

Peter Goerke-Mallet
Frank Mersmann
Thorsten Beermann
Max Thomas Stöttner

Optimizing Long-term Mine Water Management of Mining Sites with the Help of Directional Drilling and Liner Technology

The exploitation of raw materials in opencast or subsurface mining is usually followed by an impact on the water balance. To guarantee a secure and efficient production process the water must be drained. The environment-friendly mine water management should be implemented during the active mining as well as in the post-mining phase. Moreover, abandoned mine sites are often marked by unsolved hydrogeological questions.

This article deals with a number of options to optimize the mine and geothermal water management on the basis of liner technology. This proven technology can be adapted on the specific hydro-

chemistry, on the construction form and the conditions of the given infrastructure. Also in combination with directional drilling and horizontal or inclined bore holes, the liner technology can be used. From the authors' point of view, the mine water management in active and abandoned mine sites lend itself to implementing interesting approaches for using hose liners. The currently available technology for the drilling of long horizontal bore holes can support the synergetic effect. This contribution should also give suggestions for the improvement of a secured planning of new mining projects.

Optimierung der langfristigen Wasserhaltung von Bergbaubetrieben mit Hilfe langer gerichteter Bohrlöcher und Schlauchliner-Technik.

Die Gewinnung von Rohstoffen im Tief- oder Tagebau ist in der Regel mit einem Eingriff in den Wasserhaushalt verbunden. Zur Gewährleistung eines sicheren und leistungsfähigen Produktionsprozesses muss also eine Wasserhaltung betrieben werden. Die umweltverträgliche Ableitung der Grubenwässer ist sowohl vom aktiven Bergbau als auch in der Nachbergbauphase sicherzustellen. Darüber hinaus ist der Altbergbau oftmals durch ungelöste hydrogeologische Fragestellungen gekennzeichnet.

Der Beitrag behandelt Möglichkeiten zur Optimierung des bergbaulichen und geothermischen Wassermanagements auf der Basis des Einsatzes der Schlauchliner-Technik. Diese bewährte Technik kann auf die spezifische Hydrochemie, die Bauform und

den Zustand der vorhandenen Infrastruktur angepasst werden. Auch in Kombination mit langen, gerichteten und horizontalen oder geneigten Bohrlöchern lässt sich die Schlauchliner-Technik einsetzen.

Aus Sicht der Verfasser bieten sich bei der bergbaulichen Wasserhaltung in betriebenen und stillgelegten Bergwerken nationale wie auch internationale Ansatzpunkte für optimierte Lösungen bei Verwendung von Schlauchlinern. Die aktuell verfügbare Technik zur Herstellung horizontaler Bohrlöcher großer Länge kann dabei für Synergieeffekte sorgen. Der Beitrag soll auch Anregungen für die Verbesserung der Planungssicherheit bei neuen Bergbauprojekten geben.

1 Introduction

On the one hand active mines are usually in permanent conflict with the water balance of the surrounding area, on the other side they provide qualified staff as well as a good infrastructure concerning the water management. In old mining mostly both is missing. Moreover the hydrochemistry leads to problems in drainage capabilities again and again. This situation is neither from the view of experts acceptable nor is it consistent with the requests of the Water Framework Directive of the EU.

1 Einleitung

Aktive Bergwerke stehen normalerweise in einem Dauerkonflikt mit dem Wasserhaushalt ihres Umfelds, verfügen aber in der Regel über eine Infrastruktur zur Wasserhaltung und über fachkompetentes Personal. Im Altbergbau fehlt es oftmals an beidem. Außerdem führt die Hydrochemie der Grubenwässer immer wieder zu Problemen in der Vorflut. Diese Situation ist weder aus fachlicher Sicht akzeptabel noch steht sie im Einklang mit den Forderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

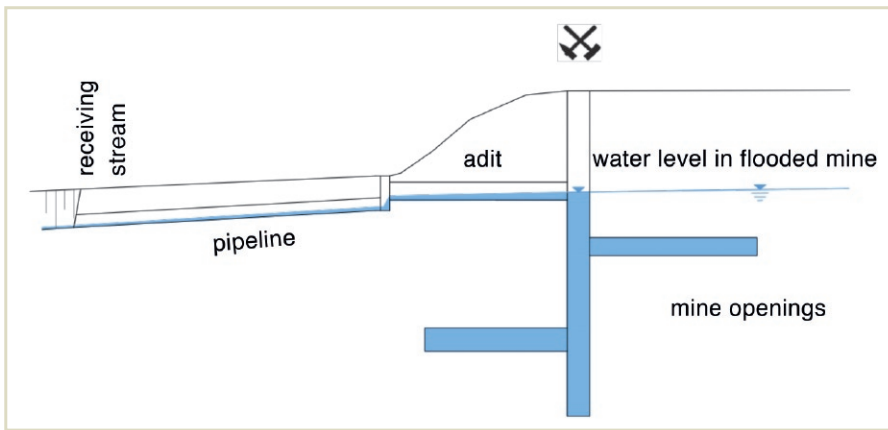


Fig. 1. Flooded mine and mine water discharge.
Bild 1. Grubenwasserannahme und Ableitung.

The task field of mine water management – infrastructure with its special occurrences can be observed all over the world and challenges the authors to create innovative ideas. The problem-solving strategies are based on the combination of proven technologies and processes under consideration of economic efficiency. The authors aim to engage in discussions about problem-solving approaches with professionals and to identify potential application cases. The following explanations provide evidence for practical feasibility and complete the statements in the publication of the journal "bergbau" with the title "Beitrag zur Sanierung der Infrastruktur für die nachsorgefreie Ableitung von Grubenwässern" (1).

To specify the problem, a shaft, which is flooded to the lowest hydraulically effective transfer point (the beginning of the gallery in the shaft), is assumed (Figure 1). The mine water is drained through the gallery and an earth-laid pipeline into the receiving watercourse (Figure 2). The overlap of the gallery rises from zero to 100 m. Gallery and pipeline must be restored and secured.

The hydrochemistry of mine water is characterized by increased salt, iron and sulphate contents and low or high pH values. For these waters in the broadest sense, the term "aggressive water" is applicable. The amount of water can comprise several ten thousand cubic meters per day. On this basis, the infrastructure for the secure and environmentally compatible discharge of mine water must be determined.

Das Aufgabenfeld Bergbau-Wasserhaltung-Infrastruktur mit seinen besonderen Ausprägungen ist rund um den Globus anzutreffen und hat die Autoren zur Erarbeitung innovativer Ideen herausgefordert. Die Vorschläge zur Problembewältigung basieren auf der Kombination bewährter Techniken und Verfahren unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit. Es geht darum, mit der Fachwelt in eine Diskussion über die Lösungsansätze zu kommen und potentielle Anwendungsfälle zu identifizieren. Die weiteren Ausführungen dienen dem Nachweis der praktischen Umsetzbarkeit und ergänzen die Ausführungen der Autoren in der Zeitschrift „bergbau“ mit dem Titel „Beitrag zur Sanierung der Infrastruktur für die nachsorgefreie Ableitung von Grubenwässern“ (1).

Zur Konkretisierung der Problemstellung wird der Fall eines bis zur niedrigsten hydraulisch wirksamen Übertrittschwelle (Stollenanschlag am Schacht) gefluteten Bergwerks unterstellt (Bild 1). Die Grubenwässer werden in dem Stollen aus der Grube heraus abgeleitet und durch eine erdverlegte Rohrleitung vom Stollenmundloch zu einer Einleitstelle in die Vorflut geführt (Bild 2). Die Überdeckung des Stollens wächst von 0 m auf 100 m an. Stollen und Rohrleitung müssen saniert und gesichert werden.

Die Hydrochemie der Grubenwässer ist durch erhöhte Salz-, Eisen- und Sulfat-Gehalte und niedrige oder hohe pH-Werte gekennzeichnet. Für diese Wässer ist im weitesten Sinn die Bezeichnung „aggressive Wässer“ anwendbar. Die Wassermenge kann mehrere zehntausend Kubikmeter pro Tag umfassen. Die Infrastruktur für die sichere und umweltverträgliche Ableitung der Grubenwässer muss auf diese Ausgangslage abgestimmt sein.

2 Schlauchliner-Technik

In dem o.g. Fachbeitrag sind die Möglichkeiten zur Sanierung der Infrastruktur für die Wasserableitung eingehend betrachtet worden. Es wird demzufolge an dieser Stelle bei der Rohrleitung der Einbau eines Schlauchliners favorisiert, also die grabenlose Sanierung in geschlossener Bauweise unterstellt. Schlauchliner sind Schläuche aus Verbundwerkstoffen, die aus verschiedenen Materialien, wie z.B. Glasfasern und Vliesen, meistens mit duroplastischen Kunstharzen getränkt, bestehen. Sie werden nach dem Einzug in die zu sanierende Rohrleitung aufgestellt und ausgehärtet (Bild 3). Das Glas-Harz-Konstrukt im Schlauchliner ist chemikalienresistent und nachweislich für die Ertüchtigung von Leitungen auf weitere 70 bis 100 Jahre ausgelegt. Diese Feststellungen treffen ausdrücklich auch für die o.a. Hydrochemie der Grubenwässer zu. Die Schlauchliner sind beständig gegen Me-



Fig. 2. Drainage adit in sandstone wallin.
Bild 2. Wasserlösungsstollen in Sandstein-Mauerung.
Photo/Foto: G. Mäscher/M. Sünkler)

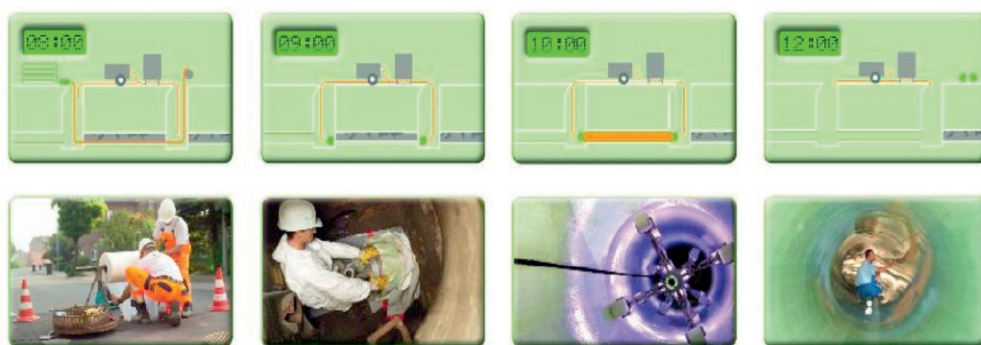


Fig. 3. Quick rehabilitation within a couple of hours/curing with modern UV technology.

Bild 3. Schnelle Sanierung innerhalb weniger Stunden/Härtung mit moderner UV – Lichttechnik.

2 Liner Technology

In the journal contribution mentioned above the intensively examined possibilities for the reorganization of the infrastructure for the water drainage is discussed. Consequently the installation of a hose liner in the pipeline, thus the trenchless rehabilitation in closed construction, is favored (cured-in-place pipe – CIPP). Hose liners are hoses made of composite materials constructed from different materials such as glass fibers and nonwovens, which are most often impregnated with thermosetting synthetic resins. They are straightened up and cured after being retracted into the pipeline, which is to be rehabilitated (Figure 3). The glass-resin construction in the hose liner is resistant to chemicals and demonstrably designed for the strengthening of lines for 70 to 100 years. These findings also apply for the above mentioned hydro-chemistry of mine water. The hose liners are resistant to methane and carbon dioxide and they are gas-tight at low pressures. It should be noted that with the special development of the SAERTEX-LINER Premium – with inner coating – also unpressurized gravity lines can be upgraded or repurposed to pressure pipes.

The adit (Figure 4) will be renovated by the installation of two GFRP pipe liner and the complete backfilling of the remaining free space. Therefore a maximum period of stability and operational efficiency is created, as worked out as part of a variant comparison in the publication mentioned above (1). In this case however, the building loses its drainage capacity. Depending on the hydrological situation this aspect could be important.

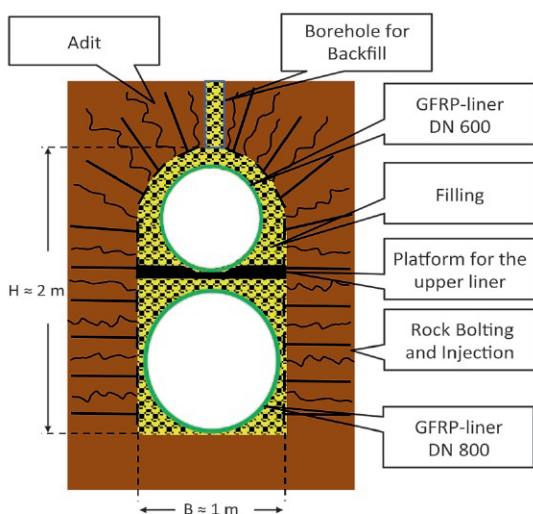


Fig. 4. Restored and fully filled adit with two GFRP liners.

Bild 4. Sanierter und vollverfüllter Stollen mit zwei GFRP-Schlauchlinern.

than und Kohlendioxid und bei geringen Überdrücken gasdicht. Hervorzuheben ist, dass sich mit der speziellen Entwicklung des SAERTEX-LINER Premium – mit Innenbeschichtung – auch drucklose Freispiegelleitungen zu Druckleitungen aufrüsten oder umfunktionieren lassen.

Das Stollenbauwerk (Bild 4) wird durch den Einbau zweier GFRP-Schlauchliner und der Vollverfüllung des verbleibenden Freiraums mit Baustoff saniert. Damit ist ein Höchstmaß an Dauerstandsicherheit und Betriebstüchtigkeit geschaffen, wie im Rahmen eines Variantenvergleichs in der bereits genannten Veröffentlichung herausgearbeitet wird. Allerdings verliert das Bauwerk in diesem Fall sein Drainagevermögen. Ein Gesichtspunkt, der je nach hydrogeologischer Situation von Bedeutung sein kann.



Fig. 5. 250 t Drilling Rig.
Bild 5. 250 t-Bohranlage.

By line redundancy both incidents in one of the GFRP pipe liner as well as scheduled cleanings and inspections can be controlled without loss of hydraulic usability of the adit. According to the current level of knowledge, a renewal of the GFRP pipe liners is not necessary. The minimum useful life is given by the manufacturer of 70 years. This is not empirically proven but is based on conservative projections. If the renewal case happens nonetheless, the repeated rehabilitation with GFRP pipe liners is a viable solution.

For the anticipated operating costs, the positive experience from the sewer rehabilitation can be transferred. The smooth-walled GFRP pipe liners are less prone to adhesions and can be quickly cleaned again. The repair of leaky pipe joints becomes unnecessary.

3 Horizontal Directional Drilling Technology

The rehabilitation of an existing infrastructure for long-term drainage in the manner described requires nearly dry conditions in the mine at least for the construction phase. This could be given during the flooding phase of the mine. In order to collateralize the drainage the drivage of a gallery may be considered. However, the production of directed horizontal or inclined wellbores may be an economical alternative. This technique provides itself in confined space conditions at the drill site.

Horizontal directional drillings reached an important role in the drilling and construction technique in the recent years. The technology of the Horizontal Directional Drilling (HDD) is in a rapid and continuous development. The authors want to present the basics of the process and show the synergies for water drainage resulting from the combination with the CIPP (2).

The Company Beermann Bohrtechnik GmbH, Hörstel-Riesen-

Durch die Leitungsredundanz können sowohl Störfälle in einem der GFK-Schlauchliner wie auch planmäßige Reinigungen und Inspektionen ohne Verlust der hydraulischen Nutzbarkeit des Stollens beherrscht werden. Nach aktuellem Wissensstand muss mit einer Erneuerung der GFK-Schlauchliner nicht gerechnet werden. Die vom Hersteller angegebene minimale Nutzungsdauer von 70 Jahren ist nicht empirisch belegt, sondern beruht auf konservativen Hochrechnungen. Sollte dieser Fall dennoch eintreten, ist auch hier die erneute Sanierung mit GFK-Schlauchlinern eine praktikable Lösung.

Für die zu erwartenden Betriebskosten lassen sich die positiven Erfahrungen aus der Kanalsanierung übertragen. Die glattwandigen GFK-Schlauchliner sind weniger anfällig für Anhaftungen und lassen sich schneller wieder reinigen. Die Reparatur undicht gewordener Rohrverbindungen entfällt.

3 Horizontalbohrtechnik

Die Sanierung einer bestehenden Infrastruktur zur langfristigen Wasserhaltung in der beschriebenen Weise setzt zumindest für die Bauphase nahezu trockene Verhältnisse im Grubenbau voraus. Diese könnten u. a. während der Flutungsphase des betreffenden Bergwerks gegeben sein. Für die Besicherung der Wasserableitung kann grundsätzlich die Neuauffahrung eines Stollens in Betracht kommen. Die Herstellung von gerichteten horizontalen oder geneigten Bohrlöchern kann aber durchaus eine wirtschaftliche Alternative sein. Diese Technik bietet sich gerade auch bei beengten räumlichen Gegebenheiten am Bohrort an.

Das Verfahren der Herstellung gerichteter Horizontalbohrungen hat in den letzten Jahren einen erheblichen Stellenwert in der Bohr- und Bautechnik angenommen. Die Technologie des „Horizontal Directional Drilling“ (HDD) befindet sich in einer rasanten und permanenten Weiterentwicklung. Die Verfasser wollen in kurzen Zügen die Grundlagen des Verfahrens darstellen und die sich aus der Kombination mit der Schlauchliner-Technik ergebenden Synergien für die Wasserhaltung aufzeigen (2).

Das Unternehmen Beermann Bohrtechnik GmbH, Hörstel-Riesenbeck, beschäftigt sich seit 1995 mit der Horizontalbohrtechnik. Die bisher abgewickelten Projekte haben das vor wenigen Jahren noch kaum bekannte Verfahren zu einer leistungsstarken grabenlosen Bautechnologie gemacht, die auch im Festgestein zur Anwendung kommt. Das Unternehmen unterquert im Horizontalbohrverfahren Gewässer, Kanäle, Bahnlinien oder Straßen, um unterirdisch und umweltverträglich bis zu 1.500 m lange Rohrstränge zu verlegen.

Mit Bohranlagen von 6,5 t bis 250 t Zug- und Schubkraft

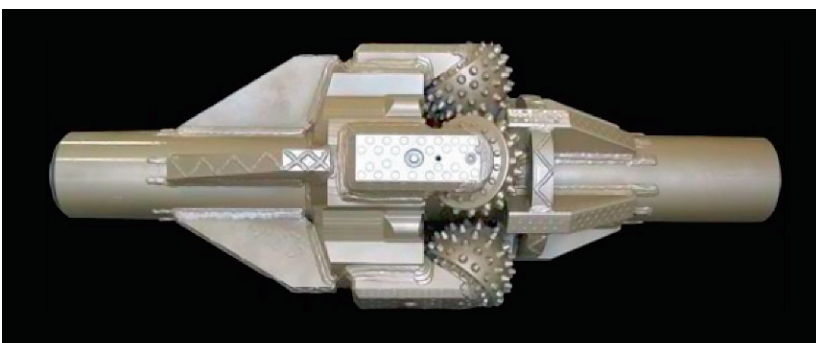


Fig. 6. Hole Opener for borehole reaming in hard rock.
Bild 6. Backreamer für die Bohrlochaufweitung im Festgestein (Hole Opener).

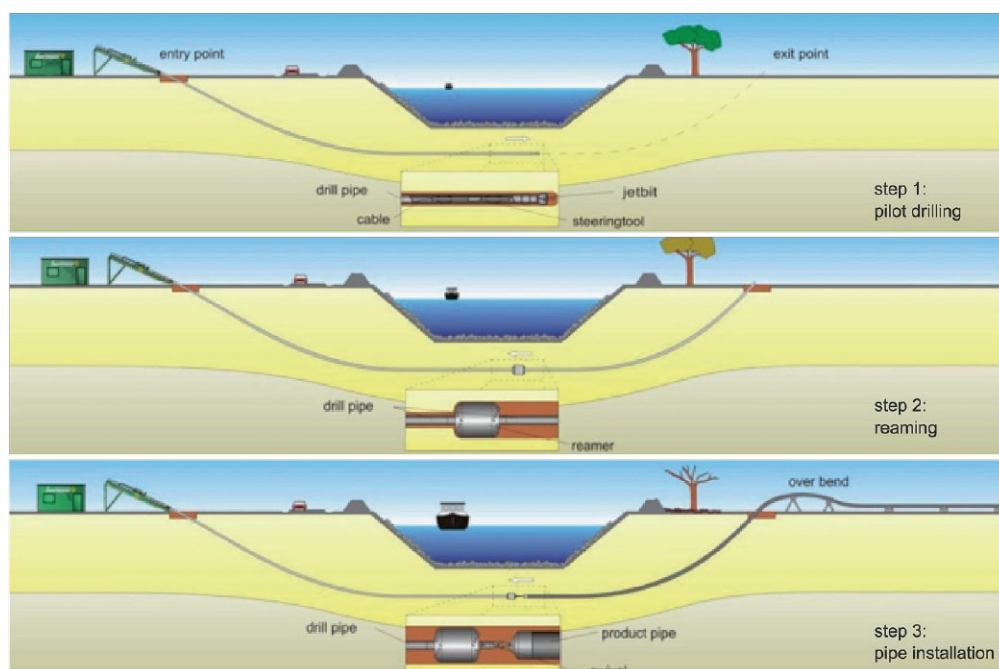


Fig. 7. Schematic pilot drilling – reaming – pipe installation.
Bild 7. Prinzipskizze Pilotbohrung – Aufweitung – Rohreinzug.

beck/Germany, operates with HDD since 1995. The previously completed projects have made the few years ago little-known process into a powerful trenchless construction technology, which is also used in hard rock. By using the horizontal directional technique, Beermann Bohrtechnik passes waters, chanel, railway lines or roads to install up to 1,500 m long pipes in a environmentally method.

With drilling rigs from 6.5 t to 250 t pull and push force (Figure 5) a pilot drilling is performed in all soil classes right up to hard rock with using a drill suspension. In the next step the borehole will be enlarged with so-called Backreamer (Figure 6) in one or more steps. After this working step a pipeline made of steel, cast iron or plastic will be pulled into the stabilized borehole.

Figure 7 shows the principle working steps of horizontal drilling. An important element in designing a horizontal drilling is to determine the entry and exit point of the drilling profile (3). The drilling process starts with the three-dimensional controlled pilot drilling along the specified drilling profile. The drill string is equipped with a jet bit or a rock drill head. (Figure 8).

A locating detection system (Figure 9) transfers the direction and inclination of the drill head through a cable in the drill string to an above-ground receiver. The Drill Guide called tracking system is based on an inertial navigation and includes basically a laser gyro (gyro optical). The traveled distance of the drill-head and the pending corrections of the direction are permanently calculated and displayed.

For the steering of drillings with roller cone bits in medium-dense soils a bent-sub is inserted in the drill string between the drill bit and locating system. The correction of the drill-path is be done by feeding and rotation or only feeding of the drill-head. For drillings in hard rock mud motors are used, which are driven by the drilling fluid. For steering, bent subs are also used in this case.

4 Planning case

The planning considerations to secure a tunnel structure through which the waters of a flooded mine will be diverted to the surface,

(Bild 5) wird in allen Bodenklassen und im Festgestein unter Einsatz einer Bohrsuspension eine Pilotbohrung mittels Ortungssystem zielgenau aufgeföhren. Im nächsten Arbeitsschritt wird in einem oder mehreren Vorgängen das Bohrloch mit sogenannten Backreamern aufgeweitet (Bild 6). In dem dabei hergestellten und von der Bentonitsuspension gestützten Bohrkanal wird beim Rückzug des Bohrgestänges eine Rohrleitung aus Kunststoff, Gusseisen oder Stahl eingezogen (Bild 7).

Bild 7 zeigt die drei Arbeitsschritte, die bei Horizontalbohrungen prinzipiell auszuführen sind. Ein wesentliches Element der Projektplanung von Horizontalbohrungen ist die Festlegung des Bohrprofils zwischen Ein- und Austrittspunkt (3). Der Bohrprozess beginnt mit der dreidimensionalen gesteuerten Pilotbohrung entlang der in der Bohrplanung festgelegten Bohrlinie. Die Bohrlanze ist mit einem auf den Boden bzw. das Gestein abgestimmten Bohrkopf bestückt (Bild 8).

Die von einem Ortungssystem (Bild 9) bestimmten Änderungen der Richtung und der Neigung des Bohrkopfes werden über ein Kabel im Bohrstrang zu einem oberirdischen Empfangsgerät übertragen. Das DrillGuide genannte Ortungssystem basiert auf der Trägheitsnavigation und umfasst im Kern einen Laserkreisel (optical gyro). Der vom Bohrkopf zurückgelegte Weg und die noch anstehenden Richtungskorrekturen werden permanent berechnet und angezeigt.

Für die Steuerung von Bohrungen mit Rollenmeißeln in mitteldicht gelagerten Böden wird ein Knickstück im Bohrstrang zwischen Bohrkronen und Ortungssystem eingesetzt und der Bohrlochverlauf mittels Vorschub und Rotation oder nur mittels Vorschub korrigiert. Bei Bohrlöchern im Festgestein kommen sogenannte Mud-Motoren zum Einsatz, die über die Bohrspülung angetrieben werden. Zur Steuerung werden auch in diesem Fall u. a. Knickstücke im Bohrstrang eingesetzt.

4 Planungsfall

Die planerischen Überlegungen zur Besicherung eines Stollenbauwerks, über das die Wässer eines gefluteten Bergwerks zur



Fig. 8. Bit/rock bit for the pilot drilling.
Bild 8. Bohrkronen/Rollenmeißel für die Pilotbohrung.

base on the development of a low-pitched and widened bore hole in parallel to the existing tunnel.

The adit of the flooded mine in this example requires a collateralization at a length of 1,000 m. At the end of this section with an inclination of 2 mm/m, there is an old, about 40 m deep shaft. At the base of the shaft, the mine water from different directions flow to the adit. Expediently a quantity- or level-controlled division of the mine water can happen at this point of the mine into the gallery or the well.

After its workover the shaft is the destination point for the pilot drilling and during the subsequent reaming phase it is the mounting chamber for backreamer. The drill-rig is set up near the portal of the adit. The performance of the machine, the drill bit and the drilling fluid are matched to the carboniferous sandstone in the bore path and the expected tectonic faults. The pilot drilling has a diameter of about 30 cm. The widening of the borehole is carried out in multiple steps up to a final diameter of about 100 cm. Afterwards a pipe liner is pulled through the shaft into the borehole.

Tagesoberfläche abgeleitet werden, basieren auf der Herstellung einer flach geneigten und aufgeweiteten Bohrung parallel zum bestehenden Stollen.

Das in der Problemstellung beschriebene Stollenbauwerk des gefluteten Bergwerks bedarf einer Besicherung und zwar über eine Länge von 1000 m. Am Ende dieses Abschnitts mit einer Neigung von 2 mm/m befindet sich ein alter, etwa 40 m tiefer Schacht. Am Fußpunkt des Schachts fließen die Grubenwässer aus verschiedenen Richtungen kommend dem Stollen zu. An dieser Stelle des Grubengebäudes kann zweckmäßigerweise eine mengen- oder niveaugesteuerte Aufteilung der Grubenwässer auf den Stollen oder das Bohrloch erfolgen.

Der Schacht dient nach seiner Aufwältigung als Landaum (Zielpunkt) für die Pilotbohrung und während der folgenden Phase der Bohrlochaufweitung als Montagekammer für die Backreamer. Die Bohrmaschine wird in der Nähe des Stollenmundlochs aufgebaut. Die Leistung der Maschine, die Bohrkronen und die Bohrspülung werden auf den karbonischen Sandstein in der Bohrtrasse und die erwarteten tektonischen Störungen abgestimmt. Die Pilotbohrung hat einen Durchmesser von etwa 30 cm. Die Aufweitung des Bohrlochs wird in mehreren Schritten bis zu einem Enddurchmesser von etwa 100 cm vorgenommen. In das Bohrloch wird anschließend über den Schacht ein Schlauchliner eingezogen.

Die Besicherung einer Wasserhaltung mit Hilfe von Horizontalbohrungen ist hier beispielhaft beschrieben. Es sollten damit die aktuellen planerischen und technischen Möglichkeiten aufgezeigt werden, die das HDD-Verfahren in Kombination mit dem Einsatz von Schlauchliniern bietet.

5 Ausblick

Nahezu jeder bergbauliche Prozess greift in den Wasserhaushalt der Umgebung ein. Mit anderen Worten: über- oder untertägiger Bergbau können nur in Verbindung mit einer leistungsfähigen Wasserhaltung betrieben werden. Die geordnete Annahme, Ableitung und ggf. Aufbereitung der Grubenwässer spielt sowohl in der Betriebs- als auch in der Stilllegungs- und Nachbergbauphase eine besondere Rolle. Für die technische und kostenmäßige Optimierung müssen für jeden Bergbaubetrieb spezifische Lösungen

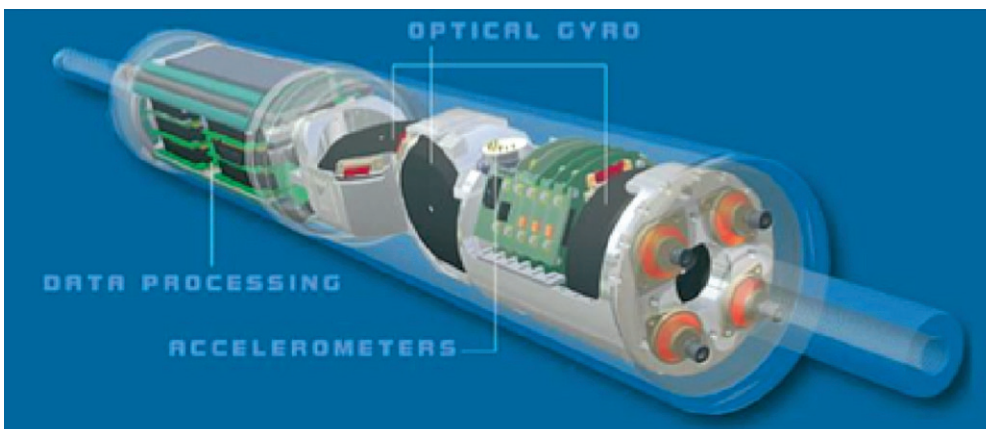


Fig. 9. Location System Drill Guide.
Bild 9. Ortungssystem.

The collateralisation of a drainage using horizontal drilling is described here as an example. It should be pointed out the current technical possibilities offered by the HDD method in combination with the use of liners.

5 Forecast

The improvement of the long-term mine-water management is a special challenge in active mines as well as in abandoned mines. It is a global problem and it is associated with operating safety, environmental impact, costs and sustainability. The article deals with modern techniques, such as horizontal directional drilling and liner technique. One can use these techniques to make active mines more safe and to solve the problems of water management in abandoned mines on a moderate level of costs.

Almost every mining process intervenes in the water balance of the environment. In other words, open cast or underground mining is only possible in conjunction with a powerful water drainage. The overall assumption, derivation and possible treatment of mine water plays an important role in both, the operating and the decommissioning and during the post-mining phase. For the technical and cost-related optimization specific solutions must be found for each mining operation. However, there are similarities in the infrastructure that are needed for long-term drainage. This article examines the possibilities for optimizing the mine water management based on the use of the CIPP technology. This proven technology can be adapted to the specific hydrochemistry, the design and the condition of the existing infrastructure.

The use of horizontal drilling is of particular interest for efficient and cost-effective mine dewatering. Nowadays manufacturing long, directed, horizontal or inclined drillings is technically possible even in hard rock. The article describes the current state of the art on a case which is to be found in the national and international (post) mining in a similar form.

A key challenge in abandoned mines is the orderly and environmentally sound reception, preparation and discharge of mine water. For this purpose, existing mining openings and technical facilities must be secured or newly developed.

The present article describes how the infrastructure can be developed nowadays in order to achieve a long-term and unproblematic solution that is both efficient and cost-effective due to the help of long directed horizontal drillings and the liner technology.

gefunden werden. Allerdings gibt es bei der Infrastruktur, die für die langfristige Wasserhaltung benötigt wird, Gemeinsamkeiten. Der Beitrag beleuchtet die Möglichkeiten zur Optimierung des bergbaulichen Wassermanagements auf der Basis des Einsatzes der Schlauchliner-Technik. Diese bewährte Technik kann auf die spezifische Hydrochemie, die Bauform und den Zustand der vorhandenen Infrastruktur angepasst werden.

Von besonderem Interesse für eine leistungsfähige und kostengünstige Grubenwasserhaltung ist der Einsatz der Horizontalbohrtechnik. Es bestehen heute die technischen Möglichkeiten zur Herstellung langer gerichteter horizontaler oder geneigter Bohrlöcher und zwar auch im Festgestein. Der Beitrag beschreibt den aktuellen Stand der Technik an einem Fall, der im nationalen und internationalen (Alt-)Bergbau in ähnlicher Form immer wieder anzutreffen ist.

Eine zentrale Herausforderung im Altbergbau ist die geordnete und umweltverträgliche Annahme, Aufbereitung und Ableitung des Grubenwassers. Dafür sind Grubenbaue und technische Einrichtungen vorhanden, die besichert oder neu erstellt werden müssen. Der Beitrag beschreibt, wie heute die Infrastruktur für die langfristige, nachsorgefreie Wasserhaltung effektiv und kostengünstig mit Hilfe von langen gerichteten Horizontalbohrlochern und der Schlauchliner-Technik aufgebaut werden kann.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Goerke-Mallet, P., Mersmann, F., Schmelzer, H., Stöttner, M. T., Giebelmeyer, H. (2014): Beitrag zur Sanierung der Infrastruktur für die nachsorgeoptimierte Ableitung von Grubenwässern. *Bergbau* 7/2014, S. 293–299.
- (2) Goerke-Mallet, P., Mersmann, F., Beermann, T., Stöttner, M. T. (2014): Optimierung der langfristigen Wasserhaltung von Bergbaubetrieben mit Hilfe langer gerichteter Bohrlöcher und Schlauchliner-Technik. *Altbergbau-Kolloquium*, Essen: VGE Verlag GmbH, pp. 163–71.
- (3) Mücke, T. (2008): Störanfälligkeiten in der Horizontalbohrtechnik. Diplomarbeit, Fachhochschule Köln.

Authors / Autoren

Prof. Dr.-Ing. Peter Goerke-Mallet, Forschungszentrum Nachbergbau der Technischen Fachhochschule (TFH) Georg Agricola, Bochum, Frank Mersmann, SAERTEX multicom GmbH, Saerbeck, Thorsten Beermann, Beermann Bohrtechnik GmbH, Hörstel-Riesenbeck, Dr.-Ing. Max Thomas Stöttner, Hochschule Osnabrück, Osnabrück