

Glazigene Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier – ein Überblick

mit 1 Abbildung

RALF KÜHNER

Zusammenfassung

Glazigene Lagerungsstörungen bilden einen wesentlichen Bestandteil im känozoischen Lockergebirge des Niederlausitzer Braunkohlenreviers und werden seit Beginn des Bergbaus in der Mitte des 19. Jahrhunderts aus zahlreichen Aufschlüssen dokumentiert. Der Artikel gibt einen kurzen textlichen Überblick der historisch und aktuell bekannten glazitektonischen Störungszonen. Sie umfassen nahezu alle stratigraphischen Einheiten der tertiären und quartären Schichtenfolgen und zeigen ein breites Spektrum hinsichtlich Genese, Größe und Ausbildung. Die Deformationen sind sowohl aus der Elster- und Saale-Eiszeit als auch aus der Weichsel-Eiszeit bekannt, wobei eine sichere stratigraphische Zuordnung in den meisten Fällen kaum möglich ist.

Schlüsselwörter: Glazitektonik, Känozoikum, Niederlausitz, Quartär, Störung, Schichtdeformation, Tertiär

Abstract

Glacial deformations form an essential part of the Cenozoic sediment succession in the Lower Lusatian lignite mining district and have been documented and described from many outcrops since the beginning of mining in the middle of the 19th century. This article gives a short review of the known historical and current glaciotectionic fault areas in the Lower Lusatia area. They include in almost all tertiary and quaternary sediment successions and show a wide spectrum in terms of origin, magnitude and shape. The Glacial deformations are known from the Elsterian as well as the Saalian and Weichselian Ice Age, whereby an explicit stratigraphically assignment is rarely possible.

keywords: Glacitectonics, Cenozoic, Lower Lusatia, Quaternary, fault, layer deformation, Tertiary

„Nirgend in der Mark Brandenburg ist die Braunkohlenformation in ungestörter horizontaler Lagerung angetroffen worden, überall sind die Schichten so stark gegen den Horizont geneigt, dass sie ursprünglich nicht können in ihrer gegenwärtigen Stellung gebildet worden sein.“

PLETTNER 1852

Historischer Überblick

Die bergbaulichen Aktivitäten im Rahmen der Suche und Gewinnung von Alaunerde, Braunkohle, Ton, Sand und Kies haben seit Mitte des 19. Jahrhunderts eine Fülle an Informationen zur Verbreitung und Ausbildung von Lagerungsstörungen geliefert. Eine der ältesten geowissenschaftlichen Beschreibungen, verbunden mit der Darlegung des damaligen Wissensstandes, erfolgte in der Arbeit von PLETTNER (1852): „Die Braunkohlenformation in der Mark Brandenburg“. Basierend auf den Beobachtungen von PEUCKER, dem damaligen Leiter einer Alaunerde- und Braunkohlen-Grube, beschrieb er steilstehende Sattel- und Muldenstrukturen im Raum Muskau und diskutierte die Möglichkeiten der Entstehung überkippter Falten in „verhältnissmässig so lockeren Schichten, wie doch die Braunkohlen- und Alaunerdeflöze im Vergleich zu anderen Gesteinen immerhin bleiben...“. 1871 fasste GIEBELHAUSEN die Verhältnisse in der Provinz Brandenburg und dem nördlichen Schlesien zusammen und charakterisiert u.a. den Raum südlich von Kalau (Calau) mit „äusserst gestörten Lagerungsverhältnissen“ und „mannigfachen Faltungen und Verwerfungen des Flötzes“ (GIEBELHAUSEN 1871).

Bis Ende des 19. Jahrhunderts wurden die geologischen Verhältnisse vorwiegend durch Markscheider oder bergtechnischem Personal in den Bergwerksakten und -rissen dokumentiert, die heute den einzigen Beleg für die in historischer Zeit angetroffenen Strukturen darstellen. Nach der Jahrhundertwende erschienen zunehmend auch geowissenschaftliche Bearbeitungen zu Aufbau und Verbreitung des Störungsinventars in den Braunkohlenflözen und ihren Begleitschichten (HEINICKE 1905, RUSSWURM 1909 u.a.). Besonders reichhaltig an Informationen und Detailbeschreibungen sind die Erläuterungshefte zu den geologischen Karten der preußischen Landesaufnahme (SCHMIERER 1909, KEILHACK 1924a, 1924b, HESS v. WICHENDORF 1926 u.a.) mit entsprechenden Kartierungsprofilen.

Maßgeblichen Anteil an der geologischen Grundlagenforschung muss dem preußischen Landesgeologen Prof. Dr. Konrad KEILHACK (1858-1944) zugeschrieben werden, unter dessen Leitung die geologische Oberflächenkartierung in Südbrandenburg durchgeführt wurde und dem zahlreiche Darstellungen vor allem aus den Gruben der Ilse Bergbau-AG zu verdanken sind (KEILHACK 1913, 1938).

Während PLETTNER (1852) noch davon ausging, dass die Faltungen „nur durch Bewegungen im unterliegenden festen Gestein“ erklärt werden können und vermutlich „mit der Entwicklung der zunächst im Süden benachbarten Gebirgssysteme“ in Zusammenhang stehen, hatte sich Anfang des 20. Jahrhunderts weitestgehend die genetische Interpretation durch glazigene Beeinflussung durchgesetzt. Besonders RUSSWURM (1909) führte zur Deutung der Lagerungsstörungen im Bereich der Grube „Merkur“ bei Drebkau eine Reihe wichtiger Argumente an, nach denen die Entstehung dieser „großartigen Faltungserscheinungen“ ausschließlich durch die enorme Wirkung eines auf den Lausitzer Grenzwall vorgedrungenen Inlandgletschers erfolgt sein konnte. Nachdem die glazigene Genese der großen Faltenzüge und Stauchungszonen nahezu einhellig anerkannt war, blieben die möglichen Initiale für den Anlass der Stauchung (Eisrandoszillation, endogene Tektonik,

Porenwasserüberdruck, Hindernisstauchung) und die während der Deformation ablaufenden bodenphysikalischen und hydraulischen Prozesse bis heute Gegenstand kontroverser Diskussionen.

Ein erheblicher Kenntniszuwachs resultierte Anfang der 1960er Jahre aus den umfangreichen Bearbeitungen durch den Freiburger Professor Günter Viète zur Thematik der Entstehung glazigener Strukturen in Mitteldeutschland und der Lausitz. Kernpunkt seiner detaillierten Betrachtungen war die Darstellung und Erläuterung der beobachteten Strukturen und eine ausführliche Diskussion aller beim Störungsvorgang beteiligten Kräfte und Faktoren. Seine Gliederung der Störungsformen beruhte im Wesentlichen auf ihrem allgemeinen äußeren Erscheinungsbild, ihrer Größe und Tiefenreichweite. Sie wurde durch NOWEL (1982, 1984) erneut aufgegriffen und mit Formen des Mollisoldiapirismus sowie den auf die Tätigkeit von Schmelzwässern zurückzuführenden erosiven Störungen ergänzt. EISSMANN (1987) postulierte nach eingehender Analyse des im nördlichen Mitteleuropa vorhandenen exogen-tektonischen Störungsinventars sieben grundlegende, sich zum Teil überschneidende bzw. ineinandergreifende genetische Ursachenkomplexe. Sie umfassten neben glaziären, kryogenen, subrosiven, endogenen oder halokinetischen Prozessen vor allem auch durch autoplastische, diagenetische und gravitative Vorgänge initiierte syn- und postsedimentäre Störungen.

Die Intensivierung der Braunkohlenerkundung Anfang der 1980er Jahre mit jährlich bis zu 4.000 Bohrungen und die zahllosen Aufschlüsse in 17 aktiven, vielfach durch gestörte Lagerungsverhältnisse charakterisierten Braunkohlentagebauen führte zu einem enormen Kenntnisgewinn in Hinblick auf Verbreitung und Ausbildung bislang kaum bzw. völlig unbekannter Störungsgebiete. Sie wurden zusammenfassend erstmals durch KUPETZ et al. (1989) in einer regionalen Übersicht zur Verbreitung glazitektonischer Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier vorgestellt, in der auch die Vorkommen glaziärer Großschollen sowie pleistozäne Rinnensysteme Eingang fanden und an Beispielen erläutert wurden. Die Darstellung wurde in der Folgezeit vor allem mit den nördlich der warthezeitlichen Eisrandlagen auf dem Niederlausitzer Grenzwall gelegenen Neuaufschlüssen von Flözfaltenzonen in den Tagebauen Cottbus-Nord und Jänschwalde ergänzt.

Kleinräumige, durch kryogene Prozesse, gravitative Gleit- und Fließvorgänge, Sackungen über austauendem Toteis oder Schleppungen an der Gletscherbasis hervorgerufene Störungen können nahezu in allen Aufschlüssen beobachtet werden. Dagegen beschränken sich die großräumigen, zum Teil bis in eine Tiefe von mehr als 200 m reichenden und vorwiegend durch Gletscherauflast bedingten Falten- und Schuppenstrukturen auf lokale, vermutlich mit ehemaligen Eisstillstandslagen in Zusammenhang stehende Bereiche. Ein Teil dieser Störungen passt sich hinsichtlich ihres Auftretens signifikant an den Verlauf auch morphologisch noch in Erscheinung tretender Endmoränenzüge an. Vielfach ist jedoch kein Bezug mehr zu den ehemaligen Eisrandlagen erkennbar, da nachfolgende Erosionen und die Ablagerung mächtiger Schmelzwassersande in den Urstromtälern die älteren Strukturen gekappt und/oder überdeckt haben. Einschränkend muss berücksichtigt werden, dass die heute bekannte Verteilung nur ein Abbild der unterschiedlichen Aufschlussdichte repräsentiert. Die dargestellten Gebiete spiegeln lediglich einen kleinen Ausschnitt des tatsächlich im Untergrund ausgebildeten Störungsensembles wider, das nur in den bergbaulich aufgeschlossenen Arealen annähernd in seiner Gesamtheit bekannt wurde. Eine Ausnahme bilden die Altbergbauggebiete, in denen der heute noch verfügbare Kenntnisstand als sehr lückenhaft eingestuft werden muss. Die wenigen

Beschreibungen und Darstellungen beziehen sich meist auf Einzelpunkte, lassen sich lagemäßig nicht mehr konkret zuordnen und gestatten kaum Rückschlüsse auf genetische oder strukturelle Zusammenhänge. Bezogen auf die Dauer der bergmännischen Aktivitäten erfolgten hier nur sporadische Einzelpunktdokumentationen, aus denen sich kein repräsentatives Bild über die Lage, den inneren Aufbau oder die Abgrenzung der Störungszonen ableiten lässt.

Dagegen zeichnen sich die in den Braunkohletagebauen der letzten Jahrzehnte überbaggerten bzw. angeschnittenen Störungsgebiete durch einen enorm hohen Erkundungs- und Dokumentationsgrad aus. Unzählige Profile mit geophysikalisch vermessenen Bohrungen und Bohrlochabständen von teilweise weniger als 20 m, weite Areale mit flächendeckenden gravimetrischen, geoelektrischen und/oder 2D-, in den letzten Jahren auch 3D-seismischen Messungen sowie hunderte von Kartierungsprofilen, Einzelaufnahmen und Fotodokumente der an den Tagebauböschungen aufgeschlossenen Strukturen konnten die Komplexität und die Zusammenhänge von Lagerungsverhältnissen, strukturellen, petrographischen und vereinzelt auch stratigraphischen Beziehungen im Detail sichtbar machen.

Verbreitung und Charakteristik der glazigenen Störungsgebiete (Abb. 1)

Lagerungsstörungen nördlich des Niederlausitzer Grenzwalls

Das Gebiet nördlich der Hochlagen des Niederlausitzer Grenzwalls wird durch die mächtigen weichselzeitlichen Schmelzwassersedimente des Glogau-Baruther Urstromtals dominiert, die alle älteren Strukturen in unterschiedlicher Intensität gekappt und anschließend mit einer bis zu 20 m mächtigen Folge aus Sanden und Kiesen überdeckt haben. Demzufolge waren an der Oberfläche keine Hinweise auf ehemalige Eisrandlagen vorhanden, so dass die Strukturen erst im Rahmen der Erkundung und des späteren Aufschlusses der Tagebaue Cottbus-Nord und Jänschwalde-Mitte erkannt werden konnten.

Das Störungsgebiet „**Am Hammerstrom**“ (01) umfasst eine Fläche von ca. 6 km² und wird nach Süden durch den lobenförmig ausgebildeten Willmersdorf-Neuendorfer Faltenbogen begrenzt:

- überwiegend parallel liegende Einzelstrukturen mit einer streichenden Länge von 300 bis 800 m,
- Einengungsstrukturen mit Auffaltungen, Zerscherungen und Überschiebungen auf den tonigen Liegendschluffen der 2. und 3. Flözbank,
- Bildung von Fließfalten durch Mobilisation der liegenden Grundwasserleiter und schluffig-toniger Mäandersedimente mit vereinzelt injektiver Materialabwanderung in die überlagernden Schichten,
- beeinflusste Grundwasserleiter mit starken Mächtigkeitsschwankungen, aber nahezu ungestörter Basis
- Faltenamplituden im Flözbereich bis 15 m, maximal ca. 30 m.

Als Hauptursache für die Anlage des Störungsgebietes wird die Einspannung der tertiären Schichtenfolge zwischen den erosiv bis unter das Flöz eingeschnittenen pleistozänen Rinnen sowie den das Kohlenfeld durchziehenden Verschluffungszonen (Mäander nach BÖNISCH &

GRUNERT 1985) gesehen (KÜHNER & THIELE 2011). Dabei zeichnet der Aufstieg der infolge Eisauflast mobilisierten Liegendensedimente in markanter Weise den Bereich des rollig/bindigen Sedimentwechsels in den liegenden Grundwasserleitern nach. Stratigraphisch werden die Strukturen mit der Maximalausdehnung des weichselzeitlichen Gletschers im Brandenburger Stadium (Cottbuser Lobus nach HORN et al. 2005) korreliert.

Die Störungsgebiete Weiße Berge und Tranitzer Flözfaltenzone im Südteil des Tagebaues Cottbus-Nord sind durch die bereits elsterzeitlich angelegte Lieskower Rinne voneinander getrennt, bilden aber eine strukturelle Einheit. Im **Störungsgebiet Weiße Berge** (07) (AUTORENKOLLEKTIV 2017) dominieren auf einer Fläche von ca. 4 km² W-E bis NNW-SSE streichende Deformationen in Form intensiv verfalteter und engräumig angelegter, vielfach überkippter Flöz- und Hangendschichtkomplexe. Dabei wurde das Flözhangende, bei unbeeinflusster Flözbasis, bis zu 15 m aufgefaltet. Die Sättel sind im Niveau um 50 mNHN durch weichselzeitliche Erosionen gekappt und werden mit ca. 20 m mächtigen Schmelzwassersedimenten überlagert. Nach den Aufschluss- und Erkundungsergebnissen lassen sich die Strukturen bis zum Liegendenschluff der 2. Flözbank verfolgen, der liegende Grundwasserleiter und dessen Schluffäquivalent sind nur vereinzelt in die Deformationen einbezogen.

Die **Tranitzer Flözfaltenzone** (08) (KÜHNER 2017) liegt östlich der elsterzeitlichen Lieskower Rinne und bildet mit ihren drei NW-SE streichenden, ca. 500 m langen Flözsätteln die östliche Flanke des Störungsgebietes Weiße Berge. Ihre Faltenamplituden erreichen, bezogen auf das Hangende der 1. Flözbank max. 15 m, die Schichten im Liegenden der 2. Flözbank sind nicht mehr beeinflusst. Im benachbarten Tagebau Jänschwalde setzen sich die Strukturen in der Faltenzone **Radewiese-Briesnig** (06) (KÜHNER 2013) fort. Auch hier sind einfach gebaute, vorwiegend symmetrisch entwickelte Fließfalten ausgebildet, in denen das Liegende der jeweils untersten deformierten Schicht ungestört bleibt. Vielfach treten parallel zueinander liegende, sehr schmale Einzelsättel auf, die nach wenigen hundert Meter auslaufen und mit leichtem Versatz erneut einsetzen. Die Deformationen (Amplituden bis 15 m) erfassen nur lokal den gesamten Flözkomplex und bleiben meist auf die 1. FB und deren Hangendsedimente beschränkt. Allen drei Störungsgebieten ist gemeinsam, dass sich jeweils im Hangenden der deformierten tertiären Schichtenfolge bis 2,5 km lange, totesbedingte Hohlformen entwickelt haben, die mit glazigen ungestörten, saalespätglazialen und eemzeitlichen Sedimenten gefüllt sind. Dies grenzt die zeitliche Anlage der Strukturen auf das Warthe-Stadium der Saale-Eiszeit ein, so dass eine Korrelation mit einer jüngeren Rückzugsstafel des Warthe-Gletschers wahrscheinlich wird.

Lagerungsstörungen auf dem Niederlausitzer Grenzwall

Der Niederlausitzer Grenzwall wird seit WOLDSTEDT (1927) mit der Maximalausdehnung des Gletschers im Warthe-Stadium der Saale-Eiszeit in Verbindung gebracht. Girlandenförmige, nacheinander angeordnete (Stauch-)Endmoränenstafeln markieren mindestens zwei Eisrandlagen, die an der Oberfläche durch zahlreiche, morphologisch noch deutlich ausgeprägte Satzendmoränen nachgezeichnet werden. Der Untergrund ist durch vielfältige, bis in eine Tiefe von 240 m ausgebildete Lagerungsstörungen geprägt. Sie bilden eine von Bad Muskau bis in den Raum Luckau reichende, nahezu durchgängig ausgebildete Stauchungszone (**Abb. 1**), deren Zergliederung in zahlreiche Einzelelemente einerseits aus der Trennung der einzelnen Kohlenfelder durch erosiv eingeschnittene pleistozäne

Rinnenstrukturen, andererseits aber auch aus der sehr unterschiedlichen Aufschlusslage resultiert.

Der im Osten gelegene **Muskauer Faltenbogen** (16) umfasst mit seinem bis auf polnisches Gebiet reichenden Teil eine Fläche von ca. 250 km² und stand seit PLETTNER (1852) im Fokus zahlreicher geowissenschaftlicher Arbeiten (u.a. KUPETZ 1997, KUPETZ & KUPETZ 2009, BAHRT & SCHULZE 2009). Die glazitektonischen Großformen des aus drei nacheinander angeordneten Teilbögen bestehenden Störungsgebietes werden im Wesentlichen aus Schuppen, Biegefließfalten und Diapiren gebildet. Die Schuppen können eine streichende Länge von mehr als drei Kilometern und eine Breite bis 250, max. 800 m erreichen. Diapire, nach KUPETZ schmale, meist symmetrische und steile injektive Flözaufsattelungen, weisen, bei faltenbogenparallelem Verlauf, Längen von mehreren hundert Metern auf. Ähnliche Größenordnungen zeigen auch die Biegefließfalten, deren Internstruktur zusätzlich durch vielfältige Kleinfältelungen, Schichtzerreibungen sowie disharmonische Faltungen mit wechselnden Streichrichtungen und Faltenamplituden geprägt wird. Die Tiefe der glazitektonischen Deformationen liegt bei max. 240 m unter Gelände und bewegt sich im Niveau der den 4. MFK unterlagernden Sande der Cottbus-Formation. Genetisch wird der Faltenbogen von KUPETZ (1997) als Grundbruchmoräne interpretiert, die sich als Folge der vertikalen Lasteinbringung eines zum Stillstand gekommenen Gletschers ausbildete.

Nördlich des Muskauer Faltenbogens liegt im Kohlenfeld Forst-Süd die nur aus Bohrungen bekannte **Struktur Simmersdorf** (12). Der 2. MFK ist hier in drei bis vier parallel liegende, NNE-SSW streichenden Sattelzügen aufgefaltet (KÜHNER 2017). In den teilweise zerscherten, eine Länge von ca. 2,8 km erreichenden Strukturen treten, bezogen auf das Hangende der 1. FB, Aufschiebungshöhen bis 50 m auf.

Nach Westen setzen sich die Flözdeformationen über das **Störungsgebiet Spremberg-Ost** (15) in die Drebkauer Flözfaltungszone fort. Während in Spremberg-Ost die Deformationen aufschlussbedingt nur mit einzelnen Altbohrungen (Flözhochlagen, Mächtigkeit des 2. MFK bis 60 m, Verdopplung Unterbegleiter) belegt sind (KÜHNER 2017), ist die **Drebkauer Flözfaltungszone** (14) durch die intensive Erkundung in Zusammenhang mit einem seit Mitte des 19. Jhd. umgehenden Braunkohlenbergbaus gut bekannt. GREULICH (1989) gliederte das Gebiet nach komplexer Auswertung gravimetrischer Oberflächenmessungen unter Einbeziehung hunderter geophysikalisch vermessener Erkundungsbohrungen und den Unterlagen des historischen Tief- und Tagebaus in 12 Großstrukturen. Die vorwiegend als Einzel- oder Doppelfalten ausgebildeten Strukturen sind bei Breiten bis 450 m z.T. bis zu 4,2 km lang, die Amplituden erreichen Werte um 80 m. Die Flözdeformationen beginnen vielfach als moderate Aufwölbung, aus der sich stehende, in der weiteren Ausbildung überkippte und liegende Fließfalten mit Zerschörungen, Überschiebungen und injektiver Schuppenbildung mit Überschiebungsweiten bis 250 m entwickeln können. Im Zentralteil der Faltenzone sind die Deformationen bis in die liegenden Grundwasserleiter des 2. MFK zu verfolgen (ca. 120 m unter Rasensohle). Als stratigraphische Marker sind der drenthezeitliche Geschiebemergel und seine überlagernden glazilimnischen Nachschüttbildungen in die Faltung involviert (KÜHNER 2000). Somit lässt sich die Stauchung mit der (vermutlichen) Maximalausdehnung des saalezeitlichen Gletschers im Warthe-Stadium korrelieren. Die wesentlich geringeren, nur die drenthezeitlichen Nachschüttbildungen beeinflussenden Faltungen in der ca. 12 km nördlich gelegenen **Schorbuser Kerbstauchmoräne** (11) (NOWEL 1986) dürften dagegen das Ergebnis einer jüngeren Rückzugsstaffel sein.

Im ehemaligen Tagebau Greifenhain wurde in den Jahren 1951 bis 1958 das **Störungsgebiet Casel-Göritz** (10) überbaggert. VIETE (1964) erwähnt hier unmittelbar südöstlich von Casel gelegene, SE-vergente, NE-SW streichende Faltenstrukturen im „Lausitzer Unterflöz“ (2. MFK), ohne nähere Angaben zum Störungsinventar und der beeinflussten Schichtenfolge zu machen. Ab 1960 traten ca. 4 km südwestlich erneut glazigene Flözdeformationen im Tagebauanschnitt auf. NOWEL (1979) beschreibt SW-vergente Falten mit Amplituden bis 40 m, einer Streichrichtung von 125° und 140° sowie Aufschuppungen und Überschiebungen. Mit diesen, offenbar mehrphasig angelegten Strukturen steht auch das **Störungsgebiet Dörrwalde** (13) in engem Zusammenhang. Die dortige, ca. 1 km² große Stauchungszone Woschkow-Cunersdorf ist nur aus der Bohrerkundung bekannt und durch W-E bis SW-NE streichende Einzelstrukturen, Steilstellungen, Schichtverdopplungen sowie Stapelungen des Flözkörpers charakterisiert (SEIBEL 1994). Die Überschiebungsbahnen liegen in den Liegendschluffen des 2. Lausitzer Flözes und seines Unterbegleiters, in dem es auch zu Verdopplungen kam.

Nach Westen schneidet die pleistozäne, bis unter das Flöz eingetieft Alt-döberner Rinne das Störungsgebiet Dörrwalde ab, welches im benachbarten Kohlenfeld Calau-Süd erneut einsetzt und hier als **Störungsgebiet Buchwäldchen-Schöllnitz** (09) bezeichnet ist. Bereits SCHMIERER (1909) beschrieb in diesem Raum Stauchungen in den oberflächlich anstehenden miozänen Tonen. Im Rahmen der Braunkohlenerkundung konnte nachgewiesen werden, dass sich die NNW-SSE streichenden, einfachen Sattel- und Muldenstrukturen bis in eine Tiefe von ca. 120 m verfolgen lassen. Dabei zeigt der in diesem Niveau liegende Grundwasserleiter starke Mächtigkeitsschwankungen und geht, als Folge der Mobilisation und Abwanderung von Sedimentmaterial, lokal gegen Null.

Im nordwestlichen Teil des Niederlausitzer Grenzwalls, im Raum Walddrehna - Schlabendorf zeichnen die Störungsgebiete Schlabendorf und Luckau-Walddrehna den weiteren Verlauf der saalezeitlichen Stauchmoränen nach. Das **Störungsgebiet Schlabendorf** (03) war mit einer Fläche von 6 km² nahezu vollständig in dem gleichnamigen Tagebau aufgeschlossen und wurde durch vielfältige, z.T. sehr komplexe Störungsbilder gekennzeichnet. BESCHOW (1995) beschreibt für dieses Gebiet:

- Glazigen-dynamische Strukturen: Meist SW-SE vergente, mitunter liegende Falten bis >1000 m Länge und Amplituden von 3-7, lokal >10 m;
- Glazigen-statische Strukturen: Mehrere hundert Meter lange, meist aufrechte Einzelstrukturen mit Amplituden von 5-10 m, z.T. bis zur Rasensohle aufsteigend;
- Kryogen-gravitativ Aufstiegsformen: Schmale schlauchartige Kohleintrusionen ohne bevorzugte Streichrichtung mit deutlicher Randsenkenausbildung und Amplituden >20 m;
- Kissenartige Flözaufwölbungen: Breitsättel mit Amplituden bis 3 m.

Nordwestlich schloss sich eine 600 x 1000 m große Zone mit 2 - 6, z.T. mehrfach gestapelten Flözschuppen an.

Das ca. 10 km² umfassende **Störungsgebiet Luckau-Walddrehna** (02) ist nur aus der Erkundung bekannt. Es herrscht ein relativ enger Faltenbau mit Verschuppungen und Überschiebungen vor (NOWEL 1995). Die Flözbasis unterliegt starken Schwankungen und bewegt sich im Niveau von 10 und 66 mNHN bei erbohrten Flözmächtigkeiten zwischen 4 bis 20 m.

Erläuterungen zur Karte:
Störungsgebiete (Nummer 01 bis 30) in Karte:

- | | |
|---|--|
| 01 – Störungsgebiet „Am Hammerstrom“ | 16 – Muskauer Faltenbogen |
| 02 – Störungsgebiet Luckau-Walddrehna | 17 – Störungsgebiet Plessa-Grünwalde |
| 03 – Störungsgebiet Schlabendorf | 18 – Störungsgebiet Dollenchen |
| 04 – Störungsgebiet Lichtenau-Bathow | 19 – Störungsgebiet Klettwitzer Hochfläche |
| 05 – Störungsgebiet Groß Lübbenau-Vetschau | 20 – Störungsgebiet Raunoer Hochfläche |
| 06 – Faltenzone Radewiese-Briesnig | 21 – Störungsgebiet Terpe |
| 07 – Störungsgebiet Weiße Berge | 22 – Störungsgebiet Spreetal-Nordost |
| 08 – Trinitzer Flözfaltenzone | 23 – Störungsgebiet Burghammer |
| 09 – Störungsgebiet Buchwäldchen-Schöllnitz | 24 – Störungsgebiet Lohsa |
| 10 – Störungsgebiet Casel-Göritz | 25 – Störungsgebiet Bärwalde-Klitten |
| 11 – Schorbuscher Kerbstauchmoräne | 26 – Störungsgebiet Stannewischer Riegel |
| 12 – Struktur Simmersdorf / | 27 – Störungszone Niemtsch |
| 13 – Störungsgebiet Dörrwalde | 28 – Stauchendmoräne Guteborn-Lauta |
| 14 – Drebkauer Flözfaltenzone | 29 – Störungsgebiet Laubusch-Nardt |
| 15 – Störungsgebiet Spremberg-Ost | 30 – Stauchendmoräne Zeißholz-Liebegast |

Im Raum Calau-Lübben, ca. 18 km nordöstlich der die Maximalausdehnung des warthezeitlichen Gletschers markierenden Endmoränenzüge, deuten die **Störungsgebiete Lichtenau-Bathow** (04) und **Groß Lübbenau-Vetschau** (05) auf eine glazigene Beeinflussung durch jüngere Rückzugsstadien des Warthe-Eises. SLAWINSKI (1977) dokumentierte im Bereich der Ostablaschung des ehemaligen Tagebaus Schlabendorf-Nord intensive Verfaltungen und Verschuppungen im 2. MFK, wobei tiefere Beeinflussungen aufschlussbedingt nicht erfasst werden konnten. Lokal beschränkten sich die Deformationen nur auf den oberen Flözbereich, dabei traten erhebliche Mächtigkeitserhöhungen in der 1. und 2. Flözbank ohne Beeinflussung des 2. Zwischenmittels und der 3. Flözbank auf. Die Falten waren bevorzugt NW-SE orientiert und zeigten eine deutliche Südvergenz. Analoge Störungen sind auch an der Westrandböschung des benachbarten Tagebaus Seese-West mit Streichrichtungen von WNW-ESE und ESE-WSW bei ausgeprägter S- und SW-Vergenz belegt. Die Lage des Störungsgebietes Groß Lübbenau-Vetschau im ehemaligen Tagebau Seese-Ost ist nicht mehr sicher abgrenzbar. Die Störungen waren als Mulden, Sättel und Aufschiebungen im pleistozänen Deckgebirge mit Streichrichtung NW-SE zwischen den ehemaligen Ortschaften Kahnsdorf und Göritz sowie NNE-SSW bei Groß Lübbenau ausgebildet (NOWEL 1995). Damit in Zusammenhang stehen auch die von BEHRENS & KOHLSTOCK (1961) im Norden des Kohlenfeldes Missen beschriebene hohe Kohlemächtigkeit in einzelnen Bohrungen, lokale Überschiebungen sowie kleinflächige Sattelstrukturen.

Lagerungsstörungen südlich des Niederlausitzer Grenzwalls

Aus dem Raum Senftenberg - Finsterwalde, wo auf den tertiären Hochflächen in der zweiten Hälfte des 19. Jhd. ein reger Bergbau auf das relativ oberflächennah anstehende Oberflöz (1. MFK) einsetzte, liegen eine Vielzahl von Belegen zu teilweise sehr intensiven glazigenen Lagerungsstörungen vor. Das **Störungsgebiet Raunoer Hochfläche** (20) ist seit 1865 durch Tief- und Tagebaue aufgeschlossen, erste Beschreibungen zu den Störungen erfolgten durch KEILHACK (1913, 1924a, 1924b, 1938):

- schuppenförmige Überschiebungen im Oberflöz des Tagebaus Berta;
- Sattelstruktur im Oberflöz im Tagebau Hörlitzer Werke;
- parallele, O-W verlaufende, bis 30 m tiefen Falten in den Tagebauen Ilse und Anna-Mathilde;
- an der Ostseite des Tagebaus Ilse „... zwei ganz spitze, dicht nebeneinanderliegende und hochaufragende Sättel von hellen Flaschenton, die wenigstens 8 bis 10 m hoch in die diluvialen Kiese hineingespießt sind.“

Die sehr allgemein gehaltenen Angaben, auch die Kartierungsschnitte sind meist ohne Maßstab und konkreter Lageangabe, lassen nur bedingt genetische und strukturelle Zusammenhänge erkennen. Zudem können die, bezogen auf die Dauer der bergmännischen Aktivitäten in diesem Gebiet, nur sporadischen Einzelbeobachtungen kein repräsentatives Bild zur Gesamtverbreitung der Störungen und ihrer Abgrenzung liefern. Ähnliche Verhältnisse hinsichtlich Aufschlussgrad und -dokumentation liegen auch aus dem benachbarten **Störungsgebiet Klettwitzer Hochfläche** (19) vor mit

- einer bis 800 m breiten und 34 m tiefen Einmündung des Oberflözes in den Tagebauen Wilhelminensglück und Bismarck (KEILHACK 1924b, KEILHACK & SCHMIERER 1938);

- N-S bis NNE-SSW streichenden Aufsattelungen des Unterflöz (2. MFK) im Tagebau Anna-Süd (VIETE 1960);
- einem 200 m breiten, N-S streichendem Sattel im Oberflöz des Tagebaus Glich (H. v. WICHENDORFF 1926) oder
- den intensiven Verknetungen und Verfaltungen der pleistozänen Schichtenfolgen nördlich von Klein Leipisch (ISSEL 1951, VIETE 1960).

Nach Norden setzen sich die Deformationen in das **Störungsgebiet Dollenchen** (18) fort, wo sie in den 1980-er Jahren im Rahmen der Lagerstättenerkundung für das Feld Klettwitz-Nord erfasst wurden. In der dortigen Störungszone Wormlage erreichen die Faltungen und Verschuppungen das Niveau des 4. MFK, damit verbunden sind Aufschiebungen, Schollenbildungen und Stapelungen tertiärer Schichtkomplexe (WINKLER et al. 1985). Im Raum Sallgast treten in einer halbkreisförmigen, 2 bis 3 km breiten Zone Kleinfaltungen, Stauchungen sowie flache Überschiebungen und Verschuppungen in den Hangendsedimenten des 2. MFK auf.

Das Störungsgebiet **Plessa-Grünewalde** (17) umfasst eine Reihe von Flözdeformationen, die in engem Zusammenhang mit der saalezeitlichen Plessaer Endmoräne stehen. VIETE (1960) stellte in mehreren Profilen zwei bis drei markante, W-E streichende Sattelstrukturen dar, in denen die Kohle bis 20 m über das normale Flözniveau aufgefaltet war. Das Störungsinventar reichte von Aufwölbungen über einfache stehende Falten bis zu Zerschörungen des Flözkörpers. Weitere Deformationen mit Aufsattelungen, Verschuppungen sowie Schollenbildungen als Folge einer saalezeitlichen glazigenen Beanspruchung beschreiben NOWEL (1965) im Gebiet zwischen Tschischera-Berg und Seeberg sowie SABAS & STARKE (1951) am Südrand des Feldes bei Grünewalde.

Bei Senftenberg erfolgte im Bereich der Grundgebirgsauftragung des Koschenberges die Anlage der **Stauchendmoräne Guteborn-Lauta** (28). Die Stauchungen sind an zwei Gletscherloben gebunden, die von VULPIUS (1989) als Lautauer (östlicher) und Guteborner Lobus (westlicher) benannt wurden. Die Strukturen des Guteborner Lobus traten vor allem im Nordwestteil des Tagebaus Heide IV in Form mehrerer Stauchungsstaffeln mit Niveauunterschieden im Flözbereich von >20 m in Erscheinung (VULPIUS 1989). In den Tagebauen Heide V und VI sowie der sich nördlich anschließenden Struktur Johannistal belegen NW-SE streichende Sattelstrukturen, Verschuppungen und Überschiebungen den Einfluss des Lautauer Lobus. Vielfach war das Flöz bis zur Rasensohle aufgefaltet bzw. aufgeschuppt. Im Nordosten der Struktur Johannistal, wo es auch zur Vergitterung mit Strukturen des Guteborner Lobus kam, sind die Kiessande des Senftenberger Elbelaufes bis unter das Niveau des 2 MFK eingefaltet (VULPIUS 2006).

Ausläufer des Guteborner Lobus fanden sich auch in der **Störungszone Niemtsch** (27), die im ehem. Tagebau Franz Mehring als 200 bis 300 breite, ca. 3 km lange asymmetrische Flözmulde (GEIGER 1958, VIETE 1960) angeschnitten war.

Das **Störungsgebiet Laubusch-Nardt** (29) umfasst (Gliederung nach HUDEWENTZ & VULPIUS 2000)

- die Stauchungszone von Nardt mit mehreren NW-SE streichenden 75 bis 200 m breiten Flözsätteln,
- die Stauchungszone Neuwiese mit Sattel- und Muldenstrukturen, Flözverdopplungen und Überschiebungen,

- zwei NW-SE streichende, ca. 800 m langen Flözhochlagen nördlich der ehem. Ortslage Laubusch,
- zwei Flözsättel westlich der ehem. Ortslage Laubusch mit NW-SE bzw. N-S gerichtetem Verlauf und
- eine ca. 1 km breite Aufsattelungszone im südwestlichen Feldesteil mit Amplituden bis 12 m.

Zu den klassischen Störungsgebieten im Niederlausitzer Braunkohlenrevier zählt die **Stauchendmoräne Zeißholz-Liebegast** (30). Erste Erwähnungen erfolgten durch WEBER (1892) und durch HEINICKE (1905). Eine detaillierte Darstellung der Lagerungsverhältnisse erfolgte 1989 auf der Grundlage geophysikalisch vermessener tiefer Bohrungen in Verbindung mit Luftbildern und einer gravimetrischen Spezialkartierung durch HÜBNER & UNGER (1989). Sie gliederten u.a. zwei Schollenfelder aus, in denen bis 80 m mächtige Schollen aus intakten tertiären Sedimentfolgen mit eingeschuppten präglazialen und elsterzeitlichen Sedimenten aufgestapelt wurden. Während im nördlich gelegenen, ca. 3,5 km breiten MF1-Schollenfeld der 2. MFK nahezu fehlt, sind im südlich anschließenden, ca. 3,5 km breiten MF2-Schollenfeld überwiegend der 2. MFK mit seinen Liegend- und Hangendsedimenten aufgeschuppt.

Am Südrand des Tagebaus Welzow-Süd setzt im Raum Terpe eine ausgedehnte Störungszone ein, die sich nach Südosten über eine streichende Länge von ca. 35 km bis in das Gebiet um Klitten - Kreba-Neudorf verfolgen lässt. Im **Störungsgebiet Terpe** (21) bilden aufeinander zulaufende Sattelstrukturen den Zwickelbereich zweier Gletscherloben ab. Aus der Erkundung sind zwei parallele, NW-SE streichende Fließfalten (östlicher Lobus) mit Amplituden bis 30 m bekannt. Die Deformationen haben den gesamten Schichtkomplex von den Hangendtonen des 1. MFK bis in das Niveau des 3. MFK erfasst (KÜHNER 2017). Die Sande der Grundwasserleiter im Liegenden des 2. MFK sind in den Muldenbereichen nahezu vollständig ausgepresst worden und finden sich in den stark erhöhten Mächtigkeiten der vorgelagerten Sattelkerne wieder. Dem westlichen Lobus sind die SW-NE streichenden Deformationen im Umfeld von Schacht II und die in den untertägig aufgefahrenen Strecken angetroffenen Faltungen im 2. Zwischenmittel (NOWEL 1979) zuzuordnen. Die Strukturen setzen sich nach Südosten in das **Störungsgebiet Spreetal-Nordost** (22) fort, welches im gleichnamigen Tagebau aufgeschlossen war (MILBRODT 1979). Die Störungsbilder werden durch parallele langgestreckte Sattelstrukturen geprägt, die überwiegend als ungleichschenklige, südwestvergente Kniefalten mit erhöhten Mächtigkeiten im Scharnierbereich und in den Südwest-Schenkeln ausgebildet waren. EISSMANN (1987) charakterisierte das Störungsgebiet als typisches Beispiel einer Faltung durch „Massenumverteilung“, bei der das Flöz mit seinen Hangendsedimenten in ein Faltenmuster gelegt wird, „das bei aller Kompliziertheit im Detail durch seinen hohen Grad an Ordnung besticht“. Als mobile Horizonte fungierten vor allem die bis 20 m mächtigen Schluffe an der Basis der Brieske-Formation und die Liegendsande des 2. MFK. Die Deformationen lassen sich zwanglos über die Flözsättel und -schuppen des **Störungsgebietes Burghammer** (23) (GRUNERT 1960) bis in das **Störungsgebiet Lohsa** (24) verfolgen. Hier dominieren neben kleinräumigen, in ihrem Zusammenhang nur ungenügend bekannte Falten- und Schuppenstrukturen zwei ca. 3,5 km lange, NW-SE streichende Sattelzüge mit ausgeprägter SW-Vergenz. Die Deformationen sind bis in ein Niveau um 40 mNHN bekannt. Sie werden bei ca. 85 mNHN (Bereich Hangendschluff des 2. MFK) durch pleistozäne Erosionen gekappt (ZUKALE 1974, KÜHNER 2017).

Das südöstliche Ende dieser im Raum Terpe beginnenden, langgestreckten Flözfaltenzone ist durch das stark strukturierte **Störungsgebiet Bärwalde-Klitten** (25) markiert. Es wurde im Tagebau Bärwalde-West hauptsächlich durch den Merzdorfer Sattel, einer symmetrisch gebauten, ca. 3,5 km langen Großfalte mit einer Amplitude bis 25 m und der südwestlich vorgelagerten Schöpsdorfer Mulde repräsentiert (WINKLER 1982). Die Deformationen setzen sich im angrenzenden Kohlenfeld Bärwalde-Ost mit dem Merzdorf-Klittener Faltenbogen fort. Er gliedert sich in 8 Stauchungszonen mit einer Breite von jeweils 50 bis 400 m und Faltenamplituden um 10-30 m (RICHTER et al. 1981). Die Faltungen, Überschiebungen und Verschuppungen sind bis in das Niveau des 3. MFK zu verfolgen, die liegenden Sande und Tone der Spremberg-Formation sind dagegen nahezu unbeeinflusst.

Im Störungsgebiet **Stannewischer Riegel** (26) beschreibt CEPEK (1964) moderate Stauchungen in der miozänen „Rietschener Tonserie“. Die WNW-ESE und NNE-SSW streichenden Strukturen im Bereich der Petershainer Endmoräne sind aus den Ergebnissen der Bohrerkundung bekannt und können nur bis zur Endteufe der Bohrungen 30 m unter Rasensohle belegt werden. Auch in mehreren Sand- und Kiesgruben des näheren Umfeldes wurden Stauchungen in den aufgeschlossenen miozänen Feinsanden und den sie überlagernden fluviatilen bzw. glazifluviatilen Sanden und Kiesen dokumentiert (SCHUBERT & STEDING 1964).

Genetische und stratigraphische Interpretation

Durch die ausgezeichneten Aufschlussverhältnisse in den Braunkohletagebauen mit den vielfältigen Möglichkeiten für umfangreiche Beobachtungen über einen Zeitraum von teilweise mehreren Jahren war es möglich, sehr detaillierte Aussagen zu den strukturellen Charakteristika der glazigenen Deformationszonen abzuleiten. Dabei wird deutlich, dass (bezogen auf den 2. MFK einschließlich seiner Begleitsedimente) vor allem plastische und z.T. sehr engräumige Strukturen im Störungsinventar dominieren. Besonders die charakteristischen Fließfalten mit internen Kleinfältelungen, Verschuppungen und Randsenkenausbildung bestimmen in vielen Bereichen, wie den Störungsgebieten „**Am Hammerstrom**“ (01), **Weißer Berge** (07), **Spreetal-Nordost** (22) oder **Lichtenau-Bathow** (04) das Bild, in denen vorwiegend sandige, aber auch schluffig-tonige Sedimente sowie Braunkohle unter hochmobilen Verhältnissen verlagert und/oder deformiert wurden. Die entsprechenden Materialumverteilungen dokumentieren sich in markanten Mächtigkeitsunterschieden der betroffenen Horizonte, wobei deren Basis nahezu unbeeinflusst geblieben ist. Teilweise wurden ganze Schichtkomplexe nahezu vollständig ausgequetscht [z. B. in der **Störungszone Terpe** (21) oder im **Störungsgebiet Buchwäldchen-Schöllnitz** (09)].

In Anlehnung an die Überlegungen von ABER et al. (1989), EISSMANN (1987) und PIOTROWSKI (1993) lässt sich daraus für einen Großteil der Störungen folgender genetischer Interpretationsansatz ableiten:

- Stagnation des Gletschers auf einem durch Permafrost geprägten Untergrund,
- Zerfall des Permafrostbodens unter der isolierenden Eisdecke infolge aufsteigender Erdwärme,
- Aufbau hoher Porenwasserdrücke bei undrainierten Verhältnissen in den wassergesättigten Liegendschichten, dabei gehen die Restscherfestigkeiten der betroffenen Sedimente gegen Null,

- Rücktauen der Gletscherfront und Freiwerden möglicher Entspannungsbahnen zwischen Eisrand und Permafrostbarriere,
- Initiierung von Ausgleichsbewegungen innerhalb der mobilen Horizonte durch unterschiedliche Lastverhältnisse am Gletscherrand mit Materialabwanderungen entsprechend des vorhandenen Druckgefälles,
- als Auslöser bzw. dynamische Anregung für die Entfestigung des Untergrundes sind lokale Eisvorstöße infolge Reaktivierung des abtauenden Gletschers im Sinne von „surge events“ vorstellbar.

Neben der Permafrostbarriere lässt sich, wie im **Störungsgebiet „Am Hammerstrom“** (01) eindrucksvoll sichtbar wird, auch eine Blockierung der Grundwasserleiter durch Verschleiffung bzw. Mächtigkeitsverringerng als Ursache vertikaler Ausgleichsbewegungen belegen. Ungeklärt muss in diesem Zusammenhang die Frage bleiben, in welchem Verhältnis bzw. in welchen Abhängigkeiten die aus den hydrostatischen Gesetzen resultierenden Prozesse zu den von ABER et al. (1989) aus den Gesetzen der Mechanik elastischer Materialien abgeleiteten Vorgängen stehen. Letztere sind vor allem in den vorhandenen Vergenzen der überkippten Fließ- und Injektivfalten bzw. -faltenschuppen dokumentiert, die aus einer in den proglazialen Bereich wirkenden Kraft resultieren.

Störungsgebiete, die vorwiegend durch steilgestellte Schollen und wurzellose Schuppen gekennzeichnet sind [**Muskauer Faltenbogen** (16), **Stauchendmoräne Zeißholz-Liebegast** (30) oder das **Störungsgebiet von Bärwalde-Klitten** (25)] müssen unter anderen genetischen Gesichtspunkten betrachtet werden. Hier bietet das Grundbruchmodell von KUPETZ (1997) einen möglichen Lösungsansatz, wobei viele Fragen, insbesondere zur Möglichkeit derart extrem hoher Eisrandmächtigkeiten oder zur Dynamik der Schollenbildung durch fortschreitenden Grundbruch im Zuge einer sich vorwärts bewegenden Gletscherfront offenbleiben. Zudem ist die erforderliche Lasteinbringung für das Versagen des Untergrundes nur bei kalten Gletschern gewährleistet. Bei temperierten Gletschern wirkt der Porenwasserdruck in den subglazialen Sedimenten der Eisauflast entgegen und nur die Masse des Eises, die sich oberhalb der sog. piezometrischen Fläche befindet, führt zum Eintrag einer effektiven Spannung in den Untergrund.

Die stratigraphische Einordnung der einzelnen Störungsgebiete und ihre Korrelation mit den entsprechenden Eisrandlagen gestaltet sich insgesamt auf Grund fehlender orthostratigraphischer Kriterien sehr problematisch und unsicher. Dies führte immer wieder zu mehrfachen Umstufungen, die sich vorwiegend an den regionalen Modellvorstellungen der Bearbeiter und den durch sie vertretenen Anschauungen über die Gliederung der jeweiligen Gletschervorstöße in entsprechende Haupteisrandlagen, Vorstoß- und Rückzugs-staffeln orientierten.

Als relativ sicher gilt die weichselzeitliche Einstufung der Deformationen im **Störungsgebiet „Am Hammerstrom“** (01), deren Zusammenhang mit einer Eisrandlage des Brandenburger Stadiums über eine subglaziale Erosionsstruktur mit eemzeitlichen Geröllen belegt werden kann (HORN et al. 2005).

Schluffe und Mudden der Eem-Warmzeit bilden auch im benachbarten **Störungsgebiet Weiße Berge** (07), der **Faltenzone Radewiese-Briesnig** (06) und der **Tranitzer Flözfallenzzone** (08) wichtige stratigraphische Marker. Sie sind hier an rinnen- bis kesselförmige Toteisstrukturen gebunden und liegen unmittelbar im Hangenden der Flözstrukturen, sind selbst aber nicht in die Faltungen involviert. Die enge Verknüpfung der Eem-Sedimentation zum Störungsgebiet sowie die strukturellen Besonderheiten des an-

grenzenden Warthe-Geschiebemergelkomplexes mit oberflächennahen Blockpackungen im Tagebau Jänschwalde lieferten hier gute Argumente für eine Korrelation der Deformationen mit einer jüngeren warthezeitlichen Eisrandlage (KÜHNER 2013).

Auf dem Niederlausitzer Grenzwall markieren hintereinander angeordnete Satzendmoränenzüge mindestens zwei ehemalige Eisrandlagen des Warthe-Stadiums der Saale-Eiszeit (**Abb. 1**). Die äußere Randlage zeichnet zwischen Spremberg und Baruth eine relativ glatte, weit geschwungenen Gletscherfront nach, die innere Randlage gliedert sich in mehrere, ca. 20 km breite und bis 10 km tiefe Teilloben. Die unmittelbar im Umfeld gelegenen Störungsgebiete werden von den entsprechenden Bearbeitern, vorbehaltlich einer möglichen weiteren Differenzierung durch einzelne lokale Rückzugsstadien, mit dem Warthe-Stadium in Verbindung gebracht. Als stratigraphisch jüngste, von den Deformationen noch erfasste lithostratigraphische Leithorizonte treten „Saale II-“Geschiebemergel im **Störungsgebiet Schlabendorf** (03), Drenthe-Geschiebemergel in der **Drebkauer Flözfaltungszone** (14) sowie das saalefrühglaziale Tranitzer Fluvial in Aufschlüssen des **Muskauer Faltenbogens** (16) auf.

Südlich des Niederlausitzer Grenzwalls erfolgten die Verbindungen der einzelnen Störungsgebiete untereinander sowie ihre Konnektierung mit den sie deformierenden Eisrandlagen überwiegend in Zusammenhang mit dem älteren saalezeitlichen Eisvorstoß. In jüngeren Bearbeitungen (u.a. VULPIUS 2006, WOLF & ALEXOWSKI 2008) erfuhren sie jedoch eine stratigraphische Rückstufung unter Favorisierung elster 2-zeitlicher Prozesse.

Die vielfältigen und komplizierten, sich mitunter überlagernden oder auf engstem Raum gegensätzlich einfallenden bzw. streichenden Störungsbilder gaben zudem auch häufig Anlass, eine Mehrphasigkeit der Beanspruchung durch altersmäßig verschiedene Eisrandlagen zu postulieren. Die Mehrheit der bestehenden Genesemodelle erfordert jedoch ein sehr komplexes Zusammenwirken zahlreicher Kriterien im Randbereich des Gletschers und nur, wenn alle relevanten hydraulischen, hydrostatischen und bodenphysikalischen Voraussetzungen erfüllt sind, können entsprechende Lagerungsstörungen initiiert werden. Betrachtet man den geringen Flächenanteil der Störungsgebiete in der ehemals eisbedeckten Landschaft, EISSMANN (1987) spricht hier von einem „glaziären Paradoxon“, wird deutlich, dass derartige Prozesse keine Normalität im glaziären Geschehen darstellten. Insofern wäre es eher unwahrscheinlich, dass sich bei einem späteren Eisvorstoß exakt an der Stelle früherer Deformationen erneut vergleichbare Druck-, Temperatur- und Lastverhältnisse aufbauten und der Gletscher zusätzlich die notwendige Dynamik entwickeln konnte, um hier abermals einen Gefügezusammenbruch im Untergrund zu erzwingen.

Literatur

- ABER, J. S., CROOT, D. G. & FENTON, M. M. (1989): *Glaciotectonic landforms and structures*. – Kluwer Academic Publishers: 200S. Dordrecht/Boston/London.
- AUTORENKOLLEKTIV (2017): *Abschlussbericht Tagebau Cottbus-Nord - Dokumentation der geologischen, hydrologischen und bodenmechanischen Verhältnisse im Tagebau Cottbus-Nord 1978-2015*. – Lausitz Energie Bergbau AG, Geotechnik, unveröff. Cottbus.
- BAHRT, W. & SCHULZE, H. (2009): *Beitrag zum strukturellen Bau im südwestlichen Teil des Muskauer Faltenbogens*. – *Natur und Landschaft in der Niederlausitz*, 28: 37 – 56. Cottbus.
- BEHRENS, H.-D. & KOHLSTOCK, H. (1961): *Die Lagerungsverhältnisse der Braunkohle und des Deckgebirges im Kohlenfeld Misse*. – *MA am Geol. Inst. d. Bergakademie Freiberg*: 15 S. Freiberg.

- BESCHOW, R. (1995): Lagerungsstörungen im Tagebaufeld Schlabendorf-Süd. – In: SCHROEDER, J.H. & NOWEL, W. [Hrsg] (1995): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 3: Lübbenau-Calau. – Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V., Selbstverlag: 119 – 126. Berlin.
- BÖNISCH, R. & GRUNERT, K. (1985): Verschluftung und Aufspaltung der 2. Bank des 2. Lausitzer Flözes im Gebiet Lübbenau-Cottbus-Forst. – Z. angew. Geol., 31, 2: 33 – 39. Berlin.
- CEPEK, A.-G. (1964): Quartärgeologische Probleme im Raum Rietschen - Spremberg. – Kurzreferate der Vorträge und Exkursionsführer zum 4. Treffen vom 23. bis 26. April 1964 in Görlitz, Geol. Ges. in der DDR, Sektion Quartärgeologie: 85 – 92. Berlin.
- EISSMANN, L. (1987): Lagerungsstörungen im Lockergebirge - Exogene und endogene Tektonik im Lockergebirge des nördlichen Mitteleuropa. – Geophys. u. Geol., Bd. III, 4: 7 – 77. Berlin.
- GEIGER, H. (1958): Die Flözdeformationen im Südfeld des Tagebaus Franz Mehring und die daraus resultierenden gewinnungs- und aufbereitungstechnischen Probleme. – Bergbautechnik, 8 6: 286 – 290.
- GIEBELHAUSEN (1871): Die Braunkohlenbildungen der Provinz Brandenburg und des nördlichen Schlesiens, ihre Lagerung und gegenseitige Stellung. – Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinarwesen i. Preuß. Staat, XIX: 28 – 55. Berlin.
- GREULICH, K. (1989): Lagerungsverhältnisse des Miozänen Flözhorizontes im Bereich des Niederlausitzer Grenzwalls im Raum Neupetershain-Spremberg. – Freiburger Forschungsh., C434: 59 – 71. Leipzig.
- GRUNERT, K. (1960): Die Lagerungsverhältnisse der Braunkohlenflöze und ihres Deckgebirges im Bereich der zwischen Spremberg_Burghammer und Lübbenau gelegenen Kohlenfelder. – unveröff. DA am Geol. Inst. d. Bergakademie Freiberg: 111 S. Freiberg.
- HEINICKE, F. (1905): Beschreibung der miozänen Braunkohlenablagerungen in den Gemarkungen von Ofßling, Lieske, Weissig, Strassgräbchen, Hausdorf, Grünberg in der sächsischen - und von Schecktal Zeißholz, Bernsdorf Schwarzkolmen in der preußischen Oberlausitz usw. – Braunkohle, 4: 444 – 447 und 453 – 459. Halle.
- HESS v. WICHENDORF, H. (1926): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Klein Leipisch. – Preußische Geologische Landesanstalt: 53 S. Berlin.
- HORN, M., KÜHNER, R. & THIELE, R. (2005): Die Ausräumung „Merzdorfer Ausbauten“ im Tagebau Cottbus-Nord und ihre Beziehung zur Ausdehnung des Weichsel-Eises in Südostbrandenburg. – Brandenb. Geowiss. Beitr., 12, 1/2, 37 – 44. Kleinmachnow.
- HÜBNER, F. & UNGER, K.P. (1989): Die Zeißholzer Stapelendmoräne - Beispiel einer extrem glazigen geprägten Braunkohlenlagerstätte. – Freiburger Forschungsh., C434: 89 – 100. Leipzig.
- HUDEWENTZ, D. & VULPIUS, R. (2000): Zur Geologie und Bergbaugeschichte der Grube Erika/Braunkohlentagebau Laubusch. – Natur u. Landschaft i. d. Niederlausitz, 20: 30 – 80. Cottbus.
- ISSEL, F. (1951): Die Kleinleipischer und Plessaer Endmoränen. – Bergbau und Energie, 4, 5: 211 – 217.
- KEILHACK, K. (1913): Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes mit besonderer Berücksichtigung der Felder der Ilse, Bergbau-Actiengesellschaft in Grube Ilse. – Festschrift zur Feier des 25-jährigen Bestehens der Ilse, Bergbau-AG: 5 – 53. Grube Ilse.
- KEILHACK K. (1924a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Senftenberg (2. Auflage). – Preuß. Geol. Landesanst.: 51 S.; Berlin.
- KEILHACK K. (1924b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Klettwitz (2. Auflage). – Preuß. Geol. Landesanst.: 61 S.; Berlin.
- KEILHACK, K. (1938): Die geologischen Verhältnisse in der Niederlausitz mit besonderer Berücksichtigung der alten und neuen Tagebaue der Ilse Bergbau AG. – Festschrift zur Feier des 50-jährigen Bestehens der Ilse, Bergbau-AG: 9-96. Grube Ilse.
- KEILHACK, K. & SCHMIERER, Th. (1938): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Klettwitz. – Preußische Geologische Landesanstalt: 52 S. Berlin.

- KÜHNER, R. (2000): *Sedimentfolgen und Lagerungsverhältnisse im quartären Deckgebirge des Tagebaus Welzow-Süd*. – Brandenburg. geow. Beitr., 7, 1/2: 59 – 72. Kleinmachnow.
- KÜHNER, R. (2017): *Atlas der pleistozänen Störungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier*. – [Hrsg]: Lausitz Energie Bergbau AG, 59 S. Cottbus.
- KÜHNER, R. (2013): *Die Faltenzone Radewiese-Briesnig im Tagebau Jänschwalde (Südbrandenburg) – eine warthezeitliche Eisrandlage?* – Brandenb. Geowiss. Beitr., 20, 1/2, 109 – 116. Cottbus.
- KÜHNER, R. & THIELE, R. (2011): *Tagebau Cottbus-Nord*. – In: Schroeder, J.H. [Hrsg]: *Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg*. – Nr. 10 Cottbus und Landkreis Spree-Neiße, 139 – 149. Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V., Berlin.
- KUPETZ, M. (1997): *Geologischer Bau und Genese der Stauchendmoräne Muskauer Faltenbogen*. – Brandenburgische Geowiss. Beitr., 4,2: 1 – 20. Kleinmachnow.
- KUPETZ, A. & KUPETZ, M. [Hrsg] (2009): *Wanderungen in der Erdgeschichte (24) - Der Muskauer Faltenbogen*. – 224 S. München (Dr. Friedrich Pfeil).
- KUPETZ, M., SCHUBERT, G., SEIFERT, A. & WOLF, L. (1989): *Quartärbasis, pleistozäne Rinnen und Beispiele glazitektonischer Lagerungsstörungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier*. – Geoprofil, 1: 2-17. Freiberg.
- MILBRODT, L. (1979): *Lagerungsstörungen im Braunkohlenfeld Spreetal-Nordost*. – Z. angew. Geol., 25, 6: 213 – 219. Berlin.
- NOWEL, W. (1965): *Untersuchungen über die Lagerungsverhältnisse des Quartärs im westlichen und mittleren Teil des Lausitzer Braunkohlen-Kernfelds*. – unveröff. DA am Geol. Inst. d. Bergakademie Freiberg: 198 S. Freiberg.
- NOWEL, W. (1979): *Interpretation von glazigenen Deformationen in der Braunkohlenerkundung*. – Z. angew. Geol., 25, 7: 272 – 279. Berlin.
- NOWEL, W. (1982): *Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus Teil III: Das Quartär*. – Natur und Landschaft Bez. Cottbus, 4: 3 – 38. Cottbus.
- NOWEL, W. (1984): *Die geologische Entwicklung des Bezirkes Cottbus Teil III/B: Das Quartär (Stratigraphie)*. – Natur und Landschaft Bez. Cottbus, 6: 3 – 33. Cottbus.
- NOWEL, W. (1986): *Zur regionalgeologischen Bedeutung der Ziegeleigrube Leuthen bei Cottbus*. – Natur u. Landsch. Bez. Cottbus, 8: 68 – 72. Cottbus.
- NOWEL, W. (1995): *Lagerungsstörungen im Känozoikum*. – In: SCHROEDER J.H. & NOWEL W. [Hrsg] (1995): *Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 3: Lübbenau-Calau*. – Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V., Selbstverlag: 64 – 60. Berlin.
- PIOTROWSKI, J.A. (1993): *Salt Diapirs, Pore-Water Traps and Permafrost as Key Controls for Glaciotectonism in the Kiel Area, Northwestern Germany*. – In: ABER, J.S. (ed.): *Glaciotectonics and Mapping Glacial Deposits*: 86 – 98. Winnipeg (Hingnell Printing Ltd.).
- PLETTNER, F. (1852): *Die Braunkohlenformation in der Mark Brandenburg*. – Z. dt. geol. Gesellschaft, 4: 249 – 483. Berlin.
- RICHTER, G. et al. (1981): *Ergebnisbericht der Braunkohlenerkundung Bärwalde-Ost 1978-1980*. – unveröff., VEB GFE Freiberg. Freiberg.
- RUSSWURM, P. (1909): *Braunkohlenformation und glaziale Lagerungsstörungen im Felde der Grube Merkur bei Drebkau*. – Z. Prakt. Geol., 17: 87 – 102; Berlin.
- SCHMIERER, Th. (1909): *Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Göllnitz*. – Preußische Geologische Landesanstalt. Berlin.
- SABAS, J. & STARKE, E. (1951): *Die geologischen Grundlagen ... im Grünewalder Feld, Grünewalder Linsen und Grünewalder Lauch*. – unveröff. MA am Geol. Inst. d. Bergakademie Freiberg: 43 S. Freiberg.
- SCHUBERT, G. & STEDING, D. (1964): *Pleistozän zwischen Niesky und Rietschen (Oberlausitz)*. – Kurzreferate der Vorträge und Exkursionsführer zum 4. Treffen vom 23. bis 26. April 1964 in Görlitz, Geol. Ges. in der DDR, Sektion Quartärgeologie: 79 – 81. Berlin.

- SEIBEL, B. (1994): *Glazigene Lagerungsstörungen des 2. Lausitzer Flözes im Braunkohlenfeld Dörrwalde*. – *Natur u. Landschaft in der Niederlausitz*, 15: 79 – 87. Cottbus.
- SLAWINSKI, G. (1977): *Zwischenbericht Gleitflächenerkundung Tagebau Seese-West, Tagebau Schlabendorf-Nord*. – unveröff., VEB GFE Halle, BT Freiberg, 41 S.. Freiberg.
- VIETE, G. (1960): *Zur Entstehung der glazigenen Lagerungsstörungen unter besonderer Bedeutung der Flözdokumentationen im mitteldeutschen Raum*. – *Freiberger Forschungsh.*, C78: 1 – 257. Berlin.
- VIETE, G. (1964): *Über die Lagerungsstörungen von Kohle und Deckgebirge im Lausitzer Braunkohlenrevier*. – *Freiberger Forschungsh.*, A311: 5 – 33. Leipzig.
- VULPIUS, R. (1989): *Glazigene Lagerungsstörungen im Bereich der Saale-II-Randlage südlich Senftenberg*. – *Freib. Forsch.-Hefte*, C434: 72 – 88. Leipzig.
- VULPIUS, R. (2006): *Zur Geologie und Bergbaugeschichte des Braunkohlentagebaus Heye III/Braunkohlentagebau Heide*. – *Natur u. Landschaft i. d. Niederlausitz*, 26: 42 – 154. Cottbus.
- WEBER, E. (1892): *Geologische Spezialkarte des Königreiches Sachsen, Maßstab 1 : 25 000, Section Strassgräbchen (Nr. 21), mit Erläuterungen*; 28 S. Giesecke & Devrient, Leipzig.
- WINKLER, D. (1982): *Über exogen-dynamische Vorgänge und Erscheinungsformen im Bereich des Kohlefeldes Bärwalde-West*. – *Z. angew. Geol.*, 28,4:161 – 166. Berlin.
- WINKLER, D. et al. (1985): *Ergebnisbericht Erkundung 1979-1983 Braunkohlenlagerstätte Klettwitz-Nord*. – VE BKK Senftenberg, unveröff. Welzow.
- WOLDSTEDT, P. (1927): *Über die Ausdehnung der letzten Vereisung in Norddeutschland*. – *Sitz.-Ber. Preuß. Geol. L.-Anst.*, 2: 115 – 118. Berlin.
- WOLF, L. & ALEXOWSKY, W. (2008): *Quartär*. – In: Pälchen, W. & H. Walter [Hrsg]: *Geologie von Sachsen*: 419 – 472. Stuttgart (Schweizerbart).
- ZUKALE, W. (1974): *Nachtrag zum Ergebnisbericht vom 30.09.1973, Objekt Lohsa/Baufeld V, B-Erkundung*. – unveröff., VEB GFE Halle: 188 S. Freiberg.