

Release of Mine Gas at the Surface – Status of Safety Measures and Monitoring in the Course of the Mine Water Rise

In order to keep the mine workings in the German coal mining industry dry, the mine water had to be lifted from great depths and brought to the surface for centuries. With the phase out of hard coal mining in the Ruhr area and in Ibbenbüren in 2018, the original purpose of this mine water management was lost. Since then, the mine water has been rising in a controlled manner. This increase

in mine water is associated with a profound change in the mine gas supply of the deposit and a change in the outgassing situation at the surface cannot be ruled out. By intensively monitoring the outgassing before, during and after the increase in mine water, the process as a whole can be observed and critical changes can be detected at an early stage in order to prevent a hazard from gas leaks.

Freisetzung von Grubengas an der Tagesoberfläche – Stand der Sicherungsmaßnahmen und des Monitorings im Zuge des Grubenwasseranstiegs

Damit die Grubengebäude im deutschen Steinkohlenbergbau trocken blieben, musste das Grubenwasser über Jahrhunderte aus großer Teufe gehoben und zutage gefördert werden. Mit dem Auslaufen des Steinkohlenbergbaus im Ruhrrevier und in Ibbenbüren im Jahr 2018 ging der ursprüngliche Zweck dieser Grubenwasserhaltung verloren. Seitdem steigt das Grubenwasser kontrolliert an. Mit diesem Anstieg des Grubenwassers ist eine tiefgreifende Än-

derung des Grubengasangebots der Lagerstätte verbunden und eine Veränderung der Ausgasungssituation an der Tagesoberfläche nicht auszuschließen. Durch das intensive Monitoring der Ausgasung vor, während und nach Grubenwasseranstieg kann der Prozess insgesamt beobachtet und kritische Veränderungen können frühzeitig erkannt werden, um eine Gefährdung durch Gasaustritte zu verhindern.

Introduction

For centuries, hard coal was mined in the Ruhr area and in Ibbenbüren. To keep the mine buildings dry, the mine water had to be lifted from great depths and brought to the surface. With the end of coal mining in the Ruhr area and in Ibbenbüren in 2018, the original purpose of mine water management was lost. Since then, it has been possible to allow the mine water to rise in a controlled manner while observing protection goals for people and the environment.

In this context, the effects on the release of mine gas are considered (Figure 1). With the widespread rise of the mine water, a profound change in the mine gas supply of the deposit is to be expected and a change in the outgassing situation at the surface cannot be ruled out. The contractor – in this case RAG Aktiengesellschaft, Essen/Germany – takes this situation into account with monitoring and, if necessary, preventive protective measures.

Mine gas is the gas mixture present in the water-free cavities created by mining, which essentially consists of methane (CH₄),

Einleitung

Über Jahrhunderte hinweg wurde im Ruhrgebiet und in Ibbenbüren Steinkohle gewonnen. Damit die Grubengebäude trocken blieben, musste das Grubenwasser aus großer Teufe gehoben und zutage gefördert werden. Mit dem Auslaufen des Steinkohlenbergbaus im Ruhrrevier und in Ibbenbüren im Jahr 2018 ging der ursprüngliche Zweck der Grubenwasserhaltung verloren. Es ist seitdem möglich, das Grubenwasser unter Beachtung von Schutzziele für Mensch und Umwelt kontrolliert ansteigen zu lassen.

In diesem Zusammenhang werden die Auswirkungen auf die Freisetzung von Grubengas betrachtet (Bild 1). Mit dem weiträumigen Anstieg des Grubenwassers ist eine tiefgreifende Änderung des Grubengasangebots der Lagerstätte zu erwarten und eine Veränderung der Ausgasungssituation an der Tagesoberfläche nicht auszuschließen. Dieser Situation trägt der Unternehmer – in diesem Fall die RAG Aktiengesellschaft, Essen – mit einem Monitoring und ggf. erforderlichen präventiven Schutzmaßnahmen Rechnung.



Fig. 1. Mine gas extraction at the Hugo 2 shaft.
Bild 1. Grubengasgewinnung am Schacht Hugo 2. Photo/Foto: Bezirksregierung Arnsberg

Grubengas ist das in den bergmännisch geschaffenen wasserfreien Hohlräumen anstehende Gasgemisch, welches im Wesentlichen aus Methan (CH_4), Stickstoff (N_2) und Kohlendioxid (CO_2) besteht. Die Zusammensetzung wird neben dem aus der Karbonlagerstätte freigesetzten Flözgas, das primär aus Methan besteht, durch Luftereintrag aus der Atmosphäre bestimmt.

Abschlussbetriebsplan für den Rückzug aus dem Grubenbetrieb

In diesem Zusammenhang ist die Bezirksregierung Arnsberg – Abteilung für Bergbau und Energie in NRW, Dortmund, als Bergbehörde für die Genehmigung und Überwachung (Monitoring) eines geordneten Grubenwasseranstiegs nach der Beendigung des Steinkohlenbergbaus zuständig.

nitrogen (N_2) and carbon dioxide (CO_2). The composition is determined not only by the coal seam gas released from the carbon deposit, which consists primarily of methane, but also by air input from the atmosphere.

Final operating plan for the withdrawal from mining operations

In this context, the Arnsberg District Government – Department for Mining and Energy in NRW, Dortmund/Germany, as the mining authority, is responsible for the approval and supervision (monitoring) of an orderly rise in mine water after the cessation of hard coal mining.

Pursuant to § 53 para.1 of the Federal Mining Act (BBergG), RAG has to submit a final operating plan for approval for the cessation of mining operations.

The final operating plan for the withdrawal from the mine workings may only be approved if, pursuant to § 55 para. 1 sentence 1 no. 5 and § 55 para. 2 no. 1 BBergG, care is taken to protect the surface in the interest of personal safety and public transport and to ensure the protection of third parties against the dangers to life and health of third parties caused by the operation even after the operation has ceased.

Protection of the surface includes, among other things, measures to prevent uncontrolled gas leaks at the surface (see section “Long-term degassing concept and outgassing monitoring”).

Outgassing monitoring under mining law

On the basis of a concept for the long-term degassing of the mine after its closure, RAG has to prove that diffuse outgassing of mine gas at the surface is avoided by a targeted acceptance of the mine gas flowing into the mine workings.

Furthermore, RAG shall carry out appropriate outgassing monitoring under the supervision of mining law for the effects on the surface in connection with the increase in mine water, including in the form of diffuse outgassing. Any negative developments are detected at an early stage and the risk of damage to the protected assets is reduced (see section “Long-term degassing concept and outgassing monitoring”).

Für die Einstellung eines bergbaulichen Betriebs hat die RAG gemäß § 53 Abs. 1 Bundesberggesetz (BBergG) einen Abschlussbetriebsplan zur Zulassung vorzulegen.

Der Abschlussbetriebsplan für den Rückzug aus dem Grubengebäude darf nur zugelassen werden, wenn gemäß § 55 Abs. 1 Satz 1 Nr. 5 und § 55 Abs. 2 Nr. 1 BBergG für den Schutz der Tagesoberfläche im Interesse der persönlichen Sicherheit und des öffentlichen Verkehrs Sorge getragen ist und der Schutz Dritter vor den durch den Betrieb verursachten Gefahren für Leben und Gesundheit Dritter auch noch nach Einstellung des Betriebs sichergestellt ist.

Zum Schutz der Tagesoberfläche zählen u. a. Maßnahmen vor unkontrollierten Gasaustritten an der Tagesoberfläche (s. Abschnitt „Langfristiges Entgasungskonzept und Ausgasungsmonitoring“).

Bergrechtliches Ausgasungsmonitoring

Anhand eines Konzepts zur langfristigen Entgasung des Bergwerks nach seiner Stilllegung muss von der RAG nachgewiesen werden, dass durch eine gezielte Annahme des im Grubengebäude zuströmenden Grubengases diffuse Ausgasungen von Grubengas an der Tagesoberfläche vermieden werden.

Ferner hat die RAG für die im Zusammenhang mit dem Grubenwasseranstieg stehenden Auswirkungen auf die Tagesoberfläche u. a. in Form von diffusen Ausgasungen ein entsprechendes Ausgasungsmonitoring unter bergrechtlicher Aufsicht durchzuführen. Negative Entwicklungen werden ggf. frühzeitig erkannt und das Risiko einer Schädigung der Schutzgüter wird vermindert (s. Abschnitt „Langfristiges Entgasungskonzept und Ausgasungsmonitoring“).

Beeinflussung der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg

Der Grubenwasseranstieg kann bezüglich der Gasfreisetzung aus der Steinkohlenlagerstätte folgende maßgebliche Effekte haben:

1. Mit dem Anstieg des Grubenwassers ist mit einem sukzessiven Rückgang des Methanzustroms aus dem Gebirge in das Grubengebäude zu rechnen, da die Desorption aus den noch anstehenden Flözen und Restpfleilern aufgrund des entgegengerichteten hydrostatischen Drucks abnimmt.

Influence of the outgassing by the mine water rise

The increase in mine water can have the following significant effects on the release of gas from the hard coal deposit:

1. With the rise in mine water, a successive decrease in the methane influx from the rock mass into the mine workings is to be expected, as desorption from the still-standing seams and residual pillars decreases due to the counteracting hydrostatic pressure.
2. The rise in mine water can cause the damming of flow paths within the mine workings. In individual cases, this can result in parts of the underground mine workings losing their connection to existing degassing pipes and thus no longer being able to degas as planned. Isolated areas are formed.
3. As a result of the rise in mine water, the mine gas present in mines that are not filled with water is compressed and usually displaced by rising pressure. The displacement of the mine gas can occur, on the one hand, via degassing pipes, backfilled shafts, faults or the rock mass towards the atmosphere and, on the other hand, via various roadway connections, mining approaches or the rock mass towards neighbouring mine workings. The volumetric distribution of the displacement on these flow paths depends on the respective flow resistances or permeabilities.
4. As a result of the rise in mine water, the gas composition in the mine workings can change in that, e.g., methane-rich gas mixtures are displaced by the rising water into other mine workings in a horizontal or vertical direction.

Long-term degassing concept and outgassing monitoring

In the course of the withdrawal from the underground mine workings, mine workings that are initially no longer required are successively removed in several phases. By opening selected dams in the area of abandoned mine fields and floor areas and by preparing gas pipes in the course of backfilling surface shafts, a gas pathway must be established for the safe discharge of the displaced mine gas to the surface. The shafts that are to be equipped with a degassing device for this purpose (Figure 2) are determined on the basis of expert investigations. In addition to the gas quantities to be discharged, it must be taken into account that a permanent connection to the mine workings is also provided in the course of the mine water rise.



Fig. 2. Degassing pipe at Constantin 1 shaft. // Bild 2. Entgasungsleitung am Schacht Constantin 1. Photo/Foto: Bezirksregierung Arnsberg

2. Durch den Grubenwasseranstieg können Strömungswege innerhalb des Grubengebäudes überstaut werden. Im Einzelfall kann dies zur Folge haben, dass Teile des untertägigen Grubengebäudes ihre Verbindung zu vorhandenen Entgasungsleitungen verlieren und somit nicht mehr planmäßig entgast werden können. Isolierte Bereiche bilden sich aus.
3. Durch den Grubenwasseranstieg wird das in nicht wassererfüllten Grubenbauen anstehende Grubengas verdichtet und durch steigenden Druck in der Regel verdrängt. Die Verdrängung des Grubengases kann einerseits über Entgasungsleitungen, verfüllte Schächte, Störungen oder das Gebirge zur Atmosphäre hin und andererseits über verschiedene Streckenverbindungen, Abbaunäherungen oder das Gebirge zu benachbarten Grubenbauen erfolgen. Wie sich die Verdrängung auf diese Strömungswege volumetrisch aufteilt, hängt von den jeweiligen Strömungswiderständen bzw. Durchlässigkeiten ab.
4. Infolge des Grubenwasseranstiegs kann sich die Gaszusammensetzung im Grubengebäude dadurch verändern, dass z. B. methanreicheres Gasgemisch durch das ansteigende Wasser in andere Grubenbaue in horizontaler oder vertikaler Richtung verdrängt wird.

Langfristiges Entgasungskonzept und Ausgasungsmonitoring

Im Zuge des Rückzugs aus den untertägigen Grubengebäuden werden zunächst nicht mehr benötigte Grubenbaue in mehreren Phasen sukzessive abgeworfen. Durch Öffnen von ausgewählten Dämmen im Bereich abgeworfener Grubenfelder und Sohlenbereiche sowie durch die Präparierung von Gasleitungen im Zuge der Verfüllung von Tagesschächten muss eine Gaswegigkeit zur gefahrlosen Abführung des verdrängten Grubengases bis nach über Tage hergestellt werden. Die Festlegung der Schächte, die hierzu mit einer Entgasungseinrichtung (Bild 2) auszustatten sind, erfolgt auf Grundlage gutachterlicher Untersuchungen. Dabei muss neben den abzuführenden Gasmengen beachtet werden, dass auch im Zuge des Grubenwasseranstiegs ein dauerhafter Anschluss an das Grubengebäude gegeben ist.

Durch die Umsetzung des Entgasungskonzepts wird zunächst sichergestellt, dass das Grubengas passiv über eine Entgasungseinrichtung in die Atmosphäre entweichen kann, um den Aufbau eines dauerhaften Überdrucks im Grubengebäude zu verhindern.

Seit Beginn der Förderung einer energetischen Verwertung von Grubengas durch das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) im Jahr 2000 wird dort, wo dies technisch und wirtschaftlich möglich ist, an den verfüllten Tagesschächten mit einer Entgasungsleitung zusätzlich eine Grubengasverwertung betrieben, welche die langfristige Entgasung des Grubengebäudes deutlich unterstützen kann. Durch die Gasabsaugung wird im Grubengebäude ein Unterdruck angelegt, der eine unkontrollierte Ausgasung zur Tagesoberfläche hin verhindert. Deren weiträumige Beeinflussung umfasst mittlerweile auch Grubenfelder, aus denen sich der Bergbau schon frühzeitig zurückgezogen hat und für die seinerzeit keine Entgasungskonzepte umgesetzt worden sind.

Begleitend zum Grubenwasseranstieg wird ein mehrstufiges Ausgasungsmonitoring durchgeführt. Mit Ausnahme der ehemaligen Bergwerke Ibbenbüren und Ost erfolgen Messungen zunächst ausschließlich an Schächten, da diese primäre Strömungswege darstel-

The implementation of the degassing concept first ensures that the mine gas can passively escape into the atmosphere via a degassing device in order to prevent the build-up of a permanent overpressure in the mine workings.

Since the promotion of an energetic utilisation of mine gas by the Renewable Energy Sources Act (EEG) began in 2000, an additional mine gas utilisation is operated at the backfilled day shafts with a degassing pipe where this is technically and economically possible, which can significantly support the long-term degassing of the mine workings. The gas extraction creates a negative pressure in the mine workings, which prevents uncontrolled outgassing towards the surface. Their widespread influence now also includes mine fields from which mining withdrew at an early stage and for which no degassing concepts were implemented at the time.

Multi-stage outgassing monitoring is carried out to accompany the increase in mine water. With the exception of the former Ibbenbüren and Ost collieries, measurements are initially carried out exclusively at shafts, as these represent primary flow paths and changes in pressures and gas composition can be detected at an early stage. If defined threshold values are reached in the first stage, the measurements are initially condensed or extended in space and time. In the next stage, further investigations are carried out as soon as warning values are reached and a change in the outgassing behaviour is thus detected. The aim of these investigations is to identify the causes of this change, to recognise potential hazards and to initiate preventive measures.

Special situations exist in the area of the Ibbenbüren and Ost mines. In the Ibbenbüren deposit, the Carboniferous extends to the surface. Therefore, fracture zones formed in the rock are also taken into account in the monitoring. In the area of Ost colliery, there is a partial gas-bearing overburden so that diffuse outgassing at the surface is possible despite the high negative pressures in the Carboniferous created by mine gas extraction. Here, too, monitoring at the surface shafts is supplemented by additional gas measurements at the surface.

In the southern Ruhr area, from which mining had withdrawn by the 1970s, there are individual areas with gas-permeable overburden and no possibility of degassing. As far as these areas are not demonstrably affected by mine gas extraction, level and degassing boreholes are sunk into the mine workings to monitor the pressure situation and to initially passively discharge mine gas for pressure relief. So far, three such boreholes have been put into operation in the Essen and Bochum city area. Four more boreholes are being implemented or planned.

If it is determined in the course of monitoring that the pressures in the mine workings rise to a critical level and uncontrolled gas leaks at the surface cannot be ruled out, further protective measures are individually determined and implemented. These range from local measures, such as the securing of shaft heads, to measures with wide-ranging effects, such as the suctioning of degassing pipes (Figure 3) or boreholes.

Results of the outgassing monitoring

The outgassing monitoring has been implemented by RAG for several years and is carried out by DMT GmbH & Co. KG (DMT), Essen/Germany. In the area of the former Ost and Ibbenbüren mines,

len und Veränderungen der Drücke und der Gaszusammensetzung frühzeitig erkannt werden können. Werden in der ersten Stufe dafür definierte Schwellenwerte erreicht, erfolgt zunächst eine räumliche und zeitliche Verdichtung oder auch Ausweitung der Messungen. In einer nächsten Stufe erfolgen weitergehende Untersuchungen, sobald Warnwerte erreicht werden und damit eine Veränderung des Ausgasungsverhaltens erkannt wird. Diese Untersuchungen haben zum Ziel, die Ursachen dieser Veränderung zu identifizieren, potentielle Gefährdungen zu erkennen sowie präventive Maßnahmen einzuleiten.

Im Bereich der Bergwerke Ibbenbüren und Ost bestehen besondere Situationen. In der Ibbenbürener Lagerstätte reicht das Karbon bis an die Tagesoberfläche. Daher werden auch im Gebirge ausgebildete Bruchzonen im Monitoring berücksichtigt. Im Bereich des Bergwerks Ost besteht partiell ein gasführendes Deckgebirge, so dass trotz der von der Grubengasgewinnung angelegten hohen Unterdrücke im Karbon eine diffuse Ausgasung an der Tagesoberfläche möglich ist. Auch dort wird das Monitoring an den Tagesschächten durch zusätzliche Gasmessungen an der Tagesoberfläche ergänzt.

Im südlichen Ruhrrevier, aus dem sich der Bergbau bis in die 1970er Jahre zurückgezogen hat, existieren einzelne Bereiche mit gasdurchlässigem Deckgebirge und fehlender Entgasungsmöglichkeit. Soweit diese Bereiche nicht nachweislich von der Grubengasgewinnung beeinflusst sind, werden Pegel- und Entgasungsbohrungen in das Grubengebäude abgeteuft, um die Drucksituation zu überwachen und Grubengas zur Druckentlastung zunächst passiv abzuführen. Bisher sind drei solcher Bohrungen im Essener und Bochumer Stadtgebiet in Betrieb genommen worden. Vier weitere Bohrungen sind in der Umsetzung bzw. Planung.

Sollte im Zuge des Monitorings festgestellt werden, dass die Drücke im Grubengebäude auf ein kritisches Maß ansteigen und unkontrollierte Gasaustritte an der Tagesoberfläche nicht auszuschließen sind, werden weitere Schutzmaßnahmen individuell festgelegt und umgesetzt. Diese reichen von lokalen Maßnahmen wie der Sicherung von Schachtköpfen bis hin zu weiträumig wirksamen Maßnahmen, wie die Besaugung von Entgasungsleitungen (Bild 3) oder Bohrungen.



Fig. 3. Mine gas extraction system at the Centrum 2 shaft.

Bild 3. Grubengasabsauganlage am Schacht Centrum 2. Photo/Foto: DMT

measurements have already been taking place since 2018 and 2019, respectively. From the beginning of 2022, the monitoring ordered by the authorities has been extended over a wide area in the course of the discontinuation of the dewatering operations on the Emscher (Carolinenglück, Zollverein, Amalie and Concordia).

In the first two stages, the outgassing monitoring currently covers about 500 day openings and additionally more than 3,000 measuring points on the surface. While the measurements at most of the day openings in the ascent phase are carried out monthly, there are intervals of three or six months for the day surface. The personnel costs for carrying out and continuously evaluating the measurements are correspondingly high.

In the first one and a half years of wide-area monitoring, the multi-stage concept has proven its worth against the background of the large number of measuring points. Changes in outgassing behaviour are detected at an early stage and the corresponding areas become the focus of further investigations. The distribution of pressures and gas compositions within the deposit is inhomogeneous and dynamic due to the influence of atmospheric pressure, even without the influence of the mine water rise. Gas mixtures primarily rise from the bottom upwards, but can also flow from the top downwards and horizontally, just like mine water. In this respect, changes are not necessarily due to the rise in mine water and are not necessarily associated with a hazard. This must be worked out and evaluated within the framework of individual case studies. In this respect, DMT provides expert support for the outgassing monitoring and additional measuring teams.

For the first time, the development of the negative pressures caused by mine gas extraction can be recorded and evaluated on a large scale. Here, changes are to be expected due to the decreasing release of gas with the successive damming of gas-bearing seams and the congestion of flow paths.

In Ibbenbüren, a preventive measure to protect the surface from gas leaks was successfully implemented in 2019 with the operation of a gas extraction system at the Von Oeynhausen 2 shaft. In contrast to the Ruhr coalfield, mining there took place in a limited area from the surface to a depth of over 1,500 m due to the nature of the deposits. Due to the comparatively fast water rise and the high gas conductivity of the deep deposit, methane-containing gas mixtures were initially displaced into the higher-lying mine workings. By operating the gas extraction system, a pressure gradient directed from the surface into the mine workings was realised, which prevented a further displacement of the gas to the surface and thus a hazard. The effect of the measure is monitored extensively in the course of the outgassing monitoring.

Integral monitoring

A number of monitoring measures are already laid down for the individual mines and dewatering operations in current approvals of final operating plans and in water law permits for the lifting and discharge of mine water. This is the basis for the integral monitoring of the mine water rise in the hard coal industry in North Rhine-Westphalia, which breaks away from the singular monitoring of the individual mines or current dewatering operations and thus ultimately takes a comprehensive view of all future dewatering provinces. In addition to the NRW Department of Mining and Energy, the Arnsberg District Government (BRA), Dortmund/

Ergebnisse des Ausgasungsmonitorings

Das Ausgasungsmonitoring wird seit mehreren Jahren durch die RAG umgesetzt und durch die DMT GmbH & Co. KG (DMT), Essen, begleitet. Im Bereich der ehemaligen Bergwerke Ost und Ibbenbüren erfolgen die Messungen bereits seit 2018 bzw. 2019. Ab Anfang 2022 wurde das behördlich angeordnete Monitoring im Zuge der Einstellung der Wasserhaltungen an der Emscher (Carolinenglück, Zollverein, Amalie und Concordia) weiträumig erweitert.

Das Ausgasungsmonitoring umfasst derzeit in den ersten beiden Stufen rd. 500 Tagesöffnungen und zusätzlich über 3.000 Messpunkte an der Tagesoberfläche. Während die Messungen an den meisten Tagesöffnungen in der Anstiegsphase monatlich erfolgen, bestehen für die Tagesoberfläche Intervalle von drei bzw. sechs Monaten. Entsprechend hoch ist auch der personelle Aufwand für die Durchführung und laufende Auswertung der Messungen.

In den ersten eineinhalb Jahren des weiträumigen Monitorings hat sich vor dem Hintergrund der großen Anzahl an Messpunkten das mehrstufige Konzept bewährt. Veränderungen im Ausgasungsverhalten werden frühzeitig erkannt und die entsprechenden Bereiche rücken in den Fokus weiterer Untersuchungen. Die Verteilung von Drücken und Gaszusammensetzungen innerhalb der Lagerstätte ist inhomogen und aufgrund der Beeinflussung durch den Luftdruck auch ohne den Einfluss des Grubenwasseranstiegs dynamisch. Gasgemische steigen primär von unten nach oben, können aber auch wie das Grubenwasser von oben nach unten und horizontal fließen. Insofern sind Veränderungen nicht zwangsweise auf den Grubenwasseranstieg zurückzuführen und auch nicht zwangsweise mit einer Gefährdung verbunden. Dies gilt es im Rahmen von Einzelfalluntersuchungen herauszuarbeiten und zu bewerten. Diesbezüglich wird das Ausgasungsmonitoring von der DMT fachgutachterlich und durch zusätzliche Messtrupps unterstützt.

Erstmalig kann auch die Entwicklung der von der Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdrücke großräumig erfasst und bewertet werden. Hier sind Veränderungen aufgrund der mit der sukzessiven Überstauung gasführender Flöze zurückgehenden Gasfreisetzung und des Einstaus von Strömungswegen zu erwarten.

In Ibbenbüren ist im Jahr 2019 mit dem Betrieb einer Gasabsaugung am Schacht Von Oeynhausen 2 eine präventive Maßnahme zum Schutz der Tagesoberfläche vor Gasaustritten erfolgreich umgesetzt worden. Im Gegensatz zum Ruhrrevier erfolgte dort der Bergbau lagerstättenbedingt auf begrenztem Raum von der Tagesoberfläche bis in eine Teufe von über 1.500 m. Aufgrund des vergleichsweise schnellen Wasseranstiegs und der hohen Gasführung der tiefen Lagerstätte wurde zunächst methanhaltiges Gasgemisch in die höher gelegenen Grubenbaue verdrängt. Durch den Betrieb der Gasabsaugung wurde ein von der Tagesoberfläche in das Grubengebäude gerichtetes Druckgefälle realisiert, welches eine weitere Verdrängung des Gases zur Tagesoberfläche und damit eine Gefährdung unterbindet. Die Auswirkung der Maßnahme wird im Zuge des Ausgasungsmonitorings umfangreich überwacht.

Integrales Monitoring

In aktuellen Zulassungen von Abschlussbetriebsplänen sowie in wasserrechtlichen Erlaubnissen zum Heben und Einleiten von Grubenwasser sind für die einzelnen Bergwerke bzw. Wasserhaltungen bereits eine Reihe von Monitoringmaßnahmen festgeschrieben. Hierauf setzt das integrale Monitoring für den Grubenwasseran-



Fig. 4. The integral monitoring website. // Bild 4. Die Website zum Integralen Monitoring.
Source/Quelle: Bezirksregierung Arnsberg

stieg im Steinkohlenbergbau in Nordrhein-Westfalen auf, das sich von der singulären Überwachung der einzelnen Bergwerke bzw. heutigen Wasserhaltungen löst und so letztendlich alle künftigen Wasserhaltungsprovinzen übergreifend in den Blick nimmt. Als Beteiligte am Monitoring sind neben der Abteilung Bergbau und Energie in NRW der Bezirksregierung Arnsberg (BRA), Dortmund, als zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und den fachaufsichtlich zuständigen Ministerien (Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE) als oberste Bergbehörde und Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen als oberste Wasser- und Naturschutzbehörde), der Geologische Dienst NRW (GD NRW), das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), die RAG als Unternehmerin sowie weitere Behörden, Einrichtungen und Verbände zu nennen. Damit werden weitreichende Beteiligungen sichergestellt und umfangreiche Mitwirkungsmöglichkeiten eröffnet, und der Monitoringprozess erhält dadurch eine große Transparenz der Inhalte und Ergebnisse. Sämtliche Informationen zum Grubenwasseranstieg und zum Monitoring sind auf der Internetseite (www.grubenwasser-steinkohle-nrw.de) veröffentlicht (Bild 4).

Germany, as the responsible licensing and supervisory authority and the ministries responsible for technical supervision (Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Protection and Energy of the State of North Rhine-Westphalia (MWIKE) as the supreme mining authority and the Ministry of Agriculture and Consumer Protection of North Rhine-Westphalia as the supreme water and nature conservation authority), the Geological Survey of North Rhine-Westphalia (GD NRW), the North Rhine-Westphalian State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV), RAG as the contractor and other authorities, institutions and associations are involved in the monitoring process. This ensures wide-ranging participation and opens up extensive opportunities for involvement, and the monitoring process is thus given a high degree of transparency in terms of content and results. All information on the mine water rise and on monitoring is published on the website (www.grubenwasser-steinkohle-nrw.de) (Figure 4).

Impacts on mine gas extraction and utilisation

Since 2000, the extraction and utilisation of mine gas has been promoted by the Renewable Energy Sources Act (EEG) with a view to climate protection. Its main component, CH_4 , is a climate-damaging gas with a relative global warming potential of 25. One tonne of emitted CH_4 is therefore included in international reporting as 25 t of CO_2 equivalents. Over 100 years, the emitted tonne of CH_4 is as harmful to the climate as 25 t of CO_2 . The energy use and thus the recycling of the CH_4 , which is essentially converted into CO_2 , results in a positive effect in terms of climate protection. In view of the fact that without targeted extraction and utilisation, mine gas would escape into the atmosphere due to the natural reservoir pressure, the conversion of CH_4 into electricity was included in the EEG.

As a result of the expansion of mine gas extraction from abandoned mines initialised by the EEG, large parts of the Ruhr area are now affected in such a way that there is a more or less large underpressure in the open cavities of the mine. This currently prevents an uncontrolled outflow of mine gas from the mine workings to the surface in large areas. In addition, mine fields that were excavated before 1990 and cannot be passively degassed as planned via degassing pipes are also affected by the gas extraction.

Die Gewinnung und Verwertung von Grubengas wird seit 2000 durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Hinblick auf den Klimaschutz gefördert. Bei seinem Hauptbestandteil CH_4 handelt es sich um ein klimaschädliches Gas mit einem relativen Treibhauspotential (Global Warming Potential) von 25. Eine Tonne emittiertes CH_4 geht folglich als 25 t CO_2 -Äquivalente in die internationale Berichterstattung ein. Die emittierte Tonne CH_4 ist, auf 100 Jahre gesehen, so klimaschädlich wie 25 t CO_2 . Durch die energetische Nutzung und damit die Verwertung des CH_4 , welches im Wesentlichen in CO_2 umgewandelt wird, ergibt sich ein positiver Effekt im Sinne des Klimaschutzes. Vor dem Hintergrund, dass Grubengas ohne eine gezielte Absaugung und Verwertung aufgrund des natürlichen Lagerstätten-drucks in die Atmosphäre abströmen würde, wurde die Verstromung von CH_4 in das EEG aufgenommen.

Auswirkungen auf die Grubengasgewinnung und -verwertung

Durch den durch das EEG initialisierten Ausbau der Grubengasgewinnung aus stillgelegten Bergwerken sind heute weite Teile des Ruhrreviers derart beeinflusst, dass in den offenen Hohlräumen des Bergbaus ein mehr oder weniger großer Unterdruck anliegt. Dadurch wird derzeit ein unkontrolliertes Abströmen von Grubengas aus dem Grubengebäude zur Tagesoberfläche in weiten Bereichen vermieden. Außerdem werden Grubenfelder, die vor dem Jahr 1990 abgeworfen wurden und nicht über Entgasungsleitungen planmäßig passiv entgast werden können, durch die Gasabsaugung mit beeinflusst.

Mit dem Grubenwasseranstieg und dem sukzessiven Auslaufen der EEG-Förderung ab dem Jahr 2021 haben sich die Rahmenbedingungen zur Gewinnung und Verwertung des Grubengases überwiegend verschlechtert. Infolge steigender Saugdrücke, die

With the increase in mine water and the gradual expiry of the EEG subsidy from 2021, the framework conditions for the extraction and utilisation of mine gas have predominantly deteriorated. As a result of increasing suction pressures, which are necessary for the extraction of mine gas, and decreasing methane contents, this development will in all likelihood continue in the coming years.

In order to obtain statements on the conditions under which the continuation of mine gas extraction will be subject in the future, MWIKE has commissioned an expert opinion on mine gas extraction in 2019. On 3 April 2020, DMT presented an expert report with data, in particular on the quantity and quality structure of the mine gas supply depending on the increase in mine water (1).

The main findings of the report are that a technically recoverable and utilisable methane volume of around 1.82 bn m³ is forecast for the Ruhr coalfields and Ibbenbüren for the assumed period of the mine water increase from 2019 to 2035, whereby the proportion that can be economically utilised under the current framework conditions (methane content above 15% by volume) is significantly lower at 1.44 bn m³. In addition, the annual technically exploitable gas volumes will initially drop from around 197 M m³ in 2019 to around 84 M m³ in 2030 and then only decline slowly.

The experts assume that if technical gas extraction were to be completely discontinued by 2035, 1.57 bn m³ of CH₄ (corresponding to 28.3 Mt of CO₂ equivalents) would be released into the atmosphere. Technical gas extraction and utilisation of the mine gas, on the other hand, can avoid greenhouse gas emissions in the order of 24.5 Mt of CO₂ equivalents.

Note: Due to the applied suction pressure, more gas is released from the deposit than would occur under natural pressure conditions. This share, which is in addition to the degassing caused solely by the reservoir pressure, is estimated by DMT to be around 250 M m³ CH₄ by 2035 in the case of utilisation of the total technically recoverable methane volume.

Summary/outlook

No hazards should emanate from the effects of the mine water rise. This includes not only personal injury and property damage of some weight, but also, to an especially large extent, environmentally relevant consequential damage. This is ensured by extensive monitoring and any necessary protective measures.

Intensive monitoring of the outgassing before, during and after the rise in mine water enables the process as a whole to be observed and critical changes to be detected at an early stage in order to prevent hazards from gas leaks.

The monitoring, which was institutionalised in an integral process at the suggestion of the state government of North Rhine-Westphalia, has shown that in the course of the mine water rise there has so far been no hazardous situation due to escaping mine gas at the surface.

References / Quellenverzeichnis

(1) Gutachten zur Grubengasgewinnung in Nordrhein-Westfalen, DMT GmbH & Co KG, online unter www.wirtschaft.nrw/grubengas. Zuletzt aufgerufen am 13.08.2023.

für die Gewinnung des Grubengases erforderlich sind, und zurückgehender Methangehalte wird sich diese Entwicklung in den nächsten Jahren aller Voraussicht nach fortsetzen.

Um Aussagen darüber zu erhalten, welchen Bedingungen die Fortsetzung der Grubengasförderung zukünftig unterliegt, hat das MWIKE im Jahr 2019 ein Gutachten zur Grubengasgewinnung beauftragt. Am 3. April 2020 hat die DMT ein Gutachten mit Daten, insbesondere zum Mengen- und Qualitätsgerüst des Grubengas-dargebots in Abhängigkeit vom erfolgenden Grubenwasseranstieg vorgestellt (1).

Als wesentliche Ergebnisse des Gutachtens sind festzuhalten, dass für den angenommenen Zeitraum des Grubenwasseranstiegs von 2019 bis 2035 für das Ruhrrevier und Ibbenbüren ein technisch gewinn- und verwertbares Methanvolumen von rd. 1,82 Mrd. m³ prognostiziert wird, wobei der unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich verwertbare Anteil (Methangehalt über 15 Vol.-%) mit 1,44 Mrd. m³ deutlich darunter liegt. Darüber hinaus werden die jährlich technisch verwertbaren Gasvolumina von rd. 197 Mio. m³ im Jahr 2019 zunächst auf rd. 84 Mio. m³ im Jahr 2030 abfallen und danach nur noch langsam zurückgehen.

Die Gutachter gehen davon aus, dass bei einem vollständigen Entfall der technischen Gasabsaugung bis 2035 1,57 Mrd. m³ CH₄ (entsprechend 28,3 Mio. t CO₂-Äquivalente) in die Atmosphäre abgegeben würden. Durch die technische Gasabsaugung und Verwertung des Grubengases können hingegen Treibhausgasemissionen in der Größenordnung von 24,5 Mio. t CO₂-Äquivalente vermieden werden.

Anmerkung: Durch den angelegten Saugdruck wird aus der Lagerstätte mehr Gas freigesetzt, als dies unter natürlichen Druckbedingungen stattfinden würde. Dieser Anteil, der zusätzlich zu der ausschließlich durch den Lagerstättendruck verursachten Entgasung entsteht, wird von der DMT im Fall der Verwertung der gesamten technisch gewinnbaren Methanmenge auf rd. 250 Mio. m³ CH₄ bis 2035 geschätzt.

Zusammenfassung/Ausblick

Von den Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs dürfen keine Gefahren ausgehen. Dies beinhaltet nicht nur Personenschäden und Sachschäden von einigem Gewicht, sondern in besonderem Maß auch umweltrelevante Folgeschäden. Dies wird durch ein umfangreiches Monitoring und ggf. erforderliche Schutzmaßnahmen sichergestellt.

Durch das intensive Monitoring der Ausgasung vor, während und nach Grubenwasseranstieg können der Prozess insgesamt beobachtet und kritische Veränderungen frühzeitig erkannt werden, um eine Gefährdung durch Gasaustritte zu verhindern.

Das Monitoring, das auf Anregung der Landesregierung Nordrhein-Westfalens in einem Integralen Prozess institutionalisiert wurde, hat ergeben, dass im Zuge des Grubenwasseranstiegs bisher keine Gefährdungssituation durch austretendes Grubengas an der Tagesoberfläche bestanden hat.

Authors / Autoren

Dipl.-Ing. Thomas Imgrund, DMT GmbH & Co. KG, Essen, BR Dipl.-Ing. Martin Wissen, BD Dipl.-Ing. Ernst-Günter Weiß und OBVR Philipp Hensel M. Sc., Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, Dortmund