE, H. & H.-G. HAHMANN (1989): Kipp-Gleit-Tektonik Typ Nochten. – *Geoprofil* **1**, S. 63–64
- GÖTHEL, M. (1997): Geologische Untersuchungen zum tieferen Liegenden des 2. Lausitzer Flözes. – Abschlussbericht für die Lausitzer Braunkohle AG, 53 S., Senftenberg (unveröff.)
- GÖTHEL, M. (1998): Geologische Karte der Lausitz, Känozoikum abgedeckt, 1 : 100 000. – *Lausitzer Braunkohle AG, Gesellschaft für Montan- und Bautechnik mbh, Senftenberg* (unveröff.)

- GÖTHEL, M. (2004): Stratigraphie des Känozoikums in Brandenburg mit spezieller Berücksichtigung des Braunkohlenreviers Lausitz. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **11**, 1/2, S. 149–168
- HAHMANN, H.-G. (1979): Die endogen-tektonischen Überschiebungen im 2. Lausitzer Flöz des Tagebaus Nochten-West. – Z. geol. Wiss. **7**, S. 293–297
- KIM, Y.-S. & D. J. SANDERSON (2006): Structural similarity and variety at the tips in a wide range of strike-slip faults: a review. – Terra Nova **18**, S. 330–344
- KRENTZ, O. & M. LAPP (2010): Bruchtektonische Hauptelemente. – In: VATTENFALL EUROPE MINING AG (Hrsg.): Die geologische Entwicklung der Lausitz, S. 139–142, Cottbus
- KÜHNER, R. (2000): Sedimentfolgen und Lagerungsverhältnisse im quartären Deckgebirge des Tagebaus Welzow-Süd. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **7**, 1/2, S. 59–72
- KÜHNER, R. (2009): Neue Ergebnisse zum Nachweis neotektonischer Aktivitäten im Quartär des Tagebaus Welzow-Süd, Südbrandenburg. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **16**, 1/2, S. 87–93
- MCCLAY, K. & M. BONORA (2001): Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. – AAPG Bulletin **85**, 2, S. 233–260
- NOWEL, W., BÖNISCH, R., SCHNEIDER, W. & H. SCHULZE (1994): Geologie des Lausitzer Braunkohlenreviers. – Lausitzer Braunkohle AG, 102 S., Senftenberg
- SCHNEIDER, W. (1978): Zu einigen Gesetzmäßigkeiten der faziellen Entwicklung im 2. Lausitzer Flöz. – Z. angew. Geol. **24**, 3, S. 125–130
- SEIBEL, B. (2010): Kauscher Graben – In: VATTENFALL EUROPE MINING AG (Hrsg.): Die geologische Entwicklung der Lausitz, S. 147–152, Cottbus
- SEIBEL, B. (2011): Tagebau Welzow-Süd: Geologische Exkursionen. – In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. **10**: Cottbus und Landkreis Spree-Neiße. – S. 225–232, Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e. V.)
- SEIERT, E. (2015): 3D-Modellierung der Flözanomalie Welzow. – Bachelorarbeit, 69 S., Freiberg (unveröff.)
- STANDKE, G. (2008): Tertiär. – In: PÄLCHEN, W. & H. WALTHER (Hrsg.): Geologie von Sachsen. – S. 358–419, Stuttgart (Schweizerbart)
- STANDKE, G. (2010): Schichtenfolge. – In: VATTENFALL EUROPE MINING AG (Hrsg.): Die geologische Entwicklung der Lausitz, S. 51–75, Cottbus
- STANDKE, G. (2015): Tertiär. – In: STACKEBRANDT, W. & D. FRANKE (Hrsg.): Geologie von Brandenburg. – S. 259–323, Stuttgart (Schweizerbart)

Anschrift der Autoren:

Christiane Stanulla, M.Sc.
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie
Halsbrücker Str. 31a
09599 Freiberg
Christiane.Stanulla@smul.sachsen.de

Dipl.-Geol. Roman Rönick
LEAG Lausitz Energie Bergbau AG
Vom-Stein-Straße 39
03050 Cottbus
roman.roenick@leag.de

Dipl.-Ing. (FH) Gerald Zomack
LEAG Lausitz Energie Bergbau AG
Vom-Stein-Straße 39
03050 Cottbus
gerald.zomack@leag.de

Dipl.-Geoph. Barbara Seibel
LEAG Lausitz Energie Bergbau AG
Vom-Stein-Straße 39
03050 Cottbus
barbara.seibel@leag.de

Prof. Dr. Klaus Stanek
TU Bergakademie Freiberg
Institut für Geologie
Bernhard-von-Cotta-Str. 2
09599 Freiberg
Klaus-Peter.Stanek@geo.tu-freiberg.de