

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	3 (1996), 1	S. 125 – 136	4 Abb., 49 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	--------------	-----------------

Der Muskauer Faltenbogen – ein Geotop von europäischer Bedeutung

MANFRED KUPETZ

1. Einleitung

Der Braunkohlenbergbau in Mittel- und Norddeutschland hatte seinen Anfang dort, wo infolge meist tieferreichender Lagerungsstörungen die tertiären Kohlenflöze zutage traten. Der geregelte Bergbau begann wahrscheinlich Mitte des 16. Jahrhunderts bei Bad Freienwalde (VIETE 1964). Erst relativ spät, im Jahre 1843, wurde er im Muskauer Faltenbogen aufgenommen (HOCHÉ 1992). Ein Alaunbergwerk, das bei Bad Muskau kohlebegleitende Alauntonerde gewonnen hat, wurde aber bereits 1595 erstmals erwähnt (SCHANZE 1981), so daß Kleinbergbau auf Kohle zu früherer Zeit nicht unwahrscheinlich ist.

Obwohl die meist sehr komplizierten Lagerungsverhältnisse dem Abbau berg- und wasserhaltungstechnisch erhebliche Schwierigkeiten bereiteten, ermöglichten sie doch erst die Braunkohlengewinnung. Gleichzeitig veranlaßten die steilgestellten Kohlenflöze die Bergleute zu umfangreichem Tiefbau. Im betrachteten Gebiet erreichte

zum Beispiel die Grube Conrad in der Elisen-Mulde nach einem Riß von 1898 mit der 22. Sohle eine Tiefe von 107 m unter Rasenoberkante. Bedingt durch die Erfordernisse des Bergbaus wurden die Lagerungsverhältnisse der Kohlenflöze bereits frühzeitig untersucht, dokumentiert und ihre Entstehung diskutiert.

Der Muskauer Faltenbogen ist ein herausragendes Beispiel für eine glazitektonische Großdeformation. Er wird von WOLFF (1928, S. 347) „der berühmte ‚Faltungsbogen‘ von Muskau“ genannt, und VIETE (1964, S. 14) würdigt ihn als „das klassische glazigene Stauchungsgebiet der Lausitz“ schlechthin (Abb. 1). Sowohl als geomorphologisches Phänomen (Größe, Regelmäßigkeit, Mikrorelief) als auch als geologische Tiefenstruktur (durch die Erfordernisse des Kohlenbergbaus gut erkundet) ist er im Gebiet der nordischen Inlandvereisung einzigartig. Unter diesen Aspekten soll er nachfolgend beschrieben und seine Schutzwürdigkeit begründet werden.



Abb. 1

„Stauchungen der liegenden Schichten der Emil-Mulde“, *Cons. Tschöpelner Braunkohlengruben (heute Republik Polen)*, Reprint ILLNER (1929, Anl. 15)

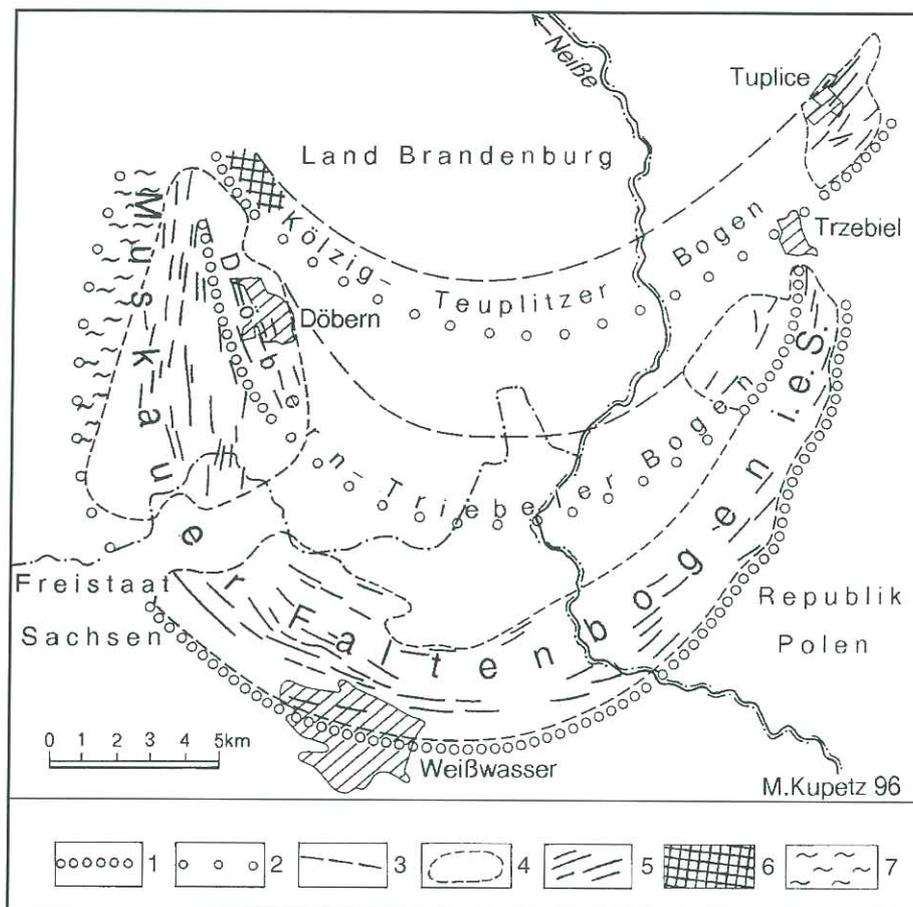


Abb. 2 Strukturelle Übersichtskarte des Muskauer Faltenbogens

1 – Außenrand des Muskauer Faltenbogens bzw. der Teilbögen, 2 – ergänzte Außenränder, morphologisch nicht wirksam oder erodiert, 3 – ergänzte Innenränder der Teilbögen, 4 – geomorphologisch wirksame Bereiche des Faltenbogens, 5 – fotogeologisch markante Strukturlinien, 6 – nur als Tiefenstruktur bekannte glazitektonische Großdeformationen, 7 – durch die Bohsdorfer Rinne erodierter Bereich des Faltenbogens

Der Muskauer Faltenbogen liegt im Grenzdreieck des Landes Brandenburg und des Freistaates Sachsen der Bundesrepublik Deutschland sowie der Republik Polen (Abb. 2). Nach der physisch-geographischen Gliederung des Gebietes bildet er einen unselbständigen Teil des WNW-ESE-verlaufenden Lausitzer Grenzwalls innerhalb des Südlichen (Märkisch-Schlesischen bzw. Brandenburg-Sächsischen) Landrückens.

In der naturräumlichen Gliederung Brandenburgs von SCHOLZ (z. B. in MEYENEN u. a. 1962) wird der Lausitzer Grenzwall als natürliche Haupteinheit innerhalb der Großeinheit Lausitzer Becken- und Heidefeld ausgehalten. Seinen Namen erhielt er, weil er ungefähr die Ober- und Niederlausitz trennt. Morphologisch ist er ein schmaler Hügelrücken mit den Merkmalen eines „Altmoränengebietes“.

Hierin bildet der Muskauer Faltenbogen einen stark verebneten Endmoränenbogen. Seiner Größe wegen ist er von keinem Punkt auf der Erde aus zu überblicken. Im Satellitenbild hingegen tritt seine fast ideal ausgebildete Hufeisen- oder Zungengestalt sowohl durch die generelle Bo-

genform als auch durch die feinstreifige Internstruktur deutlich in Erscheinung (s. Titelbild).

Geographisch wird der Faltenbogen durch eine glaziale Verebnungsfläche im Südwesten (Dübener Depression) und den Neißebruch im Südosten dreigeteilt. Der westliche Teil liegt heute fast vollständig in Brandenburg, der südliche in Sachsen und der östliche in Polen, wobei der polnische Bereich nochmals zweigeteilt ist in das Gebiet zwischen Łęknica (Bad Muskau) und Trzebiel (Triebel) und das Gebiet um Tuplice (Teuplitz).

Politisch gesehen wird der Faltenbogen in ost-westlicher Richtung von einer alten Grenze zwischen Brandenburg und Schlesien in etwa halbiert. Daraus ergab sich im Laufe der Zeit eine mehrfach wechselnde Zugehörigkeit von Teilgebieten zu den Provinzen bzw. Ländern Preußen, Brandenburg, Schlesien und Sachsen. Im Ergebnis des zweiten Weltkrieges erfolgte eine Ost-West-Zweiteilung Zwischen der DDR und der VR Polen. Bergrechtlich resultierte daraus eine sich örtlich und zeitlich ändernde Zuständigkeit der Bergämter Freiberg, Görlitz und Senftenberg bzw. Oberbergämter Breslau, Halle und Cottbus.

2. Herkunft des Namens

In der älteren Literatur werden die Kohlen des Muskauer Faltenbogens als Braunkohlenvorkommen, -ablagerungen oder -bildungen bei Weißwasser beschrieben (PLETTNER 1852, GIRARD 1855, GLOCKER 1857, GIEBELHAUSEN 1871, HEINICKE 1904, OTTO PIETZSCH 1919, KURT PIETZSCH 1925, S. 259). ZINCKEN (1867) zählt die aktuell existierenden Gruben unter dem Stichwort der benachbarten Orte Lieskau, Wolfshain, Reuten, Friedrichshain, Horlitz, Bohsdorf, Döbern, Gross Kölzig und Klein Kölzig auf. VOLLERT (1889, S. 67) formuliert: „Höchst interessant sind die Lagerungsverhältnisse in der Muskau-Grosskölziger Mulde...“ Mit zunehmender Bergbauaktivität wird immer stärker die Bogenform dieses Vorkommens deutlich, so daß Bezeichnungen wie „Gebiet von Forst - Weißwasser - Muskau - Triebel“ (KEILHACK 1907, S. 189) oder „Braunkohlenvorkommen zwischen Kölzig, Weißwasser, Muskau und Teuplitz“ gebräuchlich wurden. Die Ortsnamen beschreiben in der Reihenfolge ihrer Namensnennung einen halbkreisförmigen Bogen; der Begriff Bogen selbst wird aber nicht gebraucht. Mit Bezug auf die Lagerungsverhältnisse der Kohlen sprechen PRIEMEL (1907, S. 57) und WEBER (1928, S. 373) von einem „Muskauer Flözzug“ bzw. in etwas allgemeinerer Form KEILHACK (1907, S. 190) von einem „Faltenzug“. Ebenfalls als Versuch, die Lagerungsverhältnisse näher zu charakterisieren, ist der Begriff „Muskau - Großkölziger Braunkohlenbecken“ von RIEGEL (1907, S. 1151) anzusehen.

Der heute übliche Name „Muskauer Faltenbogen“ ist wohl im Rahmen der geologischen Landeskartierung von Preußen geprägt worden. Etwa zeitgleich erscheint er 1927/1928 in einer Publikation des Abteilungsdirektors Flachlandaufnahme in der Preußischen Geologischen Landesanstalt W. WOLFF („Muskauer Faltungsbogen“) und 1928 im Vorwort von CRAMER zu den jeweils gleichlautenden Erläuterungen der vier Geologischen Spezialkarten von Döbern, Triebel, Weißwasser und Muskau („Muskauer Faltenbogen“).

3. Charakteristik als Bergbaurevier

Bei der Gliederung Deutschlands nach geographisch-wirtschaftlichen und lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten in Braunkohlenbezirke (HOFFMANN 1935) fällt der Muskauer Faltenbogen in den Lausitzer Bezirk. Bezüglich des später sehr bedeutenden Lausitzer Kernreviers (Senftenberger Gebiet) hat er eine östliche Randposition. Es wird deshalb gemeinsam mit den Vorkommen von Sorau (Zary) zum Forster Revier bzw. Forster Randrevier zusammengefaßt (Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein 1935). Bei der Klassifikation der Braunkohlenlagerstätten Schlesiens (JENTZSCH & BERG 1913) wird ein eigenes „Muskauer Kohlenrevier“ ausgehalten. Ebenso spricht der Görlitzer Bergrat ILLNER (1929, S. 92) von einem „Muskauer Braunkohlenrevier“.

In Summe gab es hier ca. 60 Gruben bzw. Abbaufelder. Die wichtigsten von ihnen waren:

– im heutigen Land Brandenburg

- Julius bei Wolfshain/Friedrichshain,
- Conrad bei Groß Kölzig,
- Providentia bei Friedrichshain/Wolfshain,
- Felix bei Bohsdorf,
- Franz bei Klein Kölzig,
- im heutigen Freistaat Sachsen
 - Sophie bei Groß Düben (geomorphologisch noch zum brandenburgischen Teil gehörig),
 - Trebendorfer Felder,
 - Adolf (später Frieden West),
 - Hermann (später Frieden Mitte),
 - Coroline II (später Frieden Ost),
 - Philippine bei Weißwasser,
- in der heutigen Republik Polen

<ul style="list-style-type: none"> Babina bei Lugknitz, Cons. Tschöpelner Braunkohlengruben, Cons. Hermsdorfer Braunkohlengruben, Triebeler Braunkohlenwerke und Antonie bei Zilmsdorf 	}	zwischen Bad Muskau und Triebel
<ul style="list-style-type: none"> Johanna bei Nieder-Helmsdorf Vereinigte Amalie Wilhelmine bei Teuplitz Elsa Margarethe bei Jocksdorf 	}	bei Teuplitz

Urkundlich verbürgt begann der Kohlenbergbau 1843 in der Grube Julius. Im brandenburgischen Teil wurde der Abbau in der letzten Grube, ebenfalls Julius, 1959 eingestellt. Es folgte 1969/1970 im sächsischen Bereich die Beendigung mit der Auflassung der Trebendorfer Felder. In Polen wurde noch in den 70er Jahren abgebaut, heute ist auch hier der Bergbau auflässig.

4. Etappen der geologischen Kenntnisstandsentwicklung

4.1. Beschreibende Arbeiten

Die vermutlich erste geowissenschaftliche Beschreibung der oberflächennahen Braunkohlenvorkommen von Muskau erfolgte durch PLETTNER (1852). Er erläutert auf Grundlage der geologischen Aufschlüsse in den Alaunerde- und Braunkohlengruben sowie Wegeinschnitten in der unmittelbaren Umgebung von Muskau das tertiäre Schichtenprofil. PLETTNER schreibt dem Leiter des „hiesigen Gruben und Hüttenbetriebes“ PEUCKER das Verdienst zu, als erster erkannt zu haben, daß die „Flöze und ihre begleitenden Schichten mehrere nebeneinander liegende Mulden und Sättel“ mit asymmetrischen Flügeln und Überkipnungen bilden (S. 274–275). Sie sind 1852 bereits auf eine Erstreckung von 1 000–1 200 m bergbaulich abgeschlossen (S. 276). PLETTNER äußert sich zur Entstehung der Sättel und Mulden wie folgt: „Die Störungen, welche die Schichten der Formation nach ihrer Ablagerung erlitten haben, können nur durch Bewegungen im unterliegenden festen Gestein erklärt werden ...“.

GIEBELHAUSEN (1871) beschreibt unter der Überschrift „Braunkohlenbildungen der Gegend von Muskau, Gross-

Kölzig etc.“ (S. 30) „eine grosse Anzahl paralleler, theils sehr schmaler, theils breiterer Mulden“, deren Asymmetrie er in Fig. 1 abbildet (S. 32), und „parallele rinnenartige Vertiefungen“ (S. 32). Daraus schließt er auf eine „gleichmäßige concentrische Faltung der Schichten“ (S. 33).

Die einzige strukturelle Gesamtbetrachtung ist 1904 von HEINICKE erschienen. Spätere Autoren haben nur noch Teilbereiche der Faltenbogenstruktur untersucht oder genetische Interpretationen gegeben (PRIEMEL 1907, RIEGEL 1907, JENTZSCH & BERG 1913, PIETZSCH 1919, ILLNER 1929, POTONIÉ 1930, ISSEL 1935, HERBST 1953, CIUK 1955, SIEGMUND 1960, VIETE 1960–1964, RADTKE 1964, DYJOR & CHLEBOWSKI 1973, OLSZEWSKI 1978, u. a.).

Für die Erklärung der Lagerungsverhältnisse wurden noch bis nach der Jahrhundertwende überwiegend endogen-tektonische Ursachen herangezogen (PLETTNER 1852, GIRARD 1855, GIEBELHAUSEN 1871, HEINICKE 1904). Bemerkenswert ist GLOCKERS Vorstellung, daß die geneigten Schichten als „wellenförmige Ablagerungen“ in „stürmisch bewegten Meeren“ entstanden sein müßten. Dies trifft zwar nicht zu, schlägt aber einen interessanten Bogen zur modernen Tempestitheorie.

Bei KEILHACK (1907), BERG in JENTZSCH & BERG (1913) u. a. wird der Faltenbogen als das Ergebnis glazialer Druckerscheinungen der Inlandeismasse angesehen. Dies geschieht, bezogen auf die Erforschungsgeschichte des Faltenbogens, ziemlich unvermittelt und ist offensichtlich nicht auf spezielle Untersuchungen in seinem Gebiet zurückzuführen.

Hervorzuheben ist auch POTONIÉs Arbeit von 1930 zur Entstehung der Gieser. Er leitet hierin deren Bildung durch Volumenverlust infolge der Oxydation der Braunkohle unter dem Einfluß von Luftsauerstoff ab. Aus einer Fußnote (POTONIÉ 1930, S. 394) geht hervor, daß W. WOLFF die POTONIÉsche Meinung bereits zu früherer Zeit vertreten hat.

ISSEL (1935) kommt das Verdienst zu, auf Grund umfangreicher praktischer Tätigkeiten das stratigraphische Normalprofil des stark gestörten Tertiärs im wesentlichen richtig erkannt zu haben.

In mehreren Publikationen zwischen 1960 und 1964 leistete VIETE Beiträge zum Kenntniszuwachs im Faltenbogen. Eine für den Druck angekündigte Abhandlung mit dem Titel „Die Lagerungsverhältnisse im Bereich der Trebendorfer Felder des Braunkohlenwerkes Frieden in Weißwasser“ ist leider nie erschienen. Außerdem hat er mehrere studentische Arbeiten im Faltenbogen initiiert, von denen die Diplomarbeit von HERBST (1953) die bemerkenswerteste ist.

In den fünfziger und sechziger Jahren wurden umfangreiche Erkundungsarbeiten im deutschen Teilgebiet durch das Projektierungs- und Konstruktionsbüro „Kohle“ Berlin (PKB) und das Braunkohlenwerk Halbendorf durchgeführt. Aus dieser Phase stammt ein guter, aber an versteckter Stelle publizierter Artikel von SIEGMUND (1960).

Wichtig für das Verständnis, wie der Faltenbogen aufgestaucht werden konnte, war das Auffinden des Bahrener

Beckens durch RADTKE. Der Autor leitet eine Aufstauchung des Faltenbogens aus einem Zungenbecken im Hinterland desselben durch einen „Muskauer Gletscher“ ab (RADTKE 1964, S. 215).

Von 1984 bis 1988 wurde der deutsche Anteil des Faltenbogens intensiv geologisch bearbeitet. Es war zu klären, ob die Kohlen des 2. und 4. Flözhorizontes langfristig in einem Tieftagebau gleichzeitig abgebaut werden konnten. Zum Einsatz kam dabei eine komplexe Untersuchungsmethodik (Bohrungen, Bohrlochgeophysik, Nahseismik/VEB Geophysik Leipzig, Luftbildauswertungen u. a.; KUPETZ 1995). Nachfolgend flossen die Ergebnisse in die „Horizontkarten Tertiär“ des Blattes Weißwasser 1 : 50 000 (Manuskriptkarten 1988) ein. Publiziert wurde der erreichte Kenntniszuwachs teilweise in KUPETZ u. a. (1989) und KUPETZ (1995 a, 1995 b).

Im Zusammenhang mit Gutachten zur Bewertung von Altlastverdachtsflächen hat Dipl.-Geol. KLAUS GREULICH, Welzow, neuere Beiträge zur Geologie des Faltenbogens geleistet. Die jüngste Bearbeitung liegt mit einer Diplomarbeit von STANDKE (1993) vor.

Einen interessanten methodischen Ansatz zur Erkennung endogener pleistozäner (Bruch-)Tektonik im Faltenbogen hat KRENTZ (1995) publiziert.

4.2. Kartendarstellungen

Die älteste Darstellung der bekannten Bogenform erfolgte nach derzeitigem Kenntnisstand in einer Kohlenfelderkarte des Oberbergamtsbezirkes Halle (Abb. 3). Das Blatt hat keine Jahreszahl und keinen Bearbeiter eingedruckt. Sie ist eine lose Beilage der vom Bergassessor MAX VOLLERT bearbeiteten Festschrift zum 4. Allgemeinen Deutschen Bergmannstag vom 4.–7. September 1889 in Halle.

Es folgt 1904 eine schwarz-weiße Kartendarstellung des „Flözzug[es] zwischen Spree und Neisse bzw. Neisse und Bober, innerhalb dessen die Stadt Muskau liegt“ von HEINICKE im Maßstab 1 : 150 000. Seine Karte ist die Grundlage mehrerer späterer, wenig veränderter Darstellungen.

Ein erstes, sehr übersichtliches geologisches Kartenbild hat KEILHACK 1921 auf der „Geologischen Karte der Provinz Brandenburg“ im Maßstab 1 : 500 000 entworfen.

1928 erscheint die Lieferung 266 der Geologischen Karte von Preußen mit den Blättern Döbern (DAMMER), Triebel (CRAMER), Weißwasser (CRAMER) und Muskau (KAUNHOWEN & ISERT). Diese „Geologischen Meßtischblätter“ sind bis heute das detaillierteste Abbild der an der Oberfläche anstehenden Bildungen des Gebietes.

1927 hat KEILHACK in einer Übersichtsskizze die Strukturdiskonformität des östlichen Faltenbogenastes bei Triebel zum ersten und bisher einzigen Mal dargestellt (KEILHACK 1927). Allerdings gibt er dazu keinen Kommentar.

Zu erwähnen ist auch die Kohlenfelderkarte des Projektierungs- und Konstruktionsbüros „Kohle“ Berlin (PKB) aus den fünfziger Jahren. Sie bildet nur den deutschen

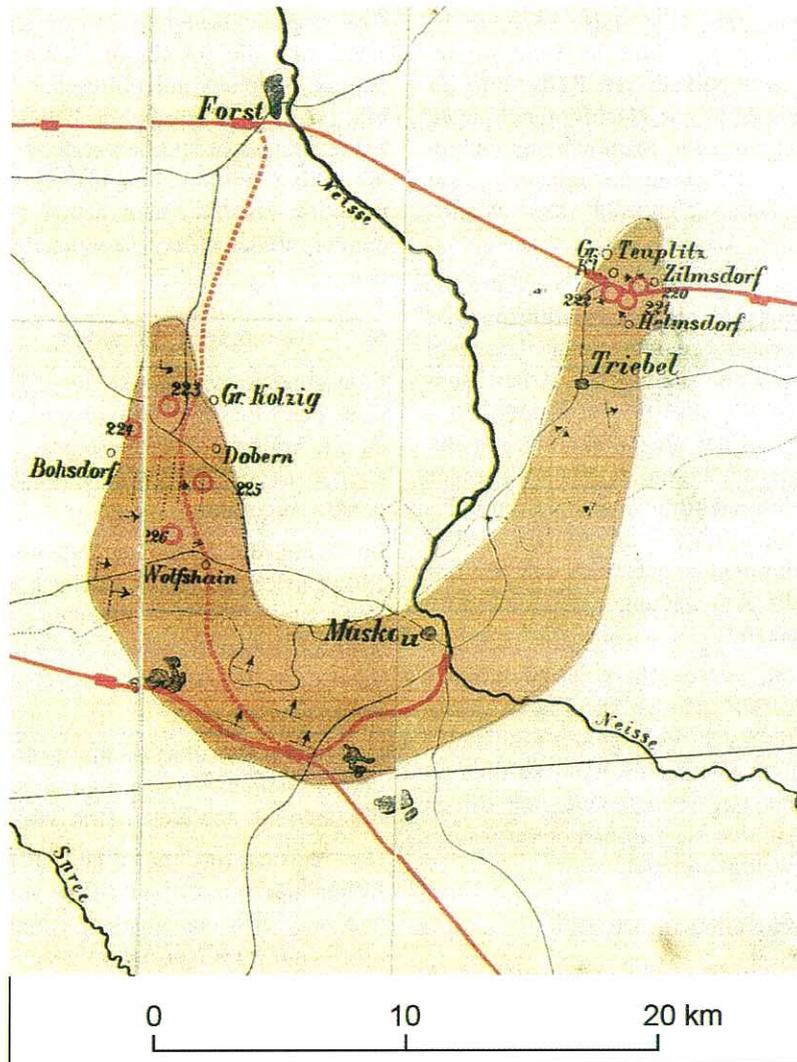


Abb. 3

Ausschnitt aus der „Uebersichts-Karte von den Braunkohlenablagerungen im Oberbergamtsbezirk Halle a. S.“ Reprint von der Beilagekarte zu VOLLERT (1889)

Faltenbogenanteil ab und skizziert an seinem Nordwestende eine Endmoränenkerbe (RADTKE 1964).

In der Lithofazieskarte Quartär, Blatt Weißwasser (HELLWIG & SCHUBERT 1979) wird der Faltenbogen flächenmäßig abgegrenzt und als Gebiet mit sehr stark gestörten Lagerungsverhältnissen dargestellt.

DYJOR & CHLEBOWSKI (1973) und OLSZEWSKI (1978) haben für den polnischen Teil und KUPETZ u. a. (1989) für den deutschen Teil mit jeweils unterschiedlicher Methodik Karten der glazitektonischen Strukturen veröffentlicht. Für den deutschen Teil wurde gleichzeitig versucht, die Tiefenreichweite der Deformationen kartennäßig zu erfassen.

Als unveröffentlichtes Manuskript liegt die Horizontkarte Tertiär 1 : 50 000 des Einheitsblattes Weißwasser vor, das den deutschen Anteil des Faltenbogen vollständig erfaßt (KUPETZ u. a. 1988).

4.3. Wissenschaftshistorische Anmerkung

Wer als erster die Entstehung des Faltenbogens durch die stauchende Wirkung eines Inlandeisgletschers erkannt hat, läßt sich wohl nicht mehr ermitteln. Bemerkenswert und wichtig hierfür ist, daß in den erkenntnistheoretischen Auseinandersetzungen der Naturforscher und Geowissenschaftler des vergangenen Jahrhunderts um die Inlandeis- und Gletschertheorie der Muskauer Faltenbogen wie auch andere glazitektonische Deformationen keine wesentliche Rolle spielten. Den erratischen Blöcken (Findlingen), Moränen und Gletscherschrammen wird dabei die entscheidende Bedeutung zugemessen, so daß die teilweise sehr großen glazitektonischen Deformationen erst nach der allgemeinen Anerkennung dieser Theorie als solche diskutiert wurden.

Ausgehend von Forschungsreisen nach Island, Spitzbergen und Grönland entwickelte O. TORELL die Theorie der

nordischen Inlandvereisung Mitteleuropas. 1875 veröffentlichte er sie in Berlin und legte mit der Deutung der Gletscherschrammen im Muschelkalk von Rüdersdorf einen überzeugenden Beweis dafür vor. Nachfolgend setzten sich an Hand von Beobachtungen in Skandinavien mehrere Geologen auch mit der Kraftwirkung des Inlandeises auf seinen Untergrund auseinander (CREDNER 1880, WAHNSCHAFFE 1882, u. a.).

KEILHACK (1907) hat im Zuge dieser Entwicklung als einer der ersten den Faltenbogen als Deformationsprodukt eines vorrückenden Gletschers gedeutet. Er tat dies wohl weniger aus den Ergebnissen seiner eigenen Arbeit, sondern er referierte vielmehr den allgemeinen Kenntnisfortschritt. Einen Durchbruch in der glazialtektonischen Betrachtung von Lagerungsstörungen des Untergrundes stellte die seinerzeit vielbeachtete Untersuchung des Usher-Gletschers in Grönland durch GRIPP 1927 (GRIPP 1929) dar. Von diesem Zeitpunkt an hatte sich auch für den Muskauer Faltenbogen die Anschauung einer glazitektonischen Genese durchgesetzt.

An dieser Stelle wird ein wissenschaftsgeschichtliches Phänomen deutlich. Einerseits wurden die flächenmäßig bedeutenden Lagerungsstörungen im Zuge der Industrialisierung mit der Zielstellung, die Kohle wirtschaftlich zu nutzen, intensiv untersucht und in bergbaulichen Rissen dargestellt, andererseits wurden sie von den Naturwissenschaftlern nur marginal wahrgenommen.

5. Geomorphologische Charakteristik

Bezogen auf die glazitektonische (Tiefen-)Struktur umfaßt der Faltenbogen auf deutscher Seite eine Fläche von ca. 170 km². Infolge fehlender tiefenstruktureller Abgrenzung kann der polnische Anteil nur grob auf rund 70–80 km² geschätzt werden. Daraus ergibt sich eine Gesamtfläche von etwa 250 km².

Oberflächenmorphologisch wird davon nur etwa die Hälfte der Fläche als Stauchmoränenwall wirksam. Dabei ist der Bogen drei- bzw. vierteteilt, in einen westlichen (ca. 45 km²), einen südlichen (ca. 45 km²) und einen östlichen Teil (ca. 35 km² zwischen Łęknica und Trzebiel sowie ca. 6,5 km² bei Tuplice).

Die Geländehöhen liegen im eigentlichen Faltenbogen durchschnittlich bei 150 m. Im Hinterland fallen sie zunächst auf 140–130 m und dann ganz allmählich weiter ab. Im Baruther Urstromtal erreichen sie ein Niveau von 60–70 m. Das südliche Faltenbogensvorland wird durch einen Kranz von Sandern mit 125–130 m NN gebildet, der im Lausitzer Urstromtal ausläuft.

Die Stauchmoräne selbst besteht aus einem hufeisenförmig geschichteten Bündel von langen schmalen Senken, den Giesern, und wassergefüllten Tagebaurestlöchern sowie ebenfalls teilweise wassergefüllten linienhaften Tiefbaubereichen.

Sowohl die morphologische Großform wie auch ihre interne Feingliederung kommt in der Falschfarbenaufnahme aus dem All sehr gut zur Wirkung (s. Titelbild). Die Interpretation dieser Aufnahme in Verbindung mit den eigenen

strukturgeologischen Auswertungen (KUPETZ u. a. 1989) zeigt, daß die im Raum Döbern ausgehaltenen Faltenstränge Pendants auf polnischer Seite haben. Im Kartenbild (s. Abb. 2) wurden deshalb die strukturdiskonformen Faltenstränge gedanklich ergänzt. Es lassen sich auf diese Weise drei Teilfaltenbögen ableiten. Die aus dieser Rekonstruktion resultierenden neuen Fragen zur Faltenbogensgenese müssen einer späteren Erörterung vorbehalten bleiben.

6. Geologische Struktur

Eine eingehendere Darstellung der geologischen Verhältnisse des Muskauer Faltenbogens soll hier nicht erfolgen, da es Anliegen des Beitrages ist, seine Bedeutung als Geotop herauszuarbeiten. Es seien lediglich einige Eckpunkte angeführt.

Im Gebiet des Muskauer Faltenbogens liegt eine 200 bis 250 m mächtige, glazitektonisch stark gestörte Schichtenfolge von tertiären Sedimenten vor. Den prätertiären Untergrund bilden Tonsteine, Mergelsteine, Schluffsteine und Sandsteine der Oberkreide (Rand der Nordsudetischen Kreidesenke).

Das Tertiär (Miozän) ist eine Abfolge von im Meer abgelagerten Sanden, Tonen und Schluffen sowie in dessen Randbereich gebildeten Braunkohlen.

Das Normalprofil hat eine Mächtigkeit von ca. 270 m. Infolge der Stauchung ist diese auf 200 bis 250 m reduziert und baut sich aus unterschiedlichen Teilen des Normalprofils auf. Das Normalprofil enthält von oben nach unten gezählt den 1., 2. und 4. Miozänen Flözhorizont (MFH).

Gegenstand des allgemeinen Abbaus war der 2. MFH. Bei einer Flözmächtigkeit von 12 m (minimal 10 m, maximal 15 m) besitzt er generelle Verbreitung und tritt in Form von glazitektonischen Schuppen und/oder Ejektivfalten örtlich bis unmittelbar an die Erdoberfläche heran (Abb. 4).

Die Stauchungstiefe beträgt verbreitet 150 m, max. 236 m unter Geländeoberkante. An mehreren Stellen wurde der 4. MFH mitdeformiert.

Quartäre Sedimente sind im Untersuchungsgebiet nur spärlich ausgebildet. Es sind meist geringmächtige Geschiebesande und -kiese. Sie können auch reduziert sein auf eine lose Bestreuung mit Windkantern, selten größeren Geschieben. Besonders am Südrand des Faltenbogens treten auch geringmächtige Dünsande auf. Etwas weiter verbreitet sind holozäne Moore und anmoorige Bildungen.

Hydrogeologisch stellt der Muskauer Faltenbogen auf Grund seines strukturellen Aufbaus einen sehr komplizierten Grundwasserleiter- und -stauerkomplex dar (KUPETZ 1995 a). Überregional von Bedeutung ist, daß sein westlicher Ast die Oberflächenwasserscheide zwischen Elbe und Oder bildet.

Quartärmorphologisch liegt der Faltenbogen in der saalezeitlichen Haupteisrandlage (Warthe-Stadium i. S. v. WOLDSTEDT bzw. Saale III i. S. v. CEPEK). Obwohl das Alter der Faltenbogendeformation noch nicht abschließend geklärt ist und in der Literatur auch kontrovers diskutiert

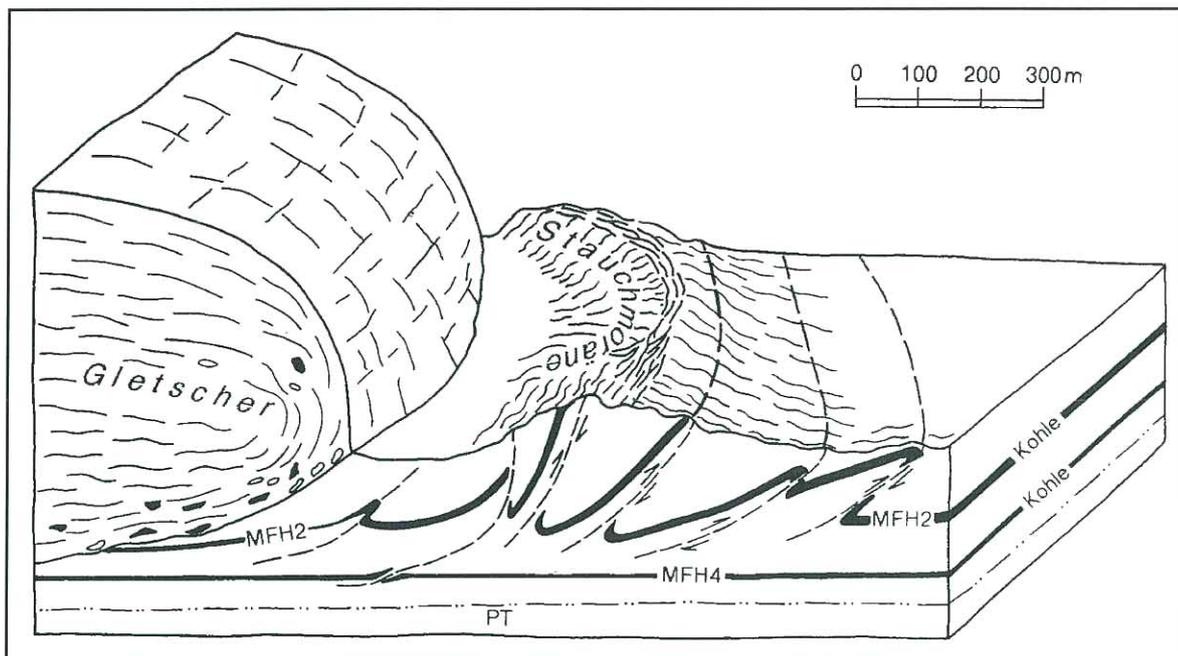


Abb. 4

Blockbild zum Verständnis der glazigenen Schuppentektonik im Faltenbogen (zeichnerisch gestaltet in Anlehnung an ein gut erkundetes Profil aus der Grube Freya nordöstlich von Kromlau; Darstellung ohne Überhöhung)

MFH 2 – 2. Miozäner Flözhorizont, MFH 4 – 4. Miozäner Flözhorizont, PT – Prätertiär

wird, dürfte eine elsterzeitliche Entstehung die größte Wahrscheinlichkeit haben.

Die Gesamtgenese kann mit folgenden Stichworten zusammengefaßt werden:

- Stauchmoräne mit überwiegend rupturer Deformation (Schuppen) und untergeordnet plastischer Deformation (Ejektivfalten),
- Deformation durch einen vorrückenden Eislobus in einem Akt (Faltenbogen als Großstruktur) aber in (mindestens) drei Phasen (Teilbögen),
- nachfolgend starke Verebnung des aufgestauchten Lobus und bis in die Gegenwart anhaltende Einsenkung der Gieser.

7. Bergbaufolge- und Kulturlandschaft

Im betrachteten Gebiet hat sich mit der Errichtung des Eisenbahnnetzes Mitte des letzten Jahrhunderts ein geschlossenes Bild einer geologisch bedingten, bodenständigen Braunkohlen-, Glas-, Holz- und Textilindustrie herausgebildet. Für die Entwicklung der Glas- und Textilindustrie war die Brennstoffversorgung mit Braunkohle und Briketts (Brikettfabriken) eine existentielle Voraussetzung.

Auf die beim Aufschluß der Kohlengruben angetroffenen, ebenfalls aufgestauchten Tonvorkommen baute eine umfangreiche Ziegel- und keramische Industrie auf. Sie umfaßte nicht nur Ziegeleien, die normale Mauersteine, Klinker und Hohlsteine herstellten, sondern auch Dachsteinwerke und Steinzeugröhrenfabriken, in denen hochwer-

tiges chemisches Steinzeug und Hochspannungsisolatoren produziert wurden. Töpfereien und Buntgeschirrfabriken verarbeiteten die besten Tonqualitäten (ISSEL 1935).

Von 1945 bis 1970 kam der Kohlegewinnung (Abbaufelder Conrad, Julius, Notzeit, Trebendorfer Felder) auch überörtliche Bedeutung zu.

So hatte die Herausbildung einer leistungsfähigen Infrastruktur (Eisenbahn, Straßen) eine Industrialisierung in Form eines rohstoffgebundenen, regionalen Wirtschaftsaufschwungs zur Folge.

Bereits in den fünfziger Jahren begann sich im benachbarten Niederlausitzer Braunkohlenlagerstättenbezirk des Bezirkes Cottbus das überregional bedeutende Kohle- und Energiezentrum der ehemaligen DDR zu entwickeln. Damit endete eine etwa 100- bis 130jährige Periode rohstoff- und standortgebundener Wirtschaftsgeschichte im Muskauer Faltenbogen.

Heute ist der Faltenbogen Altbergbaugebiet. Gemäß des Gesetzes zur Einführung der Regionalplanung und der Braunkohlen- und Sanierungsplanung im Land Brandenburg (RegBkPIG) vom 18. Mai 1993 wird gegenwärtig für den brandenburgischen Bereich ein Sanierungsplan „Döbern“ erarbeitet. Das Sanierungsgebiet umfaßt im wesentlichen den oberflächenmorphologisch abgegrenzten westlichen Faltenbogenabschnitt und hat eine Flächengröße von ca. 50 km².

Der Bergbau hat das Oberflächenwasserregime stark verändert. Bäche wurden trockengelegt oder ihr Lauf verlegt. Tagebaurestlöcher und sich unter den Grundwasserspiegel

absenkende Tiefbau-Bruchfelder ließen neue Wasserflächen entstehen. Diese haben sowohl von ihrer Anzahl (allein in Brandenburg heute ca. 120 gegenüber ca. 50 in den Karten von 1845) als auch ihrer Flächengröße her wesentlich zugenommen.

Entwicklungsziele für die Bergbaufolgelandschaft aus Sicht des geologischen und biologischen Naturschutzes, der Waldentwicklung und anderer Aspekte werden von GRAF u. a. (1996) skizziert.

8. Schutzwürdigkeit und Schutzzumfang

Als Ergebnis einer systematischen Erfassung wurde 1988 von HANISCH erstmals für den ehemaligen Bezirk Cottbus eine Liste geschützter und schutzwürdiger geologischer Naturdenkmale vorgelegt. Unter der Rubrik „Tertiär- und Quartärobjekte“ ist dort der Muskauer Faltenbogen als „prägnantester Endmoränenbogen des Niederlausitzer Grenzwalles“ mit zahlreichen geologisch interessanten Einzelobjekten aufgeführt.

Entsprechend der gegenwärtig diskutierten Geotoptypenliste Deutschland (LOOK u. a. 1996) beinhaltet er folgende Einzeltypen:

Lagerungsverhältnisse/Tektonik

- Großform glazitektonischer Lagerungsstörungen

Boden

- Moore
- Bestreuungen mit quartären Windkantern auf aufgestauchtem Tertiär („Steinsohle“)

Landschaftsformen und Bildungen an der Erdoberfläche, die durch natürliche Vorgänge entstanden und/oder verändert worden sind

- Gieser: geomorphologisch interessanteste Bildung des Faltenbogens (Mikrorelief)
- renaturierte, wassergefüllte Tagebaurestlöcher, die i. w. die natürlichen glazitektonischen Mulden nachzeichnen

Glaziale und periglaziale Abtragungs- und Ablagerungsformen

- Endmoräne (der Faltenbogen ist Endmoränenbogen innerhalb des Lausitzer Grenzwalles)
- Findlinge (Einzelobjekte)

Moore

windbedingte Abtragungs- und Ablagerungsformen

- periglaziale Dünen (besonders im Raum Weißwasser)
- Bestreuung mit quartären Windkantern auf gestauchtem Tertiär (Steinsohle)

Quellen

(Einzelaufschlüsse werden im Rahmen dieser Übersichtsarbeit nicht aufgeführt.)

Damit ist der Faltenbogen ein ausgezeichnetes Beispiel für ein Geotopensemble im Sinne des z. Z. in Diskussion befindlichen Begriffes.

Begründung der besonderen Schutzwürdigkeit des Geotops Muskauer Faltenbogen:

1. Der Faltenbogen ist eine hufeisenförmige Stauchendmoräne, die durch einen Zungengletscher aus nordnordöstlicher Richtung aufgestaucht wurde.
2. Größe, regelmäßige geomorphologische Ausbildung und Mikroreliefgestaltung in Form der Gieser machen seine Einzigartigkeit im nordischen Vereisungsgebiet Mitteleuropas (Gebiet zwischen den Niederlanden und Polen) aus.
3. Die im Rahmen des Braunkohlenbergbaus durchgeführten intensiven Untersuchungen gestatten Aussagen zum internen Bau sowie zur Genese, belegen die enorme Tiefenreichweite und weisen den Faltenbogen international als eine der am besten erforschten glazitektonischen Großformen aus.
4. Als Ergebnis der weitverbreiteten Verschuppung stehen auf engem Raum und unter nur geringer oder fehlender quartärer Sedimentbedeckung alle Schichtglieder des Tertiärprofils an der Erdoberfläche an. Infolgedessen konnte sich eine geologisch bedingte, eigenständige Industrie mit gegenseitigen Entwicklungsanstößen herausbilden.
5. Wirtschaftliche Bedeutung hatte vor allem der Braunkohlenbergbau. Reste ehemaliger Schachtanlagen und Grubenbahnen könnten die Grundlage technischer Denkmale bilden. Renaturierte Tagebaue prägen des Landschaftsbild. Der umfangreiche Tiefbaubetrieb hat ausgedehnte Bergbaubruchgebiete hinterlassen.
6. Die natürlichen Moore und Gieser wie auch die künstlichen Restlöcher bilden die Grundlage für die Herausbildung wertvoller Biotope, so daß der Faltenbogen auch ein ausgezeichnetes Beispiel für den aus der geologischen und geomorphologischen Bedingtheit resultierenden Biotopschutz darstellt. Innerhalb der Lausitzer Braunkohlen(folge)-landschaft kommt dem Faltenbogen darüber hinaus eine wichtige Refugienfunktion zu.
7. Infolge seiner naturräumlichen Ausstattung und durch die zahlreichen renaturierten Tagebaue besitzt der Faltenbogen einen teilweise sehr hohen Erholungswert (vgl. GRAF 1995).

In der Bundes- und Landesgesetzgebung fehlen bisher grundsätzliche Geotopenschutzregelungen. Dementsprechend ist dafür überwiegend das Naturschutzrecht anzuwenden. Schutz- und Erhaltungsmöglichkeiten bestehen aber auch durch die Raumordnung und Landesplanung. Bezogen auf den brandenburgischen Teil des Faltenbogens kann dies z. B. durch den Sanierungsplan gemäß des Gesetzes zur Einführung der Regionalplanung und der Braunkohlen- und Sanierungsplanung im Land Brandenburg (RegBkPIG) geschehen.

Hierin sollte die Erhaltung der natürlichen geomorphologischen Eigenart des Faltenbogens als landesplanerisches Ziel ausgewiesen werden. Das naturräumlich (geomorphologisch) wertvollste Areal mit nur unbedeutender anthropogener Beeinflussung im brandenburgischen Teil ist die etwa 5 km² große, vom Bergbau fast unberührte Gieserlandschaft zwischen Reuthen, Friedrichshain und Bohsdorf.

Der geologisch begründete Schutzzumfang sollte sich auf die Erhaltung der natürlichen Morphologie sowie die Kiefernbewaldung der Hochflächen und den Mischwald in den Giesern beziehen. Die Gieser sollten von einer forstlichen Nutzung ausgeklammert und einer natürlichen Sukzession überlassen werden (vgl. GROSSER 1995).

Die Anlage wenig befestigter Wege steht diesem Schutzziel nicht entgegen. Auch die uneingeschränkte Begehbarkeit durch die Bevölkerung sollte dabei erhalten bleiben. Unberührt davon sind jedoch stärkere Restriktionen, die sich aus Gründen des Biotopschutzes und des Altbergbau-risikos ergeben.

Weitere Teile des Faltenbogens sollten nach detaillierter Erfassung bewertet und als Einzelobjekte (Naturdenkmale) unter Schutz gestellt werden.

9. Glossarium

Bedingt durch seine besondere Geomorphologie und den Braunkohlenbergbau haben sich im Gebiet des Muskauer Faltenbogens umgangs- bzw. bergmannssprachlich einige Begriffe herausgebildet, die nachfolgend erläutert werden.

Flözzug: alte bergmännische Bezeichnung für ein Braunkohlenvorkommen

Der Begriff wird in der älteren geologischen Literatur gelegentlich zur Bezeichnung von Braunkohlenvorkommen verwendet (z. B. OTTO PIETZSCH 1919 und WEBER 1928, S. 373). PRIEMEL (1907, S. 59) verwendet direkt den Namen „Muskauer Flözzug“. Möglicherweise hebt die Bezeichnung auf die streichende Erstreckung gefalteter oder verschuppter Kohlenflöze ab und lehnt gedanklich an die Gangzüge des sächsischen Erzbergbaus an.

Interessant ist der Begriff für den Muskauer Faltenbogen, weil HOCHÉ (1992) ohne weiteren Bezug den Namen „Kölzig - Bohsdorf - Friedrichshainer Flözzug“ verwendet. Vermutlich liegt eine neue Namensgebung vor, die sich auf den Ostteil des Faltenbogens, also auf das gesamte Gebiet des Sanierungsplanes bezieht.

Gieser (oder Jeser): geomorphologischer Begriff; nach PIETZSCH (1925), S. 361, und POTONIÉ (1930) ergänzt

Der Name leitet sich vom wendischen Wort jezero: Sumpf, See ab. Es sind 3–5 m, maximal 20 m tiefe und 10–30 m breite Geländefurchen mit einer Länge bis zu mehreren Kilometern. Sie verlaufen parallel im Abstand von 50 m bis zu mehreren 100 m und können sich verzweigen bzw. gabeln. Sie besitzen vielfach kein einheitliches Gefälle. Vielmehr bilden sie auf lange Strecken abflußlose Gräben und sind dann mit stehendem Wasser gefüllt und häufig auch vertorft.

Während die begrenzenden Hochflächen i. d. R. mit Kiefern bestanden sind, wachsen in den Giesern Birken, Buchen, Laubsträucher oder Mischwald.

Die Gieser liegen immer über einem aufgestauchten, mehr oder weniger steilstehenden Braunkohlenflöz (Kopfflöz). Dieses oxidiert über einen längeren Zeitraum oberflächennah durch die Einwirkung von Luftsauerstoff und verliert

dabei an Volumen, so daß sich als Hohlformen die Gieser einsenken. Ihr Bildungsprozeß dauert noch heute an.

Nach ILLNER (1929, S. 100) führen sie bei Tschöpel (heute Polen) auch die Bezeichnung „Lug“.

Mulden und Sättel: tektonische Fachbegriffe, im Faltenbogen, bergmännische Bezeichnung

In der Geologie wird der konkave Teil einer Falte als Mulde und der konvexe als Sattel bezeichnet.

Im Kohlenbergbau des Faltenbogens hat man bereits frühzeitig die muldenförmige Lagerung des Flözes und die sich oftmals wiederholende Muldenstruktur erkannt (z. B. PLETTNER 1852, S. 275 ff.). Gleichzeitig wurde offenbar, daß in den meisten Fällen die zwischen den Mulden zu erwartenden (Falten-) Sättel fehlten (z. B. GIEBELHAUSEN, S. 32). Sie wurden als Luftsättel bezeichnet und angenommen, daß sie erodiert worden sind. Aus heutiger Kenntnis ist festzustellen, daß der Faltenbogen eigentlich ein „Schuppenbogen“ ist. Er besteht überwiegend aus listrisch (schaufelförmig) gebogenen Schuppen.

In der Bergmannssprache verwendete man die Bezeichnung Mulde. Sie ist sowohl in die markscheiderischen Risse des vergangenen Jahrhunderts wie auch in die moderneren Projektierungsunterlagen des bis 1970 betriebenen Bergbaus eingegangen. Zur besseren Verständigung erhielten in einigen Gruben die Mulden Eigennamen. Am häufigsten wurden Vornamen (z. B. Erika-Mulde in der Grube Conrad), Zahlen (z. B. Mulde 1 in der Grube Sophie) oder Buchstaben (z. B. Mulde D in den Trebendorfer Feldern bei Halbendorf/Sachsen) zur Unterscheidung verwendet.

Es bleibt festzuhalten, daß die Mulden meistens Schuppenstrukturen sind und die Bergleute darunter auch nur das Kohlenflöz im engeren Sinne, nicht die sehr viel weiter in die Tiefe reichende geologische Struktur verstanden.

Grube und Mulde: Die Begriffe sind leicht zu verwechseln, da beide Eigennamen haben!

Gruben sind territorial abgegrenzte Grundstücke, auf denen einem Antragsteller durch das Bergamt die bergrechtliche Genehmigung zum Abbau der Braunkohle erteilt wurde. Die Gruben haben Eigennamen, oft verbunden mit Ortsnamen, z. B. „Conrad bei Groß Kölzig“. Innerhalb einer Grube existieren im Faltenbogen meist mehrere → Mulden. Diese haben oft ebenfalls eigene Namen erhalten, z. B. „Elisen-Mulde“ oder „Richard-Mulde“

Daraus ergibt sich eine exakte Ortsbezeichnung z. B. in der Form: „die Richard-Mulde in der Grube Conrad“.

Anzutreffen sind aber auch Bezeichnungen wie „Bergwerk Richard“, was zu Irritationen führt.

Flügel und Gegenflügel: bergmännische Begriffe

Sehr frühzeitig ist beobachtet worden, daß die „Mulden“ i. d. R. asymmetrisch aufgebaut sind (z. B. GIEBELHAUSEN 1871). Im Normalfall weisen sie einen langen, flachen zum Außenrand des Faltenbogens gerichteten „Flügel“ und einen kurzen, steilstehenden oder überkippten zum Innenrand des Faltenbogens gerichteten „Gegenflügel“

auf. Meist fehlt der Gegenflügel, so daß es nur einen „Flügel“, eben die „Mulde“ gibt. Ausgebildet ist der Gegenflügel z. B. dann, wenn eine Mulde durch zwei sog. Ejektivfalten gebildet werden. In diesem Falle ist die Mulde meist so tief, daß der Bergbau nicht bis ins Muldentiefste vordringen konnte und der Abbau von zwei Seiten her erfolgte. Als Abbauorte sind dann, wie z. B. in der Grube Conrad, eine Max-Mulde und eine Max-Mulde-Gegenflügel verzeichnet.

Flözkopf und Kopfflöz: bergmännische Begriffe

Die mehr oder weniger steilstehenden Kohlenflöze in den Muldenflügeln wurden von den alten Bergleuten (z. B. HEINICKE 1904, S. 197) Kopfflöße bzw. der unmittelbar an der Erdoberfläche, meist unter einem Gieser anzutreffende Bereich, Flözkopf (RIEGEL 1907, S. 1154) genannt.

Die Bezeichnung Kopfflöz ist in etwa als Gegenstück zu flachliegenden oder muldenförmig gelagerten Flözen zu sehen.

Rinne: quartärgeologischer Begriff, im Faltenbogen fälschlicherweise für Gieser verwendet

Die Rinne ist ein in der Quartärgeologie seit Jahrzehnten etablierter Begriff. Dabei handelt es sich um tiefe, rinnenartige Ausräumungszonen fluviatiler, glazifluviatiler und/oder exarativer Genese. Einfacher ausgedrückt sind es Auswaschungsrinnen, die sich durch Schmelzwässer unter oder vor den Gletschern bzw. durch die abhobelnde Kraft eines Gletschers selbst gebildet haben. Zeitgleich mit oder nur unwesentlich nach ihrer Entstehung sind die Rinnen wieder mit eiszeitlichen Sedimenten (Geschiebemergel, Bändertone, Sande und Kiese) aufgefüllt worden.

Rinnen sind wenige Dekameter bis etwa 3 km breit, haben Tiefen von 50–800 m (verbreitet 200 ... 300 m) und bilden ein netzartiges System, das sich vom Mittelgebirgsrand in Richtung Nordsee erstreckt.

Zusammenfassung

Glazitektonische Deformationen haben in der erkenntnistheoretischen Auseinandersetzung um die Anerkennung der Inlandeistheorie im Gegensatz zu Gletscherschrammen, Findlingen und Moränen keine wesentliche Rolle gespielt. Sie sind ein bißchen die „verkannten Kinder“ unter den Zeugen der Eiszeit.

Der Muskauer Faltenbogen ist mit etwa 250 km² Größe und einer nachgewiesenen Störungstiefe von 236 m unter Gelände eine der ganz großen glazitektonischen Strukturen im nordischen Vereisungsgebiet Mitteleuropas und wird als besonderes Geotop charakterisiert. Seine regelmäßige, geomorphologische Form kommt am besten im Kosmosbild zum Ausdruck.

Der Faltenbogen ist ein Geotopensemble, das sich aus zahlreichen Einzeltypen zusammensetzt, von denen die sogenannten Gieser die charakteristischsten sind. Dort, wo sie noch in natürlicher Form erhalten sind, sollten sie dringend als geomorphologisches Phänomen geschützt werden.

Es wird ein Abriß über die geologische Kenntnisstands-entwicklung des Faltenbogens, den Braunkohlenbergbau in den gestauchten Flözen (1843 bis in die 70er Jahre dieses Jahrhunderts), die Entwicklung als Bergbaufolgelandschaft gegeben und auf die gegenseitige Bedingtheit von Geotop und Biotopen hingewiesen und die Schutzwürdigkeit als Geotop begründet.

Summary

Glacitectonic structures have played an underestimated role in the understanding of the inland ice theory in centrale Europe. Where as ice striae, erratic boulders, and moraine deposits were in the discussion about glaciation, glacitectonic deformation processes and structures have failed to be recognized.

The Muskauer Faltenbogen is the name of a large-scale glacitectonic structure (ice-pushed ridges) near the small town of Bad Muskau in the triangle of Brandenburg and Saxony in Germany and the Republic of Poland. With an area of about 250 km² and a deformation depth of 236 m below recent earth surface it is one of the largest glacitectonic structures of northern glaciation in Europe. Its regular geomorphologic configuration is best seen in satellite photographs.

The Muskauer Faltenbogen is a geological structure consisting of numerous types of exposures. The most important phenomena are the so-called „Gieser“ or „Jeser“. These are straight valleys with no outlets. They occur where outcropping coal seams have reduced in volume as a result of weathering under the influence of air. Where the Gieser are preserved in their natural appearance they have to be protected from anthropogenic destruction.

This paper summerizes the development of geological understanding in the area of the Muskauer Faltenbogen, the coal mining affecting the glacitectonic disturbed Miocen lignite coal seams (from 1843 to the 1970's), the development of postmining landscape and the relations between geological and biological heritage.

Finally the preservation of an outstanding European geotop is justified.

Literatur (Auszug)

- CIUK, E. (1955): O zjawiskach glacitectonicznych w utworach plejstocenskich i trzeciorzedowych na obszarze zachodniej i północnej Polski. - Z badan czwartorzędu, **6**, S. 107–131, 15 fig., Warszawa
- CRAMER, R. (1928): In: CRAMER, R., DAMMER, B., GÖRZ, G. & F. ISERT: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Lieferung 266, Blatt Döbern Nr. 2475, Gradabteilung 60 Nr. 20. - Hrsg.: Preußisch Geologische Landesanstalt, S. 5–8, Berlin
- CREDNER, H. (1880): Ueber Schichtenstörungen im Untergrunde des Geschiebelehms, an Beispielen aus dem nordwestlichen Sachsen und angrenzenden Landstrichen. - Zschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch. **32**, S. 75–110, Berlin
- DYJOR, S. & Z. CHLEBOWSKI (1973): Budowa geologiczna polskiej części łuku Mużakowa. - Akta Univ. Wroclaw., Prace Geol., Mineral., III, No. 192, S. 3–41, 10 fig., Wrocław

- Gesetz zur Einführung der Regionalplanung und der Braunkohlen- und Sanierungsplanung im Land Brandenburg (RegBkPIG). - Gesetz- und Verordnungsblatt Brandenburg, Teil 1 4, Nr. 11, Potsdam 18. Mai 1993
- GIEBELHAUSEN (1871): Die Braunkohlenbildungen der Provinz Brandenburg und des nördlichen Schlesiens, ihre Lagerung und gegenseitige Stellung. - Zschr. Berg-, Hütten- und Salinenwesen **19**, B, S. 28–55, 6 Fig, 1 Uebersichtskarte auf Taf. II, Berlin
- GIRARD, H. (1855): Die norddeutsche Ebene insbesondere zwischen Elbe und Weichsel. - S. 150–155, Taf. 1, Berlin
- GLOCNER, E. F. (1857): Geognostische Beschreibung der preussischen Oberlausitz Theilweise mit Berücksichtigung des sächsischen Antheils. - S. 277–283, Görlitz
- GRAF, D.: Landschaftsplanerische Beurteilung von Tagebau-Restgewässern und deren Randgebiete als Voraussetzung für sinnvolle Sanierungsmaßnahmen im Muskauer Faltenbogen. - Hrsg.: COMETT Koordinierungsstelle an der Brandenburgischen Technischen Universität, S. 5–10, Cottbus
- GRAF, D., GROSSER, K.-H., HEYM, W. -D. & M. KUPETZ (1996): Bergbaufolgelandschaft Muskauer Faltenbogen. - In: Dachverband Bergbaufolgelandschaft e. V., Stiftung Bauhaus (Hrsg.), Jahrbuch 1996, S. 52–57, 2 Abb., Dessau
- GRIPP, K. (1929): Glaciologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition. - Abh. naturwissensch. Verein Hamburg **22**, 3-4, S. 145–249, Hamburg
- GROSSER, K.-H. (1995): Aufgaben der Waldpflege in der gewässereichen Landschaft im Muskauer Faltenbogen. - Hrsg.: COMETT Koordinierungsstelle an der Brandenburgischen Technischen Universität, S. 11–15, Cottbus
- HANISCH, H. (1988): Auswahl, Schutz und Pflege geologischer Naturdenkmale im Bezirk Cottbus. - Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg **24**, 2, S. 33–44, 1 Abb., 1 Tab., Potsdam
- HEINICKE, F. (1904): Beschreibung der Braunkohlenablagerung bei Muskau in der Ober- und Niederlausitz, in ihrer Längenerstreckung nach Westen, Nordwesten und Norden bis Jocksdorf einerseits, nach Osten und Nordosten bis Läsgen andererseits. - Braunkohle **3**, S. 153–159, 197–204 und 213–219, 1 Übersichtskarte, Fig. 50–59, Fig. 77–79, Halle
- HELLWIG, D. & G. SCHUBERT (1979): Lithofazieskarte Quartär 1 : 50 000, Blatt Weißwasser 2470. - Zentrales Geologisches Institut der DDR (Hrsg.), Berlin
- HERBST, G. (1953): Der Muskauer Faltenbogen in seiner Entstehung und seinem Aufbau. - Diplomarbeit Bergakademie Freiberg, 90 S., zahlreiche Anl., Freiberg [unveröff.]
- HOCHE, C. (1992): Zur Entstehung des Braunkohlenbergbaus im Raum des Köllzig - Bohsdorf - Friedrichshainer Flözuges. - Niederlausitzer Studien **24/25**, S. 19–31, 6 Abb., Cottbus
- HOFFMANN, A. (1935): Die Braunkohlenvorräte des Deutschen Reiches. - Archiv für Lagerstättenforschung, Preußische Geologische Landesanstalt (Hrsg.) **61**, 49, S., 12 Taf., 1 Abb., Berlin
- ILLNER, F. (1929): Das Braunkohlenvorkommen bei Tschöpel O. -L. - Abh. Naturforsch. Gesellsch. Görlitz **30**, S. 89–144, 19 Anl., Görlitz
- ISSEL, F. (1935): Das Forster Revier. - In: Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins e. V. Halle (Saale), S. 545–560, 8 Abb., Halle
- JENTZSCH, A. & G. BERG (1913): Die Geologie der Braunkohlenablagerungen im östlichen Deutschland. - Abh. d. Königlich Preußischen Landesanstalt, N. F., **72**, 141 S., 20 Textfig., 1 Taf., 7 Anlagekarten, Berlin
- KEILHACK, K. (1907): in: KLEIN, G. (Hrsg.): Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau, S. 56–62 u. 189–190, Halle
- (1921): Geologische Karte der Provinz Brandenburg nach den Aufnahmen der Preussischen Geologischen Landesanstalt, Berlin
- (1927): in: KLEIN, G. (Hrsg.): Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau, Erster Band, S. 237–296, Halle
- KRENTZ, O. (1995): Nutzung des digitalen Höhenmodells für die geologische Landesaufnahme in Sachsen. - In: LIST, F. K. (Hrsg.): Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Fotogrammetrie und Fernerkundung, Band 3, S.179–185 [ohne Ortsangabe]
- KUPETZ, M. (1995 a): Beziehungen zwischen der geologischen Struktur und den Oberflächengewässern des Muskauer Faltenbogens. - Hrsg. COMETT Koordinierungsstelle an der Brandenburgischen Technischen Universität, S. 19–23, Cottbus
- (1995 b): Der Muskauer Faltenbogen. - In: SCHIRMER, W. (Hrsg.) Quaternary field trips in Centarl Europe (XIV. INQUA Congress, Vol. 4: Exkursionen in Berlin und Umland, S. 1269 bis 1272, München
- KUPETZ, M., SCHUBERT, G., SEIFERT, A. & L. WOLF (1989): Quartärbasis, pleistozäne Rinnen und Beispiele glazitektonischer Störungen im Niederlausitzer Braunkohlengebiet. - Geopofil 1, S. 2–17, 18 Abb., 1 Tab., Freiberg
- KUPETZ, M. u. a. (1985): Kenntnisstand – Studie Muskauer Faltenbogen. - VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg, 77 S., zahlreiche Anl., Freiberg. [unveröff.]
- (1988): Lagerstättengeologische Forschung Braunkohle, Einheitsblatt Weißwasser. - VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg, 31 S., zahlreiche Anl. u. Karten, Freiberg. [unveröff.]
- LOOK, E.-R., GOTH, K., JUNKER, B. & G. LAGALY (1996): Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland. Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland. - Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz. Angewandte Landschaftsökologie, H. 9, 121 S., Bad Godesberg
- MEYNEN, (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - 1339 S., Bad Godesberg
- OLSZEWSKI, S. (1978): Lithostratigrafia i glacictektonika utworów czwartorzędowych w rejonie Mużakowa – Łęknicy (Ziemia Lubuska). - Akta Univ. Wratisl., Prace Geol.-Mineral., V, nr. 318, S. 299–316, 8 rys., Wrocław
- PIETZSCH, K. (1925): Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands, III. Abteilung: Die Bodenschätze Deutschlands, Die Braunkohlen Deutschlands. S. 359–362, Abb. 93–94, Berlin
- PIETZSCH, O. (1919): Das Braunkohlenvorkommen bei Muskau. - Braunkohle **17**, 46, S. 537–540, Halle [Jahrgang für 1918]
- PLETTNER: Die Braunkohlenformation in der Mark Brandenburg. - Zschr. Dtsch. Geolog. Gesellsch., **IV**, S. 249–483, Taf. IX–XIII, Berlin
- POTONIÉ, R. (1930): Über den Muskauer Faltenbogen, seine Oberflächenformen und deren Abhängigkeit von der Beschaffenheit und der Tektonik der Braunkohle. - Jb. Preuß. Geol. LA Berlin **51**, S. 392–416, 11 Abb., Taf. 57 und 58, Berlin

- PRIEMEL, K. (1907): Die Braunkohlenformation des Hügellandes der preußischen Oberlausitz. - Zschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen **55**, S. 1–72, Abb. 11, Berlin
- RADTKE, H. (1964): Die Entstehung des Muskauer Faltenbogens. - Sächsische Heimatblätter **10**, 3, S. 212–221, 7 Abb., Radeberg
- RIEGEL, (1907): Der Bergwerksbetrieb auf dem Braunkohlenvorkommen zwischen Köllzig, Weißwasser, Muskau und Teuplitz in der Niederlausitz unter besonderer Berücksichtigung seines Einflusses auf die Verhütung der Selbstentzündung der Kohle. - Glückauf **43**, 36/37, S. 1150–1167, 30 Fig., Essen
- SCHANZE, W.: Zur Geschichte des ehemaligen Alaunbergwerkes zu Muskau. - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **54**, 2, S. 10 bis 13, Görlitz
- SIEGMUND, E. (1960): Der Muskauer Faltenbogen. - Märkische Heimat **4**, 1, S. 31–37, Potsdam
- STANDKE, A. (1993): Altlastenorientierte Untersuchungen zu den geologischen und hydrologischen Verhältnissen in der Mulde „Lohnteich“ bei Friedrichshain/Landkreis Spremberg. - Diplomarbeit, Bergakademie Freiberg, 38 S., 6 Abb., 5 Tab., 11 Anl., Freiberg [unveröff.]
- VIETE, G. (1964): Über Lagerungsstörungen von Kohle und Deckgebirge im Lausitzer Braunkohlenrevier. - Freiburger Forschungshefte, **A 311**, S. 5–33, Berlin
- VOLLERT, M. (1889): Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamts-Bezirk Halle und in der angrenzenden Staaten. - Festschrift zur Feier des 4. Allgemeinen Deutschen Bergmannstages Halle/S. 4.–7. September 1889. 402 S. nebst einer Uebersichtskarte, Halle
- WAHNSCHAFFE, F. (1882): Ueber einige glaciale Druckerscheinungen im norddeutschen Diluvium. - Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch. **34**, S. 562–601, Berlin
- WEBER, H. (1928): Die Braunkohlenablagerung in dem Gebiet zwischen dem Muskauer und Sorauer Flözzuge, ihre Entstehung und ihre Stellung zu den benachbarten Braunkohlenvorkommen. - Braunkohle **27**, 17, S. 373–380, 3 Übersichten
- WOLFF, W. (1928): Einige glazialgeologische Probleme aus dem norddeutschen Tiefland. - Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch. **79**, S. 342–360, 4 Abb., Berlin
- ZINCKEN, C. F. (1867): Die Physiographie der Braunkohle. 818 S., 2 Tab., Hannover
- Aktuelle Anmerkung:* Im Landesumweltamt Brandenburg ist soeben ein Poster mit einer Satellitenaufnahme des Muskauer Faltenbogens erschienen (Falschfarbeninfrarotdarstellung; Überlagerung LANDSAT-TM und SPOT-PAN). Es kann kostenlos über folgende Adresse bezogen werden:
- Landesumweltamt Brandenburg
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Berliner Straße 21–25
14467 Potsdam
Tel.: (0331) 2323 265
Fax: (0331) 292108
- Anschrift des Autors:
Dr. Manfred Kupetz
Cottbuser Straße 6 d
03055 Cottbus-Sielow