Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	**10** (2003), 1/2	S. 39-45	18 Abb., 4 Lit.

Tagesbrüche – Folgeerscheinungen des untertägigen Braunkohlenbergbaus in Ostbrandenburg

Collapse sinkholes as effects of the lignite underground mining in eastern Brandenburg

RALF-GÜNTER WEDDE

Der historische Braunkohlentiefbau in Ostbrandenburg erfolgte nahezu ausschließlich im Verfahren des Kammer-Pfeilerbruchbaus. Bei diesem Abbauverfahren wurden nach dem Erreichen der hier in Tiefen zwischen 10 m und 80 m lagernden Kohlenflöze von Strecken (Aus- und Vorrichtungsstrecken) ausgehend, einzelne Kammern, durch Pfeiler getrennt, in das Kohlenflöz geschlagen.
Um ein Nachbrechen des überlagernden Deckgebirges schon während der Abbautätigkeit zu verhindern, wurde der oberste Teil des Kohleflözes als Schutzschicht belassen. Zusätzlich wurden die Kammern mit Holzausbau gegen ein seitliches Einbrechen geschützt.
Das Bergamt bestimmte die Größe der Kammern, die jeweils von der Festigkeit der Kohle abhängig war. Die Grundfläche betrug im Regelfall zwischen 16 m² und 25 m², die Höhe in Abhängigkeit von der Mächtigkeit des Kohlenflözes bis zu 4 m. Damit konnte sich ein Kammervolumen bis zu 100 m³ ergeben.

Abb. 1
Bruchfeld über dem ehemaligen Braunkohlentiefbau „Margarethe", westlich Brieskow-Finkenheerd, Landkreis Oder-Spree
Hunderte von Bruchtrichtern mit Durchmessern von bis zu 12 Meter prägen die etwa 16 ha große Graslandschaft;
Luftbildaufnahme (Ausschnitt) 1985, Maßstab 1: 5 000 (KAZ Leipzig - LFB Nr.: 116/85)

Fig. 1
Fracture zone above the former lignite underground mine "Margarethe", western Brieskow-Finkenheerd, Landkreis Oder-Spree, hundreds of collapse sinkholes with diameters up to 12 meters characterize the 16 ha vast grass landscape
Aerial photograph (detail) 1985, scale 1: 5 000 (KAZ Leipzig – LFB Nr.: 116/85)

Nach Auskohlung der Kammern wurde der Holzausbau weitestgehend „geraubt", und die Kammern gingen vom Bergmann gewollt zu Bruch. Da also ein Versetzen, das heißt eine nachträgliche Verfüllung der Abbaukammern bei diesem Abbauverfahren nicht erfolgte, blieben in der Tiefe Hohlräume zurück, die sich mehr oder weniger rasch durch das Deckgebirge sozusagen „nach oben fraßen", oder sich aufgrund der Auflockerung des Deckgebirges dort „totliefen" und die Tagesoberfläche nicht erreichten. Sofern die Voraussetzungen zum Durchschlagen der Primärhohlräume bis zur Tagesoberfläche gegeben waren, bildete sich hier oftmals schon kurzzeitig nach Einstellung der Abbautätigkeit ein so genanntes Bruchfeld (Abb. 1 bis Abb. 3).

Abb. 2
Brieskow-Finkenheerd Kammerbrüche, Bruchfeld des Tiefbaus „Margarethe"
Foto: R.-G.. Wedde

Fig. 2
Brieskow-Finkenheerd chamber faults, fracture zone of the underground mining "Margarethe"
photo: R.-G.. Wedde

Abb. 3
Brieskow-Finkenheerd Streckenbruch im Bruchfeld „Margarethe"
Foto: R.-G.. Wedde

Fig. 3
Brieskow-Finkenheerd drift fault in the fracture zone "Margarethe"
photo: R.-G.. Wedde

Neben den beim Kammer-Pfeilerbruchbau vom Bergmann schon unmittelbar nach der Auskohlung bewusst initiierten Kammereinbrüchen können Tagesbrüche auch aus völlig anderen Ursachen (Schachteinsturz, Nachbruch der Abbaukante, Hochbruch von Strecken- und Stollenhohlraum u. a.) und mit den unterschiedlichsten Erscheinungsbildern (schlotartig, gewölbeförmig, rund, oval) an der Erdoberfläche auftreten.

In Ostbrandenburg sind als Folgeerscheinung des ab Mitte des 19. bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts in insgesamt 62 Gruben umgegangenen Braunkohlentiefbaus in den letzten Jahren mehr als zwei Dutzend Tagesbrüche gefallen.
Zwölf Tagesbrüche mit Durchmessern bis zu 10 m ereigneten sich allein im Stadtgebiet von Frankfurt (Oder).

Ein Schachteinsturz kann vor allem dann auftreten, wenn
a) die Schacht-Verfüllsäule beispielsweise durch das Unwirksamwerden einer eingebauten Bühne (vor allem bei tieferen und querschnittsgroßen Schächten nur wenige Meter unter dem Schachtkopf eingebauter hölzerner Zwischenboden) nachbricht,
b) das Verfüllmaterial infolge hydrodynamischer Prozesse in vom Schacht abzweigende, unverfüllte Strecken abgeht oder aber auch
c) beim Verpressen von Versatzsuspension in zum Schacht führende unverfüllte Strecken die Verfüllsäule an ihrer Basis beginnend weggeschoben wird und diese schließlich nachbricht.
Schachteinstürze können auf Grund ihrer in der Regel großen Durchmesser und Tiefen vor allem dann verheerende Folgen haben, wenn sie in öffentlich genutzten Gebieten auftreten (BACHMANN & BROSE, 1970; Abb. 4 bis Abb. 9).

Abb. 4
Frankfurt (Oder)-Lossow eingestürzter „Schacht der Jugend", die linke/westliche Hälfte des Kraters ist bereits verfüllt, Durchmesser: 21 m; Tiefe: 12 m
Foto: F. Brose

Fig. 4
Frankfurt (Oder)-Lossow caved in "Schacht der Jugend", the left/western half of the crater is already refilled diameter: 21 m; depth: 12 m
photo: F. Brose

Abb. 5
Frankfurt (Oder) auf Betriebsgelände eingestürzter Schacht „Otto"
Durchmesser: 5 m; Tiefe: 3 m
Foto: R.-G. Wedde

Fig. 5
Frankfurt (Oder) caved in disused shaft, so called „Otto" at the company site, diameter: 5 m; depth: 3 m
photo: R.-G. Wedde

Abb. 6
Frankfurt (Oder) Vereinszeche „Cons. Vaterland"; Grube Herrmann
Einsturz des Wetterschachtes III, deutlich ist der nahezu senkrechte Abriss sichtbar Durchmesser: 6,0 m; Tiefe: 3,5 m
Foto: T. Göbel

Fig. 6
Frankfurt (Oder) Vereinszeche "Cons. Vaterland"; mine Herrmann collapse in of the ventilation shaft III, the almost vertical break is clearly visible; diameter: 6,0 m; depth: 3,5 m
photo: T. Göbel

Abb.7
Bollersdorf Braunkohlengrube Max & Willenbücher, Nachsackung der Verfüllsäule Schacht „Anna" (März 1999)
Durchmesser: 2,0 m; Tiefe: 1,5 m
Foto: W. Seiferth

Fig. 7
Bollersdorf lignite mine Max & Willenbücher, settling of the backfilling column shaft "Anna" (march 1999)
diameter: 2.0 m; depth: 1.5 m
photo: W. Seiferth

Abb. 8
Frankfurt (Oder) Vereinszeche „Cons. Vaterland"; „Grube Körner" Tagesbruch über Treibeschacht „Körner" vom 03.12.2002, Situation am 04.12.2002
Durchmesser: 5 m, Tiefe 1 m
Foto: T. Göbel

Fig. 8
Frankfurt (Oder) Vereinszeche "Cons. Vaterland"; mine „Körner", collapse sinkhole above the shaft „Körner" 12.03.2002, situation on 12.04.2002
diameter: 5 m; depth: 1 m
photo: T. Göbel

Abb. 9
Frankfurt (Oder) Vereinszeche „Cons. Vaterland"; „Grube Körner"; Tagesbruch über Treibeschacht „Körner" vom 03.12.2002; Situation am 09.12.2002
Durchmesser: 10 m, Tiefe 5 m
Foto: R.-G. Wedde

Fig. 9
Frankfurt (Oder) Vereinszeche "Cons. Vaterland"; mine „Körner"; collapse sinkhole above the shaft „Körner" 12.03.2002; situation on 12.09.2002
diameter: 10 m depth: 5 m
photo: R.-G. Wedde

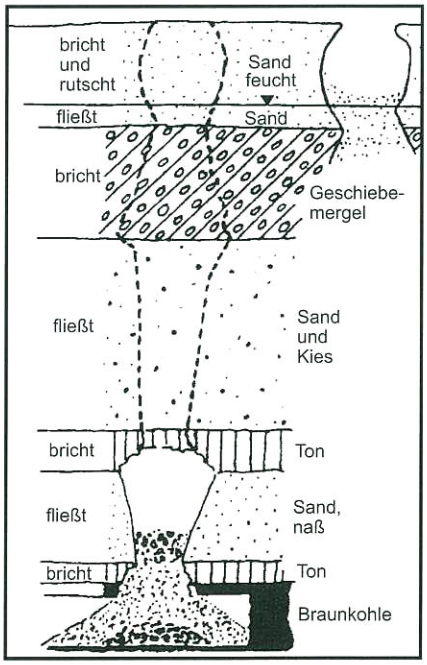


Abb. 10
Schema der Entwicklung eines Tagesbruchs über einer Strecke, beginnend mit dem Zusammenbruch des über der ausgekohlten Kammer (Primärhohlraum/Primärbruchvolumen) liegenden Tones, nach F. BROSE, 1995

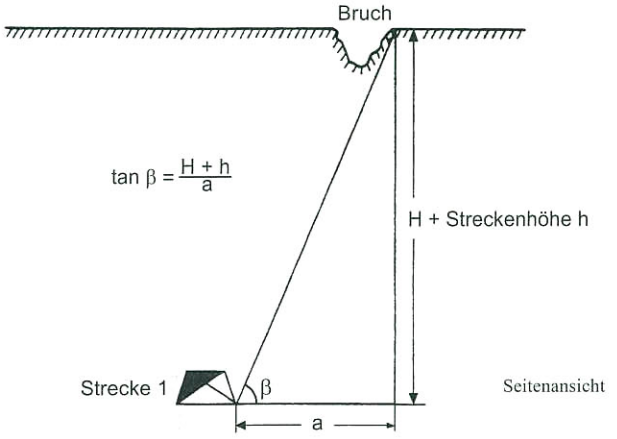
Fig. 10
Sketch of the development of a collapse sinkhole above a drift beginning with the breakdown of the hanging clay layer above extracted Chamber (primary cavity/ primary fracture volume) after F. Brose, 1995

Neben den für die Erschließung des Grubenfeldes erforderlichen Tagesschächten und Stollen waren für den Kohleabbau weitere bergmännische Auffahrungen in Form von Strecken, Querschlägen, schiefe Ebenen, Blindschächten u. a. erforderlich, die im Untergrund Hohlräume hinterlassenen haben, welche ebenfalls bis zur Erdoberfläche durchbrechen können.
Die nebenstehende Abbildung 10 skizziert den Bruchvorgang über einer Strecke im Lockergestein.

Während bei einem Schachteinsturz die Schachtsäule in der Regel immer lotrecht zusammenbricht und sich oftmals erst nach dem Einsturz kegelartig ausweitet, kann der Hochbruch über einer Strecke auch von der Lotrechten abweichend als Tagesbruch erscheinen. Diese Abweichung, die theoretisch in alle Richtungen von der Lotrechten möglich ist, wird im Wesentlichen vom geologischen Aufbau und den Lagerungsverhältnissen (z. B. einfallende bindige Schichten) des zusammenbrechenden Deckgebirges, von den Grundwasserverhältnissen und von der Tiefenlage der Strecke (Primärhohlraum) bestimmt. Der so genannte Bruchwinkel kann berechnet werden.

Die Abbildung 11 skizziert ein mögliches Erscheinungsbild.

Separate Tagesbrüche über zumeist mit Grubenholz verzimmerten oder ausgemauerten schlauchartigen Vor- und Ausrichtungsstrecken (Querschnitt: 3 m² - 5 m²), über sich kreuzenden und/oder auch übereinanderliegenden Strecken sowie Querschlägen können in Abhängigkeit von einer Reihe von Einflussgrößen (Aufbau des Deckgebirges, Alter des Abbaus, Abbautiefe, Querschnitt, Grundwasserverhältnisse u. a.) einerseits nur kurze Zeit nach Einstellung der Abbautätigkeit, andererseits aber auch erst viele Jahrzehnte bis zu mehr als einhundert Jahre danach fallen (Abb. 12 und 13). Bindige Schichten und mächtiges Deckgebirge verzögern das Durchbrechen eines Primärhohlraumes oder verhindern es auch gänzlich.



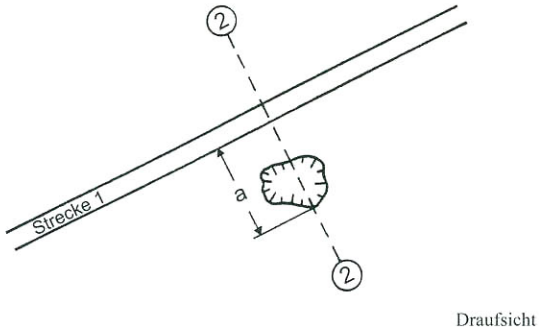


Abb. 11 *Auswirkung des Bruchwinkels auf die mögliche Lage des Tagesbruchs, nach J. Fenk, 1973*
Fig. 11 *Effect of the angle of break on the possible position of the collapse sinkhole, after to J. Fenk, 1973*

Abb. 12
Petersdorf, Landkreis Oder-Spree, „Notkohlengrube Rauen"; Tagesbruch (November 2002): Hochbruch im Bereich einer Strecke; Durchmesser: 3,5 m; Tiefe: 2,5 m *Foto: R.-G. Wedde*

Fig. 12
Petersdorf, Landkreis Oder-Spree, „Notkohlengrube Rauen"; collapse sinkhole (November 2002): Climbing breakdown a drift; diameter: 3,5 m; depth: 2, 5 m *photo: R.-G. Wedde*

Abb. 13
Detailaufnahme der Abbildung 12; die Einmessung des Tagesbruchs belegte eine Abweichung von 3 m von der Lotrechten der in 20 m Tiefe liegenden Strecke *Foto: R.-G. Wedde*

Fig. 13
Detailed photo of the figure 12; the result of the measurement of the collapse sinkhole gives evidence for a divergence of 3 m from the plumb line of the drift lying in a depth of 20 m *photo: R.-G. Wedde*

Abb. 14
Bollersdorf, *Landkreis Märkisch Oderland, Braunkohlengrube „Max & Willenbücher" der gewölbeformige Bruch erweitert sich bis 1,5 m Tiefe und ca. 2 m Durchmesser; Tagesbruch (Oktober 2002) unter Fahrweg; deutlich sichtbar ist die Reifenspur eines schweren Fahrzeuges, welches den Tagesbruch auslöste*
Durchmesser: 2 m; Tiefe: 1,5 m *Foto: R.-G: Wedde*

Fig.14
Bollersdorf, Landkreis Märkisch Oderland, lignite coal mine „Max & Willenbücher" cupola up to the surface (October 2002) under a road; the track of a heavy vehicle which caused the collapse sinkhole is clearly visible
diameter: 2 m; depth: 1,5 m *photo: R.-G. Wedde*

Abb. 15
Frankfurt (Oder)-Klingetal, Vereinszeche „Cons. Vaterland"; „Grube Körner"; Tagesbruch (Januar 2001) über einem Streckenkreuz
Durchmesser: 4,5 m; Tiefe: 3 m *Foto: K. Schenk*

Fig. 15
Frankfurt (Oder)-Klingetal, Vereinszeche "Cons. Vaterland"; "Grube Körner"; collapse sinkhole up to the surface (January 2001) above a drift crossing; diameter: 4,5 m; depth: 3 m *photo: K. Schenk*

Abb. 16
Frankfurt (Oder)-Kliestow, Vereinszeche „Cons. Vaterland"; „Grube Muth"; Tagesbrüche (November 1998) über einer Abbaukante;
Durchmesser: 2 m; Tiefe: 1,5 m *Foto: R:-G. Wedde*

Fig. 16
Frankfurt (Oder)-Kliestow, Vereinszeche „Cons. Vaterland"; „Grube Muth" collapse sinkholes up to the surface (November 2002) above a pillar edge; diameter: 2 m; depth: 1,5 m *photo: R.-G. Wedde*

Der Zeitpunkt des Fallens eines Tagesbruchs, der durch viele unwägbare Faktoren beeinflusst wird, ist rechnerisch nicht exakt zu ermitteln. Die Wahrscheinlichkeit des Fallens eines Tagesbruches (relative Bruchwahrscheinlichkeit) ist allerdings als eine statistische Größe empirisch und auch analytisch berechenbar. Witterungseinflüsse, wie Frost/Tauen, Starkregen und auch anthropogene Einwirkungen (Eingriff in die Hydrodynamik, statische/dynamische Belastung u. a) können den Zeitpunkt eines Tagesbruchs zusätzlich forcieren. Beispielsweise kann ein Tagesbruch durchaus schon beim Überfahren eines hängenden Bruches durch ein Kraftfahrzeug aktiviert werden. Die Abbildung 14 belegt eindrucksvoll ein solches Ereignis.

Größere Tagesbrüche können aufgrund des erheblichen Primärbruchvolumens beispielsweise über einem Streckenkreuz (Abb. 15) auftreten.
Ein typisches Bild von aneinandergereihten Tagesbrüchen über einer Abbaukante zeigt die Abbildung 16.

Abb. 17/18
Brieskow-Finkenheerd, Tagesbruch vom 15.11.1999 im Abbaurandbereich der Braunkohlengube „Margarethe"; Zufahrtsstraße zur Margarethensiedlung; Durchmesser: 5,0 m; Tiefe: 1,3 m *Fotos: S. Ihrke*

Fig. 18/19
Brieskow-Finkenheerd, collapse sinkhole at 11.15.1999 in the mine border of the lignite coal mine „Margarethe"; access road to Margarethensiedlung; diameter: 5,0 m; depth: 1,3 m *photos: S. Ihrke*

Tagesbrüche jeglicher Art haben meist negative Einwirkungen auf das Umfeld. In Abhängigkeit ihrer Lage und Größe bedeuten sie immer eine erhebliche Gefahr für die öffentliche Sicherheit.
Besonders negative Auswirkungen hatten auf Grund der oftmals hohen Massendefizite (große und tiefe Bruchtrichter !)in der Vergangenheit Einstürze von Schächten.

Ein gewisser positiver Aspekt ist Tagesbrüchen trotz aller Gefahren nicht abzustreiten, wenn mit ihrer Hilfe die Orientierung/Einpassung eines alten bergmännischen Risswerks in die aktuelle Topographie als Voraussetzung für weitere Erkundungs- und Sicherungsmaßnahmen möglich wird, jedoch nur, wenn das vertikale Hochbrechen über dem Primärhohlraum gegeben ist, wie etwa beim Einsturz eines Schachtes.

Zusammenfassung
Anhand einiger Beispiele von in Ostbrandenburg gefallenen Tagesbrüchen werden die Ursachen ihres Auftretens und die Vielfalt ihrer Erscheinungsformen dokumentiert. Die generell schädigenden Auswirkungen auf ihr Umfeld und die einhergehenden Gefährdungen der öffentlichen Sicherheit werden kurz beschrieben.

Summary
On the basis of a few examples of collapse sinkholes fallen in Ostbrandenburg the causes of their occurrence and the variety of their form are documented. The endangering of the public safety which comes along with the generally negative effects on the environment is described shortly.

Literatur

BACHMANN, G. & F. BROSE (1970): Ein Bauschadensfall in einem ehemaligen Bergbaugebiet. - In: WTI **11**, Heft 11, S. 3-9, Berlin

BROSE, F. (1995): Spuren des Braunkohlentiefbaues. - In: Schroeder, J. H. & W. Nowel (Hrsg.): Lübbenau - Calau. - Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg, Nr. 3, Geowiss. Berlin Brandenburg e. V., Berlin

FENK, F. (1973): Gefährdung der Tagesoberfläche durch bergmännische Hohlräume des Braunkohlenbergbaues der DDR (unveröff.)

FENK, F. (1981): Eine Theorie zur Entstehung von Tagesbrüchen über Hohlräumen im Lockergebirge. - Freiberger Forschungsheft **A 639**, 138 S., Leipzig

Anschrift des Autors:
Dipl.-Ing. (FH) Ralf-Günter Wedde
Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg
Regionalbüro Frankfurt/Oder
Müllroser Chaussee 51
15236 Frankfurt/Oder

Mitteilung aus dem Landesamt No. 163