

Christian Brendenahl, Harald Dippe,
Walter Hermülheim, Heiko Petrasch,
Roman Preißler

Directory of Mine Rescue Works Updated by the German Committee for Mine Rescue Services

Since summer 2019, an ad hoc group of the German Committee for Mine Rescue (Deutscher Ausschuss für Grubenrettungswesen - DA GRW) has been discussing several unanswered questions regarding the equipment of the mine rescue brigades currently active in Germany. The following questions were to be answered:

- Are there any supply gaps regarding the standard equipment of the mine rescue brigades, and how can no longer available equipment be substituted?
- Are there still any mines that might be impacted by rare, major incidents in the future such as wide-spread fires, explosions, gas eruptions, water inrush, etc. and have the necessary precautions been taken?
- Regarding rare, major incidents, such as confinement within the mine, this work aims to be concluded in an updated, national directory of mine rescue works, which lists specialists and equipment. The final draft has been finished and is to be passed at the 2021 general meeting of the DA GRW.¹

Each of the four German Centers for Mine Rescue Services has issued a risk assessment within their field of care concerning the

above-mentioned questions. In addition to the underground mines, the directory of specialists and equipment, that are currently available in Germany, also includes surface mines under the mining authority and supervision of a Center for Mine Rescue Services with their respective gas defense teams, fire brigades, and respiratory protection teams. These include lignite mines in the Rhenish, Central German and Lausitz area, as well as petroleum and petroleum gas plants, and storage plants in Northern Germany.

¹ The directory of mine rescue works will be published on the website of the German Committee for Mine Rescue (<https://deutsche-grubenrettung.de/>) after the general meeting has passed it in the summer of 2021. In addition, it will be linked on the website of the BG RCI Competence Centre for Emergency Prevention (<https://www.bgrci.de/kc-notfallpraevention/start/downloads>). The updated information summarized in this article can already be accessed in an emergency by calling the emergency numbers of the Centers of Mine Rescue Services.

Das neue Rettungswerkeverzeichnis des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen

Seit Sommer 2019 hat sich eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen (DA GRW) mit offenen Fragen zur Ausrüstung der in Deutschland noch aktiven Grubenwehren beschäftigt. Es sollte geklärt werden:

- Sind bei der Standardausrüstung der Grubenwehren Versorgungslücken absehbar, und wie kann zukünftig nicht mehr lieferbare Ausrüstung substituiert werden?
- Gibt es noch Betriebe, in denen auch in Zukunft seltene größere Ereignisse, wie z.B. ausgedehnte Brände, Explosionen, Gebirgsschläge, Gasausbrüche, Wassereintritte etc., nicht sicher auszuschließen sind und ist hierfür ausreichend Vorsorge getroffen?
- Im Hinblick auf nur sehr selten zu erwartende Großereignisse, wie z.B. Einschluss-Situationen unter Tage, sollte die Arbeit in ein aktualisiertes nationales Rettungswerkeverzeichnis geeigneter Fachkräfte und Ausrüstungen münden, welches nunmehr im Schlusssentwurf vorliegt und auf der Mitgliederversammlung 2021 des DA GRW verabschiedet werden soll.¹

Zu den o.g. Fragen hat jede der vier deutschen Hauptstellen für das Grubenrettungswesen für ihren Betreuungsbereich eine

Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. In die Übersicht der aktuell in Deutschland für besondere Ereignisse verfügbaren Fachkräfte und Ausrüstung wurden neben den Untertagebetrieben auch die unter Bergaufsicht und Betreuung durch eine Hauptstelle stehenden Übertagebetriebe mit ihren Gasschutzwehren, Betriebsfeuerwehren und Atemschutzmannschaften einbezogen. Hierzu gehören z.B. die Braunkohlentagebaue im Rheinischen, Mitteldeutschen und Lausitzer Revier sowie die Norddeutschen Erdöl- und Erdgasbetriebe und Speicheranlagen.

¹ Das Rettungswerkeverzeichnis wird nach Verabschiedung durch die Mitgliederversammlung im Sommer 2021 auf der Internetseite des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen (<https://deutsche-grubenrettung.de/>) veröffentlicht und ergänzend auf der Seite des Kompetenz-Center Notfallprävention der BG RCI (<https://www.bgrci.de/kc-notfallpraevention/start/downloads>) verlinkt. Die aktualisierten Angaben, über die der vorliegende Artikel summarisch informiert, können in einem Notfall bereits jetzt über die Alarmnummern der Hauptstellen abgerufen werden.



Fig. 1. Mine rescue telephone system I made by Funke + Huster Fernsig/Becker and electronic psychrometer BTS 19n made by Seba-Dynatronik. // Bild 1. Grubenwehrtelefonsystem I der Firmen Funke + Huster Fernsig/Becker und elektronisches Psychrometer BTS 19n der Firma Seba Dynatronik. Photos/Fotos: BG RCI

1 Standard equipment of mine rescue brigades

In 2019 the number and manpower of the German mine rescue brigades dwindled to 33 mainly small or medium-sized brigades with 1,200 members and a little over 900 closed circuit breathing apparatus. Compared to the past generation, these numbers used to be about triple of what they are now. In combination with the decreasing mining activity within Germany, another decrease in mine rescue brigades is foreseeable medium-term, which will result in supply problems of licensed mine rescue equipment due to the shrinking market.

Mine rescue equipment includes long-term respirators for working, and rescue missions, oxygen self rescuers as auxiliary equipment, resuscitation equipment, flameproof protective clothing, gas detectors and infrared cameras, an independent phoning and radio system as well as optional abseiling equipment and auxiliary gear for the mechanization of man-riding and transportation of material or injured persons. Further equipment for extinguishing or sealing large fires and rescuing entrapped persons will be provided in accordance with local risk assessment. The current state of supply of the above-mentioned equipment is good and secured.

There were unanswered questions regarding a suitable psychrometer for mine rescue missions under difficult climatic conditions, as well as the tethered mine rescue telephone system I and II (Figure 1). A small remainder of stock of the fire-damp proof electronic psychrometers type BTS 19n made by Seba-Dynatronik is still accessible at the RAG Aktiengesellschaft. Models that are widely accessible on the electronics market are currently being tested during exercise drills in Herne. These models, however, are not explosion proof. The stock of parts and cables for the widely known mine rescue phoning systems I and II in Germany is significant, however, it would not be possible

1 Standard-Grubenwehrausrüstung

Anzahl und Stärke der deutschen Grubenwehren sind im Jahr 2019 auf 33 überwiegend kleine und mittlere Wehren mit 1.200 Wehrmitgliedern und etwas über 900 Atemschutz-Kreislaufgeräten zurückgegangen. Vor einer Generation waren diese Zahlen noch rund dreimal höher. Verbunden mit dem zunehmenden Rückzug des Bergbaus aus der Fläche in Deutschland ist mittelfristig ein weiterer Rückgang der Wehren vorhersehbar, der aufgrund des kleiner werdenden Markts Beschaffungsprobleme bei zugelassener Grubenwehrausrüstung zur Folge haben kann.

Grubenwehren sind ausgerüstet mit Langzeit-Atemschutzgeräten für Arbeit und Rettung, Sauerstoffselbstrettern als Hilfsgeräten, Wiederbelebungsgeräten, Flammenschutzkleidung, Gasmessgeräten und Wärmebildkameras, einem ereignisunabhängigen Telefon- oder Funksystem sowie optional mit Abseilausrüstung und Hilfsmitteln für die Mechanisierung von Fahrgang sowie Verletzten- und Materialtransport. Darüber hinausgehende Ausrüstung zum Löschen und Abdämmen größerer Brände und zur Befreiung eingeklemmter Personen wird gemäß örtlicher Gefährdungsbeurteilung lokal ergänzt. Die Versorgungslage bei der angesprochenen Ausrüstung ist aus heutiger Sicht insgesamt als gut und gesichert zu beurteilen.

Offene Fragen verblieben hinsichtlich eines praxistauglichen elektronischen Psychrometers für Grubenwehreinsätze unter erschwerten klimatischen Bedingungen, sowie hinsichtlich der kabelgebundenen Grubenwehrtelefonsysteme I und II (Bild 1). Bei der RAG Aktiengesellschaft ist noch ein geringer Restbestand des schlagwettergeschützten elektronischen Psychrometers Typ BTS 19n der Firma Seba-Dynatronik einsatzbereit. Am Elektronikmarkt frei verfügbare, jedoch nicht explosionsgeschützte Modelle werden daher zurzeit im Übungsbetrieb der Hauptstelle Herne praktisch erprobt. Die in Deutschland momentan noch reichlich

to re-order them in such numbers from the current and past suppliers (Funke + Huster Fernsig, Mülheim or Becker, Friedrichsthal) after being used on missions or in training. At present, a comparable follow-up model, which can be used as a medium-term alternative, is being developed and tested at the Technical University Bergakademie Freiberg (1).

Furthermore, cooling logistics for large-scale operations (cooling spare parts for the Closed-Circuit Breathing Apparatus Dräger BG4 and supply of cooling jackets) are to be reviewed and re-evaluated, as the considerable supply by the RAG is estimated to be omitted.

Special mine rescue equipment that is currently stocked at the RAG, such as equipment for drilling, welding, cutting, spreading, lifting, stone splitting, spark-free mounting, gas measurements and analysis, as well as equipment for locating and communication was registered in view of possible future necessity for German operations.

1.1 Equipment for large-scale fires, explosions, rock bursts, gas eruptions, water inrush

Further equipment for large-scale operations is usually stored in the firefighting deposits of the respective mines, central deposits of individual mining companies or third parties bound by contract. This includes equipment for manually extinguishing and damming larger fires (quick construction dam), removal of large amounts of gas or smoke (mobile aerators), firefighting with inert gas (nitrogen evaporator, fire hoses, mountings and measurement sections, fixed oxygen analyzers, connection plans, contracts for availability and supply), underground drilling (pneumatic and hydraulic drill rigs and attachments), for material processing (pumps, mixers, silos, mountings, hoses for mortar delivery) and synthetic foam and for draining water inrush or rehabilitation of failing water supply (pumps, generators and compressors if needed, fire hoses, mountings and pressure regulators). Measuring device pools for stationary gas and ventilation monitors, and manual measuring devices, including possibilities to extract and analyze fumes in an appropriate laboratory, are also included. Regarding the above-mentioned large-scale incidents, a comprehensive assessment of the considerable hazards in non-bituminous coal operations affiliated with the German Centers of Mine Rescue Services has been issued under the paragraph "results" to illustrate future supply needs in terms of equipment.

1.2 Equipment for confinement rescue missions

Confinement of miners underground can be caused by collapsing mine openings, due to, e.g. rock bursts, mineral or gas eruption, inadequate dimensioning of the roof support or faulty maintenance, as well as the wrong design of pillars. Moreover, confinement can be caused by ingress of sand, mud, water or salt solution, by standing or artesian water, water-bearing geological faults, or long-term failure of hoisting systems. When confinement occurs, searching for and locating entrapped or buried persons is prioritized. After the survivors have been located, an initial quick connection for communication is set up and the survivors are provided with air, water, medication, food, light, clothing, psychological support and, if necessary, roof

vorgehaltenen Bauteile und Kabelbestände der bekannten Grubenwehrtelefonsysteme I und II wären nach Verbrauch im Einsatz oder im Übungsbetrieb nicht mehr in vollem Umfang bei den bestehenden oder ehemaligen Produzenten (Funke + Huster Fernsig, Mülheim bzw. Becker, Friedrichsthal) neu zu beziehen. Ein vergleichbares Nachfolgemodell wird daher zurzeit an der TU Bergakademie Freiberg als mittelfristige Alternative entwickelt und erprobt (1).

Darüber hinaus war die Kühleislogistik für größere Einsätze (Eiskerzen für das Atemschutz-Kreislaufgerät Dräger BG 4 und Bestand an Körperkühlwesten) nach dem künftig zu erwartenden Wegfall der umfangreichen Vorhaltung seitens der RAG zu überprüfen und neu zu regeln.

Bei der RAG darüber hinaus noch vorgehaltene Grubenwehr-Sonderausrüstung zum Bohren, Brennen, Schneiden, Spreizen, Heben, Steinspalten, funkenfreien Montieren, zur Brandgasmessung- und -analyse sowie zur Ortung und Kommunikation wurde hinsichtlich zukünftiger Notwendigkeit für andere Betriebe in Deutschland vorsorglich erfasst.

1.1 Ausrüstung für größere Brandereignisse, Explosionen, Gebirgsschläge, Gasausbrüche, Wassereintritte

Weitere Ausrüstung für Großereignisse wird gewöhnlich in den Feuerlöschdepots der Bergwerke, in zentralen Depots einzelner Bergwerksgesellschaften sowie von vertraglich verbundenen Dritten bereitgehalten. Es handelt sich hierbei um Ausrüstung zum manuellen Löschen und Abdämmen größerer Brände (Schnelldämme), zum Beseitigen von Gasansammlungen und von Brandrauch (mobile Lüfter), zur Brandbekämpfung mit Inertgas (Stickstoff-Verdampfer, F-Schlauch, Armaturen und Messstrecken, ortsfeste Sauerstoffmessgeräte, Anschlusspläne, Bereithaltungs- und Lieferverträge), zum untertägigen Bohren (pneumatische und hydraulische Lafettenbohrmaschinen und Zubehör), zur Verarbeitung von Baustoff (Pumpen, Mischer, Silos, Armaturen, Mörtelförderschlauch) und Kunststoffschäum und zum Sumpfen von Wassereintritten bzw. zum Wiederherstellen einer ausgefallenen Wasserversorgung (Pumpen, ggf. Generatoren und Kompressoren, F-Schlauch, Armaturen, Druckminderer). Ferner zählen hierzu Messgerätepools für stationäre Gas- und Wettermessgeräte und für Handmessgeräte, einschließlich Möglichkeiten zur Brandgasprobenahme und -analyse in entsprechenden Laboren. Hinsichtlich der genannten größeren Ereignisse wurde eine im Abschnitt „Ergebnisse“ näher erläuterte Beurteilung der bei den angeschlossenen Nicht-Steinkohlebetrieben der deutschen Hauptstellen noch zu berücksichtigenden Gefährdungen vorgenommen, um hieraus die in Zukunft noch vorzuhaltende Ausrüstung abzuleiten.

1.2 Ausrüstung für die Rettung aus Einschlüssen

Ursache für den Einschluss von Bergleuten unter Tage sind zu Bruch gehende Grubenbaue, z.B. durch Gebirgsschlag, Ausbruch von Mineral bzw. Gas, mangelhafte Ausbaubemessung und Ausbauunterhaltung oder mangelhafte Bemessung von Festen. Zu einem Einschluss führen kann ferner der Einbruch von Sand, Schlamm, Wasser oder Lauge beim Anfahren von Stand- oder artesischen Wässern, beim Anfahren von wasserführenden geologischen Störungen oder aber der längerfristige Ausfall von Seilfahrteinrichtungen. Bei einem Einschluss sind das Suchen und



Fig. 2 a–c. Sound detector type WBK II/75, drill hole intercom type BTS 31, shaft microphone type BTS 17. Bild 2 a–c. Bergbau-Horchgerät Typ WBK II/75, Bohrloch-Wechselsprechanlage Typ BTS 31, Schachtmikrofon Typ BTS 17. Photos/Fotos: BG RCI

support material. Then larger openings for rescue or salvage missions should be created. Usually, alternative rescuing methods are applicable, which should therefore be applied simultaneously from the beginning on, when confinement occurs:

- Clearing out or passing-by the roof fall, e.g., in seam-like deposits, or a newly developed heading into the entrapped area.
- Rescue drilling, primarily with small-scale search and supply boreholes, and secondary, with rescue boreholes in the proper sense, with the intention of man-riding.
- Use of preventers or pressure chambers while rescue drilling is only necessary if miners are entrapped due to water inrush in an air pocket under excess pressure.
- Occasional draining, including diving missions, if necessary.

The Centers of Mine Rescue Services have comprehensive directories of auxiliary equipment for confinement situations, drilling companies, drilling specialists, service companies, and geological departments. Nowadays, rescue missions due to confinement are a rare occasion in western, developed countries. Therefore, seemingly dated documents and publications can still be of great use and, thus, should be archived and easily accessible.

The following equipment is currently stored for rescue missions due to confinement:

- electrohydraulic and pneumatic underground drills, available at multiple mine operators;

Orten Eingeschlossener oder Verschütteter vorrangig, beim Auffinden Überlebender sodann das Herstellen einer ersten schnellen Verbindung zwecks Kontaktaufnahme und Kommunikation sowie die Versorgung mit Luft, Wasser, Medikation, Nahrung, Licht, Bekleidung, psychologischer Unterstützung und ggf. Ausbaumaterial. Später folgt das Herstellen ausreichend großer Öffnungen zum Retten bzw. Bergen. Bei einem Einschluss kommen in der Regel alternative Rettungsmethoden infrage, die deshalb von Beginn an immer konkurrierend angewandt werden sollen:

- Bergmännisches Aufwältigen eines Bruchs, Umfahren eines Bruchs, z.B. bei flözartigen Lagerstätten, oder ein neu ange-setzter Streckenvortrieb in den Einschlussraum.
- Rettungsbohrungen, primär als kleinkalibrige Such- und Versorgungsbohrungen und sekundär als Rettungsbohrungen im eigentlichen Sinn zur Personenführung.
- Ein Preventer- bzw. Druckkammereinsatz bei einer Rettungsbohrung ist erforderlich, wenn Bergleute durch einen Wassereinbruch in einer Luftblase unter Überdruck eingeschlossen sind.
- Gelegentlich Sumpfen, ggf. einschließlich Tauchereinsatz.

Die Hauptstellen führen Verzeichnisse über Hilfsausrüstung für Einschlusssituationen, Bohrunternehmen, Bohrfachleute, Serviceunternehmen und geologische Dienststellen. Die Rettung aus Einschlüssen ist ein in westlichen Industrieländern nur noch selten vorkommender Einsatzfall. Daher können in einem solchen Fall auch aus heutiger Sicht historisch anmutende Unterlagen und Publikationen noch von Nutzen sein und müssen ebenfalls gesammelt und verfügbar gehalten werden.

- double head drill for drilling from surface level, up to around 120 m underground, at Wismut GmbH;
- locating devices, sound detectors, intercoms, drill hole and shaft microphones, e.g., at Center for Mine Rescue Services in Herne (Figure 2), and drill hole cameras, e.g., at Wismut;
- drill hole rescue cages (Dahlbusch bombs) with a length of around 2.75 m and a diameter of around 0.44 m; four accessible units in Germany at BG RCI (Figure 3) and Wismut;
- emergency hoisting gear for man-riding, including larger rescue cages in various sizes; multiple units at, e.g., RAG and K+S AG.

As of today, there are only dated technical plans for the construction of a pressure chamber airlock for rescue drilling. However, the manufacture of such a chamber would not be critical in terms of time, considering the usual longevity of a rescue mission. While the mining industry does not store soil displacement hammers for drilling through roof falls anymore, they are



Fig. 3. Drill hole rescue cages (Dahlbusch bombs) for inclined and vertical drill holes at the BG RCI Center of Mine Rescue Services in Herne.
Bild 3. Bohrloch-Rettungskörbe (Dahlbusch-Bomben) für geneigte und bankrechte Bohrlöcher der BG RCI-Hauptstelle Herne.
Photos/Fotos: BG RCI

Für die Rettung aus Einschlüssen wird folgende Ausrüstung vorgehalten:

- elektrohydraulische und pneumatische Bohrgeräte für unter Tage, abrufbar über verschiedene Bergwerksbetreiber,
- Doppelkopfbohranlage für Bohrungen von der Tagesoberfläche, bis rd. 120 m Teufe, bei der Wismut GmbH,
- Personenortungsgeräte, Bergbauhorchgeräte, Wechselsprechanlagen, Bohrloch- und Schachtmikrofone, z.B. bei der Hauptstelle für Grubenrettung in Herne (Bild 2) und Bohrlochkamera, z.B. bei der Wismut,
- Bohrloch-Rettungskörbe (Dahlbuschbomben) mit rd. 2,75 m Länge und 0,44 m Durchmesser; vier einsatzbereite Einheiten in Deutschland, bei der BG RCI (Bild 3) und bei der Wismut,
- Not-Seilfahrtwinden, einschließlich größerer Rettungskörbe verschiedener Abmessungen; mehrere Einheiten, z.B. bei der RAG und bei der K+S AG,

Für den Bau einer Druckkammer für Rettungsbohrungen entsprechenden Durchmessers sind zurzeit lediglich technische Pläne aus der Vergangenheit vorhanden, jedoch wäre eine entsprechende Fertigung im Rahmen eines erfahrungsgemäß länger dauernden Rettungswerks nicht zeitkritisch. Bodenverdrängungshämmer für das Durchhörern von Brüchen werden seitens des Bergbaus nicht mehr vorgehalten, sind aber im grabenlosen Kanalbau Stand der Technik und hier ggf. kurzfristig verfügbar. Tiefe Erkundungs- und Rettungsbohrungen vom Tage müssen in der Regel ad hoc mithilfe am Markt tätiger Bohrunternehmen organisiert werden. Eine entsprechende Vorhaltung der Grubenwehren findet in Deutschland bis auf die o.g. kleinere Anlage der Wismut nicht statt.

Die erörterten potentiellen Einschlussituationen wurden ebenfalls im Rahmen der nachfolgend näher erläuterten individuellen Gefährdungsbeurteilungen der angeschlossenen Betriebe betrachtet und bewertet.

2 Zur Gefährdungsbeurteilung „Großereignisse im Nichtsteinkohlenbergbau“

Die Bewältigung von Großereignissen unter Tage kann eine über die übliche gerätetechnische Ausstattung von Grubenwehren hinausgehende besondere Ausrüstung einschließlich entsprechender Ausbildung und Praxiserfahrung erfordern. Eine Gefährdungsbeurteilung zur Ermittlung der Notwendigkeit, solche Optionen sicherzustellen und einsatzbereit vorzuhalten, hat für Betriebe des untertägigen Erz-, Salz- und Steine- und Erdenbergbaus, der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) sowie für die zurzeit noch über Schächte befahrbaren Wasserhaltungen der RAG die nachfolgend aufgeführten potentiellen Gefährdungen berücksichtigt.

2.1 Grubenbrände

Ein Grubenbrand kann sich zum Großereignis entwickeln, wenn er eine unter Tage räumlich über längere Erstreckung vorhandene Brandlast erfasst, oder wenn die thermischen Wirkungen bzw. die Rauchausbreitung des Brands zu einer länger dauernden Einschlussituation führen können. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung war deshalb besonderes Augenmerk zu richten auf:

still used in non-disruptive sewer construction and could be provided at short notice, if need be. Deep exploration or rescue drillings from surface level are usually organized ad hoc via active drilling companies. Currently, mine rescue brigades are not being held available in Germany in such manner, except for the above-mentioned small-scale facility of the Wismut.

The potential inclusion situations discussed were also considered and assessed in the context of the individual risk assessments of the affiliated companies explained in more detail below.

2 Risk assessment of “Major incidents in non-coal mines”

When handling major underground incidents, special equipment, that exceeds the usual gear of mine rescue brigades, including training and practical experience with it, might be required. A risk assessment regarding the necessity of holding such options secure and available considered the following potential hazards for operations and aggregates in the field of ore, salt, drainage mines, as well as for operations of the Federal Company for Radioactive Waste Disposal (BGE), and for any currently accessible water of the RAG.

2.1 Mine fire

A mine fire can potentially develop into a major incident, if it encounters a large fire load that extends underground, or if the thermic effects or spreading of smoke could lead to a long term confinement situation. In regard to the risk assessment, particular focus was put on:

- wood support system and wooden lagging as standard lining;
- belt conveyors with belts that are not self-extinguishing;
- diesel vehicles, if a burning vehicle in an exposed area of the mine could cause a confinement situation due to roof fall or if the formation of smoke could impede the escape of staff;
- surface fire loads near the intakes;
- in rare cases flammable gases, e.g. methane or hydrogen, might occur naturally or due to backfilling material.

Regarding a potentially lengthy fire or the occurrence of flammable gases, sealing or inertisation procedures should be held available.

2.2 Geological or rock mechanically induced incidents

The risk assessment concerning this matter aimed to identify and evaluate potential natural perils that could lead to confinement situations underground. Particular focus was put on:

- risk of rock burst;
- risk of gas eruption, with or without additional mineral;
- faulty dimensioning or maintenance of support;
- faulty design of pillars, or design for temporal stability only;
- inrush of sand, mud, water, or salt brine when encountering standing or artesian water or water-bearing geological faults, or too little safe distance to the above-mentioned hazards;
- long-term failure of man-riding equipment due to mechanic damage or long-term power failure (blackout).

- Holzausbau und hölzernen Verzug als Regelausbau,
- Gurtförderer mit Fördergurten in nicht selbstverlöschender Qualität,
- Dieselfahrzeuge, falls durch einen Fahrzeugbrand an exponierter Stelle des Grubengebäudes ein Streckenbruch mit nachfolgender Einschlusssituation entstehen kann oder die Rauchentwicklung des Brands geeignet ist, eine Flucht der Belegschaft aus eigener Kraft zu verhindern,
- Brandlasten am Tage im Bereich der Einziehwetterwege,
- in seltenen Fällen ggf. Auftreten natürlicher oder durch Versatzmaterial verursachter zündfähiger Gase, z.B. Methan oder Wasserstoff.

Hinsichtlich eines möglichen länger dauernden Brandereignisses oder des Vorkommens zündfähiger Gase sind Möglichkeiten zum Abdämmen oder zur Inertisierung vorzuhalten.

2.2 Geologisch bzw. gebirgsmechanisch induzierte Ereignisse

Die diesbezügliche Gefährdungsbeurteilung diente zur Identifikation und Beurteilung eventueller zusätzlicher Elementargefahren, die insbesondere zu Einschlusssituationen unter Tage führen können. Hierbei ist besonderes Augenmerk zu richten auf:

- Gebirgsschlaggefahr,
- Gefahr des Ausbruchs von Gas mit oder ohne begleitendes Mineral,
- mangelhafte Ausbaubemessung und Ausbauunterhaltung,
- mangelhafte Bemessung von Festen, die ggf. nur auf Zeit statt auf Dauerfestigkeit dimensioniert sind,
- Einbruch von Sand, Schlamm, Wasser oder Lauge beim Anfahren von Stand- oder artesischen Wässern, beim Anfahren von wasserführenden geologischen Störungen oder bei zu gering dimensionierten Sicherheitsabständen zu den genannten Gefährdungen,
- längerfristiger Ausfall von Seilfahrteinrichtungen durch mechanische Beschädigung oder auch bei einem länger dauernden Stromausfall (Blackout).

Hinsichtlich der genannten Gefährdungen ist Ausrüstung vorzuhalten für:

- suchen, lokalisieren, versorgen Eingeschlossener und Verständigung,
- bergmännisches Aufwältigen bzw. umfahren (bei flözartigen Lagerstätten) eines Bruchs oder ein neu angesetzter Streckenvortrieb in den Einschlussraum,
- Rettungsbohrungen, primär als Such- und Versorgungsbohrungen und sekundär als Rettungsbohrungen im eigentlichen Sinn zur Personenfahrgang,
- Personenbeförderungsmittel einschließlich Notwinden für räumlich beengte Verhältnisse,
- ein Preventer- bzw. Druckkammereinsatz bei einer Rettungsbohrung ist ferner erforderlich, wenn Bergleute z.B. durch einen Wassereintritt in einer Luftblase unter Überdruck eingeschlossen sind.

3 Ergebnisse

Im Rahmen individueller Gefährdungsbeurteilungen durch die Hauptstellen wurden, in Zusammenarbeit mit den jewei-

Equipment to be held available for the above-mentioned hazards:

- searching, locating, and providing for entrapped persons, and communication;
- clearing out or passing-by the roof fall (in layered deposits) or new headings into the entrapped area;
- rescue drilling, primarily for search and supply, and secondary, drilling with the intention of man-riding;
- cages for man-riding, including emergency hosting winders, suitable in narrow spaces;
- use of preventers or pressure chambers is necessary if persons are entrapped due to, e.g., water inrush in an air pocket under excess pressure.

3 Results

To issue individual risk assessments, Centers of Mine Rescue Services worked with the respective operations to first evaluate the underground mines equipped with their own mine rescue brigades in compliance with the above-mentioned criteria. These included operations in the field of ore, salt, and aggregates mining, operations under the BGE as well as the underground drainage mines of the RAG that are currently still open. At the time of examination, some operations had already entered the withdrawal phase. Upon investigation, the mine rescue brigades in these operations showed a satisfactory state of equipment and supply. It should be mentioned that many mine rescue brigades still have a sufficient supply of the mine rescue telephone systems I and II which could be accessed in case of a major incident that overlaps in several federal states.

In addition to operations with their own mine rescue brigades, these operations were considered additionally:

- smaller-scale underground operations without own mine rescue brigade, that, in case of any major incidents, rely on neighbouring mine rescue brigades or other organisations (public fire brigades, Federal Agency for Technical Relief);
- specialist mining contractors (rehabilitation);
- underground operations, e.g., power plant galleries and caverns, including current construction sites;
- abandoned underground operations, that are still accessible, e.g., drainage mines, visitor mines.

Alongside the main hazards, which are mine fires and entrapped persons, the risk assessment also included the linked hazards of rock fall, rock burst, gas eruption, water inrush, fall over the bench edge and power failure (blackout). As a result, both wide-spread fires in diesel vehicles, workshops, and conveyor belt systems – if present underground – and rock mechanically induced incidents that result in the confinement of persons, could not be excluded entirely in the majority of the investigated operations.

Investigations regarding the equipment of the mine rescue brigades for extinguishing larger mine fires in their respective mines showed satisfactory results. Furthermore, after discussing today's potential fire scenarios it should be mentioned that since the discontinuation of hard coal mining in 2018, holding nitrogen inertisation systems and inert gas quota available, is

ligen Betrieben, zunächst die Untertagebetriebe mit eigener Grubenwehr hinsichtlich der o.g. Kriterien untersucht. Dabei handelte es sich um Gewinnungsbetriebe des Erz-, Salz- und Steine- und Erdenbergbaus, um Betriebe der BGE sowie um die noch offenen untertägigen Wasserhaltungen der RAG. Einige der genannten Betriebe befanden sich zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits in der Rückbauphase. Die Überprüfung der in diesen Betrieben aktiven Grubenwehren ergab eine insgesamt zufriedenstellende Ausrüstungs- und Versorgungslage. Insbesondere ergab sich, dass zurzeit bei einigen Grubenwehren noch reichliche Restbestände der Grubenwehrtelefonsysteme I und II vorhanden sind, auf die im Fall eines bundesländerübergreifenden Großereignisses zugegriffen werden könnte.

Neben den Betrieben mit eigener Grubenwehr wurden ergänzend berücksichtigt:

- kleinere untertägige Gewinnungsbetriebe ohne eigene Grubenwehr, für die im Ereignisfall Hilfeleistung durch eine benachbarte Grubenwehr oder durch eine andere Hilfsorganisation (Feuerwehr, Technisches Hilfswerk) vorgesehen ist,
- Bergsicherungsbetriebe (Sanierung),
- untertägige Anlagen, z.B. Kraftwerksstollen und -kavernen, einschließlich aktueller Baustellen,
- stillgelegte, aber aus verschiedenen Gründen noch zugängliche untertägige Anlagen, z.B. Wasserhaltungen, Besucherbergwerke.

Zusätzlich zu den Hauptgefährdungen Grubenbrand und Einschluss von Personen umfasste die Gefährdungsbeurteilung die verbundenen Gefahren Firstfall, Gebirgsschlag, Gasausbruch, Wassereintrich, Absturz über Strossenkante und Stromausfall (Blackout). Im Ergebnis können sowohl Großbrände an Dieselfahrzeugen, Werkstätten und Förderbandanlagen – sofern unter Tage vorhanden – sowie gebirgsmechanisch induzierte Ereignisse mit dem Resultat eines Einschlusses von Personen für die Mehrzahl der untersuchten Untertagebetriebe nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Überprüfung der zur Bekämpfung größerer Grubenbrände seitens der bestehenden Grubenwehren auf den jeweiligen Heimatbergwerken vorgehaltenen Ausrüstung ergab ein zufriedenstellendes Ergebnis. Darüber hinaus blieb nach Diskussion heute noch denkbarer Brandszenarien festzustellen, dass seit Auslauf der Steinkohlegewinnung im Jahr 2018 die vertragsgebundene Vorhaltung von Stickstoff-Inertisierungsanlagen und Inertgaskontingenten bei den möglicherweise im Nichtkohlebergbau noch zu erwartenden Bränden aufgrund begrenzter Brandlasten und des geringeren Explosionsrisikos nicht mehr erforderlich ist.

Damit verblieb im Rahmen des zu überarbeitenden Rettungswerkeverzeichnis vor allem die Aktualisierung der Vorkehrungen für die Rettung aus Einschlüssen. Hinsichtlich der hierzu erforderlichen Ausrüstung war als Ergebnis einer bergwerksbezogenen Gefährdungsbeurteilung eine vollständige Bestandsaufnahme und Aktualisierung erforderlich, da sich im Betreuungsbereich der deutschen Hauptstellen auch nach Ende

no longer necessary for non-coal mines due to limited fire loads and low explosion risks in potential fires.

Therefore, the rescue directory should be updated, primarily in terms of precautionary measures in case of confinement. Regarding the needed equipment, a comprehensive inventory and update was necessary as a result of the risk assessment of the mines, as a rescue mission due to underground confinement cannot be excluded entirely within the field of care of the German Centers of Mine Rescue Services even after the discontinuation of hard coal mining. The inventory added onto the last rescue directory of the BG RCI (last update 2016) and further adopted some necessary information from the former RAG rescue drilling directory (last update 1999/2011) into the new DA GRW directory. Service companies and specialists that can be contacted in case of an emergency were also added in addition to accessible equipment.

4 Further safety requirements in non-hard-coal mines

Regardless of any potential major incidents, the results of the above-mentioned risk assessment are always connected to the potential possibility of staff evacuation. Therefore, it seemed sensible to mention general mine safety requirements when the updating of the directory of mine rescue was discussed, which are listed in bullet points on a checklist for applied use below.

The subjects mentioned partially exceed the basic requirements of the corresponding German legislation for ore, salt and aggregates mining in the individual federal states, i.e. regarding the topic of arranging and securing fire loads in the mine and the conceptual design of escape and evacuation in case of an emergency. These non-binding additions to the subject are due to the fact that according to the recent recommendations by the German Committee for Mine Rescue Services (DA GRW), not complying to the minimum requirements for adequate mine rescue brigades, i. e. three teams immediately available, should be compensated with fire precautions within the scope of a concept of self-rescue.

4.1 General requirements

- At least two accesses to the mine, no fire loads in the area around the mine openings.
- Ventilation sections, i.e. parallel main ventilation currents in extensive mines, to ensure underground escape finishing points in ventilation currents unaffected by the incident.
- Redundant layout of supply and communication channels.
- Plans in case of an incident, e.g., recent mine mapping with ventilation system, telephone plan, piping and switching plans, emergency plan, gas protection plan, emergency plan, maintenance plan according to ABBergV (General Federal Mining Ordinance).
- Instruction of staff, e.g., first aiders, fire fighters, carriers of oxygen self-rescuers, control room dispatchers, managers, including medical and suitability check-ups and work deployment control.
- Appointing deputies for ventilation and fire prevention, in smaller mines, part-time, if necessary.
- Contracting experts, e.g., Centers for Mine Rescue Services, DMT for questions that require special expertise.

der Steinkohlenförderung eine Rettung aus einem untertägigen Einschluss nicht mit Sicherheit ausschließen lässt. Die Bestandsaufnahme baute auf dem letzten Rettungswerkeverzeichnis der BG RCI (Stand 2016) auf und übernahm zusätzlich einige noch als notwendig befundene Inhalte des ehemaligen RAG-Rettungsbohrwerks (Stand 1999/2011) in das neue DA GRW-Verzeichnis. Neben verfügbaren Gerätschaften wurden in das Verzeichnis auch die im Notfall benötigte Serviceunternehmen und Fachkräfte aufgenommen.

4 Weitere grubensicherheitliche Anforderungen an Nicht-Steinkohlenbergwerke

Unabhängig von potentiellen Großereignissen steht das Ergebnis der o.g. Gefährdungsbeurteilungen auch immer in sachlichem Zusammenhang mit der Möglichkeit zur Selbstrettung der Belegschaft. Daher erschien es sinnvoll, bei den Überlegungen zur Aktualisierung des Rettungswerkeverzeichnisses intern auch allgemeine grubensicherheitliche Anforderungen anzusprechen, die im Sinn einer Checkliste für die Praxis nachfolgend in Stichworten genannt sind.

Die hier genannten Diskussionspunkte gehen teilweise über die Grundanforderungen des einschlägigen deutschen Regelwerks für den Erz-, Salz- und Steine- und Erdenbergbau der jeweiligen Bundesländer hinaus, z.B. hinsichtlich der Anordnung und Absicherung von Brandlasten im Grubengebäude und der Konzeption von Flucht und Räumung im Ereignisfall. Diese insofern unverbindliche Ergänzung der Diskussionspunkte ist der Tatsache geschuldet, dass gemäß den aktuellen Empfehlungen des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen (DA GRW) ein Nichterfüllen der Mindestanforderung an eine vollwertige Grubenwehr, d. h. drei Trupps jederzeitige kurzfristige Einsatzstärke, mit Brandschutzmaßnahmen im Rahmen eines erweiterten Selbstrettungskonzepts kompensiert werden soll.

4.1 Allgemeine Anforderungen

- Mindestens zwei befahrbare Zugänge in das Grubengebäude, Umgebung der Tagesöffnungen frei von Brandlasten.
- Wetterabteilungen, d.h. parallel geführte Hauptwetterströme bei räumlich ausgedehnten Grubengebäuden, zur Gewährleistung untertägiger Fluchtendpunkte in von einem Ereignis unbelasteten Wettern.
- Redundante Auslegung der wichtigsten Versorgungs- und Kommunikationswege.
- Pläne für den Ereignisfall, z.B. aktuelles Grubenrisswerk mit Bewetterungsplan, Telefonplan, Rohrleitungsplänen und Schaltplan, sowie Notfallplan, Gasschutzplan, Brandschutzplan, Instandhaltungsplan nach ABBergV.
- Unterweisungen der Belegschaft, z.B. Nothelfer, Löschmannschaften, Träger von Sauerstoffselbstrettern, Gruben- und Sicherheitswartenpersonal, Führungskräfte, einschließlich arbeitsmedizinischer Vorsorge- und Eignungsuntersuchung und Arbeitseinsatzlenkung.
- Beauftragung eines Wetter- und eines Brandschutzsteigers, bei Kleingruben ggf. nebenamtlich.
- Beauftragung Sachverständiger, z.B. Hauptstellen für das Grubenrettungswesen, DMT für Spezialfragen.

4.2 Precautionary measures against open mine fires

- Avoiding fire loads, specifically in extensions, e.g., by using non-inflammable roof support and conveyor belts with self-extinguishing properties in intake ventilation drifts.
- Enough cross-sectional distance to conveyor belts in case of flammable roof support and, at least, subsequently making areas of belt drives, returns, and transfer points non-inflammable here.
- No unsecured fire loads in intake ventilation drifts.
- No use of liquid fuel with a flashing point lower than diesel.
- Locating areas for diesel storage or battery charging, as well as easily flammable fixed machines, e.g., compressors, in return air currents; alternatively, automatic bulkheading in case of fire (also see fire extinguishing systems).
- Diesel vehicles with sturdy qualities, such as spatially separated electric and hydraulic systems, connection to hydraulic hoses with SAE flanges or flared fittings.
- Installations for the safe handling of diesel fuel underground, such as drain trays, double-walled safety tanks with leakage gauge and refueling methods with vapor recovery.
- Avoiding ignition sources by technically supervising spots prone to heating and friction on conveyor belts, diesel machines, compressors, e.g., monitoring of belt misalignment, belt slip, transfer overflow, brake position and brake temperature.
- Safety guidelines for potentially fire hazardous operations, e.g., handling of liquid fuels, welding and flame-cutting, including frequent cleaning and maintenance of diesel vehicles.

4.3 Early fire detection

- Fixed fire detection system for all main ventilation currents (conveyor belts, diesel routes, mineral winning, mine development), e.g., CO sensors, smoke detectors.
- Transmitting measured data to and analysing it at a permanently manned place, e.g., mine control room.
- Accessibility of handheld CO detectors.
- Fire patrols, if necessary, e.g., after shutting down belt conveyors and during periods of operational rest.
- Frequent inspection and supervision of conveyor drives, idlers, and other spots that are prone to friction, e.g., with thermal imaging cameras.

4.4 Defensive measures against open mine fires

- Using water as extinguishing agent: area-wide, frost-proof and sustainable supply with extinguishing agents and equipment, e.g., pipeline network with water tapping points and hose bags in manageable intervals.
- Alternatively, in non-coal mines, use of fire trucks or other vehicles for this purpose, such as spraying trailers with at least 2 to 3 m³ of water, a suitable fire pump and, if necessary, extinguishing foam.
- Using dry powder as extinguishing agent: manual fire extinguishers (vehicles, electric systems), mobile fire extinguisher (workshops, storages for liquid fuels), if necessary, fire extinguisher trailer (mine rescue brigade).
- Extinguishing systems for diesel vehicles: In non-coal mines at least manually triggered for diesel engines with power

4.2 Vorbeugende Maßnahmen gegen offene Grubenbrände

- Vermeidung von Brandlasten, insbesondere in räumlicher Erstreckung, z.B. durch unbrennbaren Ausbau und Fördergurte in verlöschender Qualität in Einziehwetterwegen.
- Bei brennbarem Ausbau ausreichende Profillfreiheit zu Gurtförderern und zumindest Antriebs-, Umkehr- und Übergabebereiche nachträglich unbrennbar gemacht.
- Einziehwetterwege frei von nicht abgesicherten Brandlasten.
- Keine Verwendung brennbarer Flüssigkeiten mit geringerem Flammpunkt als Dieselkraftstoff.
- Dieselkraftstoff- und Batterieladeräume sowie brandgefährdete ortsfeste maschinelle Einrichtungen, z.B. Kompressoren, auf der Abwetterseite aller belegten Betriebspunkte anordnen; ersatzweise selbsttätige räumliche Abschottung im Brandfall vorsehen (s. auch Löschanlagen).
- Dieselfahrzeuge mit „robusten“ Konstruktionsmerkmalen, z.B. räumlich getrennte Verlegung von Elektrik und Hydraulik, Anschluss von Hydraulikschläuchen mit SAE-Flanschen bzw. Bördel-Verschraubungen.
- Einrichtungen zum sicheren Umgang mit Dieselkraftstoff unter Tage vorsehen, z.B. Auffangwannen, doppelwandige Sicherheitstankbehälter mit Leckageanzeige und Betankungsverfahren mit Gasrückführung.
- Vermeidung von Zündquellen durch technische Überwachung reibungs- und erhitzungsgefährdeter Stellen an Gurtförderern, Dieselmotoren, Kompressoren, z.B. Schieflauf-, Schlupf-, Übergabe-, Bremslage- und Temperaturüberwachung.
- Sicherheitsregeln für potentiell brandgefährliche Betriebsvorgänge, z.B. Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten, Schweiß- und Schneidarbeiten, einschließlich regelmäßiger Dieselfahrzeugreinigung und Wartung.

4.3 Brandfrüherkennung

- Ortsfestes Branderkennungssystem für alle maßgeblichen Wetterströme (Gurtförderstrecken, Dieselfahrstrecken, Gewinnung, Vorleistung), z.B. CO-Messgeräte, Brandmelder.
- Fernübertragung der Messwerte zu und Auswertung an einer ständig besetzten Stelle, z.B. Gruben- und Sicherheitswarte.
- Verfügbarkeit von CO-Handmessgeräten.
- Ggf. Brandspürgänge, z.B. nach Stillsetzen von Gurtförderern und in Zeiten der Arbeitsruhe.
- Regelmäßige Befahrung und Überwachung von Antrieben, Bandrollen und anderen reibungsgefährdeten Stellen, z.B. mit Wärmebildkameras.

4.4 Abwehrende Maßnahmen gegen offene Grubenbrände

- Löschmittel Wasser: Flächendeckende, frostsichere und nachhaltige Löschmittel- und Löschgeräteversorgung, z.B. Rohrleitungsnetz mit Wasserentnahmestellen und Schlauchtaschen in handhabbaren Abständen.
- Im Nichtkohlebergbau ersatzweise Löschfahrzeuge oder auch behelfsmäßig hierfür nutzbare andere Fahrzeuge wie Sprühwasser-Anhänger, mit mindestens 2 bis 3 m³ Wasser, geeigneter Feuerlöschpumpe und ggf. Schaumrüstung.
- Löschmittel Pulver: Handfeuerlöcher (Fahrzeuge, elektrische Anlagen), fahrbare Feuerlöcher (Werkstätten, Lager für brennbare Flüssigkeiten), ggf. Löschpulveranhänger (Grubenwehr).

over 65 kW, however, automatic triggers are recommended for all diesel vehicles.

- Automatic extinguishing systems for room and object protection, e.g., for galleries and mine shafts with wooden support in fresh air areas, areas for diesel vehicle maintenance and refueling, battery charging areas, compressors, drives and returns of conveyor belts.
- Deposits for extinguishing agents and fire fighting equipment at the surface on the fresh air intake side.
- Prepared or planned special processes, e.g., sealing, ventilation stoppings, smoke extraction, rescue drilling.

4.5 Mine ventilation

- Closing non-ventilated mine openings, and sealing them in case of a hazard due to firedamp.
- Redundant, telemonitored and continuously running main fan.
- Auxiliary mine ventilation systems with ventilation controller.
- Fresh air feed of the main and auxiliary ventilation systems regarding the minimum requirements for respiration, air conditioning, and pollutant dilution.
- Non-inflammable ventilation doors and air channeling systems.
- Ventilation stability calculation for the case of fire, e.g., with downcast ventilation, including planning suitable stabilization measures.
- Measures to prevent gas eruption, if necessary.

4.6 First aid and disaster control

- Securing a rescue chain in regard to accidents and injuries that are characteristic for the mining industry: first aid – emergency physician – rescue helicopter, if necessary – hospital.
- Securing redundant warning and notification in case of an incident, e.g., phones, intercoms, signalling devices, stench warning, shotfire warning.
- Providing staff with oxygen self-rescuers, which are maintained according to a plan.
- Quantitative planning and organisation of escape and evacuation from all workplaces, by calculating or practically determining escape time on foot to an underground escape finishing point, a refuge chamber, or the surface, depending on geometry of the mine workings, climate, and smoke, and, where applicable, by using fail-safe means of transportation.
- Refuge chambers or tents, that are air conditioned and redundantly provided with air, to exchange the oxygen self rescuer, to wait for rescue in headings, when enclosed due to a fire, or when the surface or escape finishing points cannot be reached, e.g., due to impaired vision.
- Additional guidance in case of heavy smoke filling, e.g., guidance ropes, visual guiding points like reflectors.
- Training and equipment of mine rescue brigades in compliance with the recommendations by the DA GRW.
- A mine rescue brigade is independent if it has three teams ready for operation at any time, thus, a personnel surplus (absenteeism rate) of about 30 % must be added.
- So called small-scale mine rescue brigades, that are intended for rescue purposes only, or local guides with respirators

- Löschanlagen für Dieselfahrzeuge: Im Nichtkohlebergbau mindestens handausgelöst bei mehr als 65 kW Motorleistung; empfehlenswert jedoch auch hier mit selbsttätiger Auslösung und für alle Dieselfahrzeuge.
- Selbsttätige Löschanlagen für Raum- und Objektschutz, z.B. für Strecken und Schächte mit Holzausbau auf der Frischwetterseite, Dieselwartungs- und Tankräume, Batterieladeräume, Kompressoren, Gurtfördererantriebe und Kehren.
- Löschmittel- und Löschgerätedepot frischwetterseitig über Tage.
- Vorbereitete bzw. vorgeplante Sonderverfahren, z.B. Abdämmung, Wettersperren, Entrauchung, Rettungsbohren.

4.5 Wetterführung

- Nicht bewetterte Grubenbaue sperren oder bei Grubengasgefahr abdämmen.
- Redundante(r), fernüberwachte(r), ohne Unterbrechung laufende(r) Hauptlüfter.
- Sonderbewetterungsanlagen mit Wetterstromwächtern.
- Wettervolumenströme und -geschwindigkeiten der Haupt- und Sonderbewetterung im Hinblick auf Mindestanforderungen für Atmung, Klimatisierung, Schadstoffverdünnung.
- Unbrennbare Wetterbauwerke und Wetterleiteinrichtungen.
- Wetternetz-Stabilitätsbetrachtungen für den Brandfall, z.B. bei Abwärtsführung von Wettern, einschließlich Vorplanung geeigneter Stabilisierungsmaßnahmen im Brandfall.
- Ggf. Maßnahmen zur Gasausbruchsverhütung.

4.6 Erste Hilfe und Katastrophenschutz

- Sicherstellung einer Rettungskette für bergbautypische Unfälle und Verletzungen: Erstversorgung – Notarzt – ggf. Rettungshubschrauber – Krankenhaus.
- Sicherstellung der redundanten Warnung und Benachrichtigung im Ereignisfall, z.B. Telefone, Wechselsprechanlagen, Signaleinrichtungen, Geruchswarnung, Warnsprengen.
- Ausstattung der Belegschaft mit nach einem Plan überwachten Sauerstoffseltrettern.
- Quantitative Vorplanung und Organisation der Flucht und Räumung von allen Arbeitsplätzen, durch Kalkulation oder praktische Ermittlung der Fluchtzeit zu Fuß bis zu einem Fluchtendpunkt unter Tage, einer Fluchtkammer oder der Tagesoberfläche, in Abhängigkeit von Geometrie, Klima und Verrauchung, ggf. auch unter Nutzung ausfallsicherer Transport- und Beförderungsmittel.
- Redundant mit Atemluft versorgte und klimatisierte Fluchtkammern oder Fluchtzelte zum Wechsel des Selbstretters, zum Warten auf Rettung in Vortrieben bei Einschluss durch einen Brand oder wenn die Tagesoberfläche oder der Fluchtendpunkt nicht aus eigener Kraft erreichbar sind, z.B. wegen Sichtbehinderung.
- Fluchtleithilfen bei Gefahr dichter Verrauchung, z.B. Führungsleinen, optische Leitpunkte wie Katzenaugen.
- Ausbildung und Ausrüstung einer Grubenwehr gemäß Empfehlungen des DA GRW.
- Eine Bergwerksgrubenwehr ist unabhängig, wenn sie jederzeit kurzfristig in einer Alarmstärke von drei Trupps einsetzbar ist, also zusätzlich zu dieser Stärke über einen Personalüberhang (Fehlschichtenquote) von rd. 30 % verfügt.

as leaders for external brigades are an auxiliary measure due to lack of personnel and depend on neighbouring brigades with short response times.

- In that case, an according self-rescue concept must ensure equivalent safety, usually by means of an extended, precautionary, and defensive fire protection (2).

- Sogenannte Kleingrubenwehren, die nur für Rettungszwecke gedacht sind, oder ortskundige Wegweiser unter Atemschutz als Führer fremder Wehren sind eine der Personalnot kleiner Betriebe geschuldete Hilfsmaßnahme und erfordern, dass Grubenwehren benachbarter Bergwerke mit kurzer Anrückzeit Hilfe leisten können.
- In einem solchen Fall muss ein entsprechendes Selbstrettungskonzept für gleichwertige Sicherheit sorgen, in der Regel mittels eines zweckentsprechend erweiterten vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes (2).

References / Quellenverzeichnis

- (1) Reuter, F.: Entwicklung eines Kommunikationsmittels für den Einsatz der Grubenwehr. Gemeinsame Tagung der BG RCI für Leiterinnen und Leiter von Gruben- und Gasschutzwehren, Atemschutzmannschaften und Feuerwehren aus Betrieben unter Bergaufsicht, Bad Wildungen, 04.–05. März 2020 (unveröffentlicht).
- (2) Hermülheim, W.; Roehl, W.: Neue Grubenwehr-Leitlinien des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen. Mining Report Glückauf 150 (2014), Heft 4, S. 377–380.

Authors / Autoren

Christian Brendenahl M. Sc., Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Herne, Dipl.-Ing. Harald Dippe, Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, BG RCI, Hohenpeißenberg, Hon. Prof. Dr.-Ing. Walter Hermülheim, Institut für Bergbau, Lehrgebiet Grubensicherheit, Technische Universität (TU) Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Dipl.-Ing. Heiko Petrasch, Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, BG RCI, Leipzig, Dipl.-Ing. Roman Preißler, Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, BG RCI, Clausthal-Zellerfeld