

Ausgasungstechnische Sicherung des dauerstandsicher verfüllten Schachtes Grillo 3

Tim Hegemann¹⁾, Michael Opahle¹⁾, Stephan Klaß²⁾

¹⁾DMT GmbH, ²⁾Montan-Grundstücksgesellschaft mbH

ZUSAMMENFASSUNG :

Der Schacht Grillo 3 des ehemaligen Steinkohlenbergwerks Monopol war bis zu seiner dauerstandsicheren Verfüllung im Jahre 1983 und auch bei danach regelmäßig durchgeführten Messungen aus ausgasungstechnischer Sicht völlig unauffällig. Im Jahre 2006 jedoch konnten an der Tagesoberfläche schädliche Gase in erhöhten Konzentrationen gemessen werden, die ein sofortiges Handeln nötig machten. Nach der Aufklärung der Situation am Schachtkopf und dem Freilegen des Schachtes wurde eine Gasdrainage auf dem Schacht installiert. Die Altkanalisation im Bereich des Schachtkopfes wurde entfernt und andere im Boden liegende Strömungswege im Bereich des Schachtes wurden ausgebaut oder verschlossen.

Durch diese Maßnahmen konnte der Bereich erhöhter Ausgasung von etwa 25 Meter Radius um den Schachtmittelpunkt mehr als halbiert und eine Gefährdung der umliegenden Altbebauung verhindert werden. Das plötzliche Auftreten von hohen Gaskonzentrationen an diesem bisher unauffälligen Schacht verdeutlicht, dass verfüllte Schächte des Steinkohlenbergbaus auch noch weit nach ihrem Abwerfen zu einer Gefährdung durch schädliche Gase führen können.

ABSTRACT:

The shaft Grillo 3 of the abandoned coal mine Monopol was inconspicuous in terms of firedamp till its backfilling in 1983 and even during periodic measuring thereafter. However in 2006 dangerous gas concentrations were recorded at the shaft area requiring urgent detail measurements and safety activities. After clarification of the situation around the pit head and the excavation of the shaft a gas drainage was installed on top of the shaft. The old sewage system around the shaft was removed, and other potential flow tracks in the shaft area were removed or sealed.

The area of dangerous gas emissions of about 25 meters radius around the shaft centre could be cut down to less than half the size applying this measures. Moreover, the older buildings around the shaft could be prevented from any harm. The sudden appearance of dangerous gases at this inconspicuous shaft shows that backfilled shafts of abandoned coal mines can pose threat even years after closing down.

1 Historie

Das 1874 mit der Umbenennung aus Akropolis gegründete Bergwerk Monopol begann im Jahre 1906 mit dem Teufen des Schachtes Grillo 3, auch genannt Kiwitt, in Bergkamen-Weddinghofen. Zwei Jahre später erreichte der Schacht die Karbon-Oberfläche bei etwa 380 m, im Jahre 1909 erfolgte der Durchschlag mit der 4. Sohle in 575 m Teufe. Die 4. Sohle ist die oberste an den Schacht angeschlossene Sohle. Ein Jahr später erfolgte auch der Durchschlag mit der 5. Sohle und der Schacht wurde offiziell in Betrieb genommen. Der Schacht wurde noch zweimal, einmal im Jahre 1939 und einmal im Jahre 1953, tiefer geteuft, 1955 erfolgte der Durchschlag mit der 7. Sohle bei der Endteufe von 1028 Metern.

Schon 1969 wurde der untere Teil des Schachtes bis unterhalb der 5. Sohle wieder mit Lockermassen verfüllt. Im Jahre 1983 erfolgte dann schließlich die dauerstandsichere Teilverfüllung mit einem köhäsiven Füllgut. Dabei wurde bis zu einer Teufe von 413 Metern (oberhalb des obersten Anschlags) köhäsives Füllgut aufgebracht, wobei die im Schacht vorhandenen Lockermassen als Widerlager dienten. Nach der Aushärtung des Füllgutes wurden die nächsten 333 Meter wieder mit Lockermassen aufgefüllt, bevor ab einer Teufe von 80 Metern bis zur ehemaligen Rasenhängebank wieder kohäsives Füllgut aufgebracht wurde.

Der Schacht war bis zu seiner Verfüllung aus ausgasungstechnischer Sicht unauffällig. Bei einer Untersuchung des Ausgasungsverhaltens durch die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) im Jahre 1982 wurden nur geringe Methanzuströme festgestellt. Bei der Verfüllung sei laut WBK-Bericht nur mit „nicht nennenswerten“ Methanzuströmen zu rechnen, und es wurden auch keine bei der Verfüllung beobachtet.



Abb.1 : Schacht Grillo 3 (Pflasterung), im Hintergrund Haus eines Kleingartenvereins

2 Ausgasungsmessung

Auch nach der Verfüllung blieb der Schacht unauffällig, wurde aber weiterhin regelmäßig von der Betriebsdirektion Sanierung von Bergbaustandorten (BDSB), später von der Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (MGG), befahren und beobachtet.

Im August 2006 wurden zum ersten Mal erhöhte Konzentrationen schädlicher Gase im Umfeld des Schachtes gemessen. Daraufhin wurde von der DMT GmbH (DMT) in Zusammenarbeit mit der MGG umgehend ein umfangreiches Messprogramm durchgeführt. Dabei wurden im Bereich des Schachtes bis zu einer Entfernung von maximal 25 Metern vom Schachtmittelpunkt Methangehalte in der Bodenluft von bis zu 3,7 Vol.-% gemessen. Zur Messung der Methangehalte wurden Sondierungslöcher von etwa 15 cm Länge in den Boden geschlagen, die anschließend beprobt wurden.

In Kanalschächten, Bodeneinläufen und Unterflur-Hydranten in diesem Bereich konnten Methangehalte von bis zu 32 Vol.-% nachgewiesen werden, die mit höheren Kohlendioxidgehalten (bis zu 1,9 Vol.-%) und verminderten Sauerstoffgehalten (bis zu 9 Vol.-%) einhergingen. Im Zuge der Messungen wurde in etwa 18 Metern Entfernung vom Schacht ein unbekannter Hohlraum von etwa einem Kubikmeter Größe aufgefunden, der augenscheinlich Teil eines ehemaligen Abwassersystems war. In diesem Hohlraum konnten Methangehalte von 16 Vol.-%, Kohlendioxidgehalte von 4,6 Vol.-% und Sauerstoffgehalte von 2,2 Vol.-% gemessen werden.

Die Gaszusammensetzung in diesem Hohlraum wäre beim Einatmen aufgrund des geringen Sauerstoff- und des erhöhten Kohlendioxidgehaltes vermutlich auch bei kurzer Exposition tödlich.

Bei den aufgefundenen Hohlräumen, die teilweise mit Rohren untereinander verbunden waren, handelte es sich offensichtlich um eine ehemalige Kanalisation aus der Betriebszeit des Schachtes bzw. des Schachtstandortes. Über diese konkreten Strömungswege hätten sich die schädlichen Gase bis in eine größere Entfernung (über die 25 Meter hinaus) vom Schacht ausbreiten können. Zunächst stand nicht fest, ob noch eine Verbindung zu der Kanalisation der etwa 50 Meter entfernten Altbebauung besteht und die schädlichen Gase auf diese Weise bis zu der Altbebauung hätten verschleppt werden können. Beim Ausströmen des Gasgemisches z. B. in schlecht belüftete Kellerräume hätte sich neben der Erstickungsgefahr auch eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können.

3 Maßnahmen

Da sich im Bereich des Schachtes ein von einem Kleingartenverein genutztes Haus mit Strom- und Wasseranschluss sowie ein Spielplatz befanden, mussten umgehend die entsprechenden Maßnahmen eingeleitet werden. Das Haus und der Spielplatz wurden für den Zutritt gesperrt und es wurde überprüft, ob die ehemalige Zechenkanalisation noch an die Kanalisation der benachbarten Wohngebäude angeschlossen war, was aber glücklicherweise nicht der Fall war. Daraufhin wurde von der DMT und der MGG ein Konzept zur Aufklärung der Situation und zur Fassung der im Schacht auftretenden Gaszuströme entwickelt.

Von Oktober bis Dezember 2006 wurde der Schachtkopf komplett freigelegt. Innerhalb eines Radius von 20 m um den Schacht wurden alle aufgefundenen Rohrleitungen, Kabel, Kabel- und Abwasserkanäle komplett entfernt. Alle genannten diskreten Strömungswege wurden an der Grenze des 20 m-Bereiches je nach Größe entweder mit hydraulisch erhärtenden Materialien verschlossen oder zugemauert. Das Haus des Kleingartenvereins wurde im Zuge dieser Maßnahmen ebenfalls zurückgebaut.

Da bei diesen Arbeiten ständig schädliche Gase zuströmten, waren über die üblichen Baustellensicherungen hinaus noch weitere Maßnahmen erforderlich. So wurden die Orte, an denen Tiefbauarbeiten durchgeführt wurden, permanent mit einer blasenden Sonderbewetterung und einer

für den Bergbau zugelassenen Spirallutte mit einem Durchmesser von 400 mm bewettert. Der Mindestvolumenstrom wurde aufgrund der vorangegangenen Messungen und den Erfahrungen mit anderen gasbelasteten Baustellen im Ruhrrevier auf $4 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt. Darüber hinaus fanden regelmäßig Messungen des Methan-, Kohlendioxid- und Sauerstoffgehaltes in der Baugrube statt.



Abb.2 : Freigelegter Schachtkopf mit Sonderbewetterung

Nachdem die Füllsäulenoberfläche freigelegt war, konnten auf der Füllsäule mehrere Methanaustritte mit bloßem Auge beobachtet werden. Dort, wo nach einem Regen kleine Pfützen zurückblieben, warf durchströmendes Grubengas deutlich sichtbar Blasen. An anderen, trockenen Stellen strömte Grubengas deutlich hörbar durch kleine Ritzen und Spalten an der Füllsäulenoberfläche aus. Das austretende Grubengas hatte dabei eine Methankonzentrationen von über 90 Vol.-%. Die Kohlendioxidkonzentration des aus der Füllsäule austretenden Grubengases war vernachlässigbar gering.



Abb.3 : Gasaustritte auf der Füllsäulenoberfläche

Zur Erfassung dieser Gasströme wurde von der DMT in Abstimmung mit der MGG ein Konzept erarbeitet, das bautechnisch von Januar bis März 2007 umgesetzt wurde. Dabei wurde auf der Füllsäule eine Drainschicht aus Schmelzkammergranulat aufgebracht, in die vier vliesummantelte PE-Rohre DN 100 als Drainrohre eingebaut wurden. Diese Drainrohre wurden an eine aufgehende Entgasungseinrichtung DN 200 aus Stahl (PN 10) angeschlossen, die auf einem eigenen Fundament auf der Füllsäule aufgebaut wurde.

Die Tübbinginnenräume der obersten Tübbingschicht wurden gereinigt, abgemauert und mit Sperrputz versehen. Auf diese Weise konnte eine gasundurchlässige Verbindung zwischen den Tübbings und der abschließenden bewehrten Stahlbetonplatte WU 35 über der Drainschicht erreicht werden. Die Stahlbetonplatte wurde anschließend auf der Oberseite noch einmal mit einer 2-lagigen Bitumendickbeschichtung versehen. Dann wurde der gesamte Schacht wieder bis zur ursprünglichen Geländeoberkante übererdet.

Die Entgasungsleitung wurde bis drei Meter über die Geländeoberkante geführt und an ihrem Ausblasende mit einer dauerbrandsicheren Be- und Entlüftungshaube vom Typ Protego LH/EB I 400 gesichert.



Abb.4 : Stahlbetonplatte mit Bitumendickbeschichtung
(Entgasungseinrichtung nicht im Endausbau)

4 Kontrollmessungen

Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahme wurden von der DMT Kontrollmessungen im Bereich des Schachtes durchgeführt. Dort, wo sich vorher in der Altkanalisation und in anderen Hohlräumen explosionsfähige und gesundheitsgefährdende Gase angereichert hatten, konnten jetzt keine erhöhten Gehalte schädlicher Gase mehr festgestellt werden. In einem Kanaleinlauf etwa 21 Meter östlich des Schachtes, in dem vorher 0,6 Vol.-% CH_4 gemessen wurden, konnte Methan auch im ppm-Bereich nicht mehr festgestellt werden. Ebenso waren die Methankonzentrationen in der Bodenluft etwa 20 Meter nördlich des Schachtes (vorher bis zu 3,7 Vol.-%) auch im ppm-Bereich nicht mehr nachweisbar.

Auf der gesamten Tagesoberfläche war Methan nur noch in Spuren nachweisbar. Aufgrund des lockeren Untergrundes in Folge der Baumaßnahme konnten jedoch Sondierungslöcher von bis zu 60 cm Tiefe geschlagen und beprobt werden. In diesen Sondierungslöchern konnten weiterhin erhöhte Methangehalte in der Bodenluft direkt außerhalb des Schachtausbaus (bis zu 6,0 Vol.-%) sowie im Bereich des ehemaligen Hauses des Kleinartenvereins (bis zu 3,6 Vol.-%) gemessen werden. Die maximale Entfernung der erhöhten Ausgasung vom Schachtmittelpunkt betrug dabei 11 m. In der Entgasungsleitung der Schachtdrainage wurde während der Messungen Grubengas mit einem Methangehalt von 90,5 Vol.-% abgeführt. Bei einer zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Vollanalyse des aus der Drainage abströmenden Gases wurden die hohen Methangehalte bestätigt.

Laborwerte aktuelle Probe

RUK Probennummer		0708122
Probenahmedatum		22.08.2007
Kostenstelle / Auftragsdatum		14300 / 23.08.2007
Hauptkomponenten		
Methan	Vol.- %	91,1
Kohlendioxid	Vol.- %	< 0,1
Sauerstoff	Vol.- %	1,7
Stickstoff	Vol.- %	6,1
Argon	Vol.- %	n. b.
Helium	Vol.- %	n. b.
Kohlenwasserstoffe		
Ethan	Vol.- %	0,9480
Propan	Vol.- %	0,1250
i-Butan	Vol.- %	0,0115
n-Butan	Vol.- %	0,0052
i-Pentan	Vol.- %	0,0015
n-Pentan	Vol.- %	0,0002

Abb.5 : Vollanalyse des aus der Gasdrainage des Schachtes Grillo 3 abströmenden Gases

5 Schlussbemerkungen

Durch den Rückbau der Altkanalisation sowie die Einschränkung der Nutzung der Fläche in Kombination mit der Fassung der Gasströme aus der Füllsäule konnte die Sicherheit an der Tagesoberfläche wieder hergestellt werden.



Abb.6 : Endzustand der Fläche nach erfolgter Sanierung

Die Maßnahmen umfassten den Rückbau des Hauses des Kleingartenvereins, die Aufklärung und den Ausbau der ehemaligen Zechenkanalisation, den Ausbau oder das Verschließen anderer diskreter Strömungswege im Umkreis des Schachtes und die Schachtkopfsanierung mit Gasdrainage und Entgasungseinrichtung.

Grubengas steigt nicht nur über verfüllte Schächte, sondern auch über das gestörte Gebirge bzw. den Arbeitsraum außerhalb eines verfüllten Schachtes bis zur Tagesoberfläche auf und breitet sich in den oberen Bodenschichten rund um den Schacht aus. Dies zeigt sich hier durch die in der Bodenluft gemessenen Gaskonzentrationen nach der Sanierung des Schachtkopfes. Daher wird im Allgemeinen für jeden Schacht des Steinkohlenbergbaus ein ausgasungstechnischer Schachtschutzbereich (Ausgasungsschutzbereich) ausgewiesen, in dem mit dem Auftreten von schädlichen Gasen aus dem Untergrund zu rechnen ist. Dieser Ausgasungsschutzbereich ist nach den jeweiligen Erfordernissen des Einzelfalls festzulegen, er besteht jedoch bei der Mehrzahl der Schächte im Ruhrgebiet aus einem Kreis mit 25 Meter Radius um den Schachtmittelpunkt.

Im Falle des Schachtes Grillo 3 traten diese Gase erst über 20 Jahre nach der Verfüllung des Schachtes auf, dann aber in einer derartigen Konzentration und Menge, dass umgehend die o. g. Maßnahmen ergriffen werden mussten. Über die noch vorhandene Altkanalisation wäre sogar ein Verschleppen der Gase über den Ausgasungsschutzbereich hinaus bis in die umliegende Altbebauung nicht auszuschließen gewesen.

Der Bereich, in dem erhöhte Gehalte schädlicher Gase auftreten, konnte durch die durchgeführten Maßnahmen einerseits sehr viel konkreter gefasst und andererseits auch erheblich eingeschränkt werden. Da jedoch weiterhin schädliche Gase im Bereich des Schachtes auftreten, muss auch weiterhin die Nutzung der Tagesoberfläche in einem engeren Bereich um den Schacht eingeschränkt werden. Sollte auch hier eine intensivere Nutzung stattfinden, so könnte dies durch zusätzliche Maßnahmen zur Fassung und gefahrlosen Ableitung der beschriebenen Gasströme erreicht werden.