

## Securing an Air Shaft in Witten, Taking into Account an Overburdened Mine Water Level

At the beginning of March 2020, the Arnsberg District Government, Department of Mining and Energy in NRW, Dortmund/Germany, was notified of a repeated significant inflow of water in the area of a residential building in Witten. In view of the damage that had already occurred to the building and according to the assessment of the mining situation shown in the mine map

and other maps, the cause of the water inflow and the ground movements apparently triggered by it was very probably of mining origin. On the basis of the present specific hazard situation, the District Government of Arnsberg, as the competent special regulatory authority, immediately initiated extensive investigation measures.

## Sicherung eines Luftschachts in Witten unter Berücksichtigung eines überstauten Grubenwasserspiegels

Anfang März 2020 wurde der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, Dortmund, ein wiederholter erheblicher Wasserzufluss im Bereich eines Wohnhauses in Witten gemeldet. In Anbetracht der schon eingetretenen Gebäudeschäden und nach Einschätzung der im Grubenbild und in sonstigen Kartenwerken dargestellten bergbaulichen Situation war die

Ursache der Wasserzuflüsse und der augenscheinlich dadurch ausgelösten Bodenbewegungen mit hoher Wahrscheinlichkeit bergbaulichen Ursprungs. Aufgrund des vorliegenden konkreten Gefahrerkenntnisses leitete die Bezirksregierung Arnsberg als zuständige Sonderordnungsbehörde unverzüglich umfangreiche Untersuchungsmaßnahmen ein.

### Original situation

At the beginning of March 2020, the Arnsberg District Government, Department of Mining and Energy in NRW, Dortmund/Germany, was notified of a repeated significant inflow of water in the area of a residential building in Witten. In view of the damage that had already occurred to the building and according to the assessment of the mining situation shown in the mine map and other maps, the cause of the water inflow and the ground movements apparently triggered by it was very probably of mining origin. Possible causes included an undocumented discharge of mine water from the nearby so-called "Jägerstollen" (hunter's tunnel) or a daytime overburden (air shaft) in the Finefrau seam, which could be located with an accuracy of +/- 15 m (Figure 1). A hydrological combination of the above-mentioned mining elements also seemed possible. Because of the concrete danger, the Arnsberg district government, as the special regulatory authority responsible, immediately initiated extensive investigative measures. RAG Aktiengesellschaft, as the responsible legal successor in accordance with Section 18 (1) of the North Rhine-Westphalia Regulatory Authorities Act, was informed of the measures.

### Ausgangssituation

Anfang März 2020 wurde der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, Dortmund, ein wiederholter erheblicher Wasserzufluss im Bereich eines Wohnhauses in Witten gemeldet. In Anbetracht der schon eingetretenen Gebäudeschäden und nach Einschätzung der im Grubenbild und in sonstigen Kartenwerken dargestellten bergbaulichen Situation war die Ursache der Wasserzuflüsse und der augenscheinlich dadurch ausgelösten Bodenbewegungen mit hoher Wahrscheinlichkeit bergbaulichen Ursprungs. In Frage kamen hierbei u. a. eine nicht dokumentierte Ableitung des Grubenwassers aus dem nahe liegenden sogenannten Jägerstollen oder ein mit einer Lagegenauigkeit von +/- 15 m zu verortendes Tagesüberhauen (Luftschacht) in Flöz Finefrau (Bild 1). Auch eine hydrologische Kombination der o. a. bergbaulichen Elemente erschien möglich. Aufgrund des vorliegenden konkreten Gefahrerkenntnisses leitete die Bezirksregierung Arnsberg als zuständige Sonderordnungsbehörde unverzüglich umfangreiche Untersuchungsmaßnahmen ein. Die RAG Aktiengesellschaft als zuständige Rechtsnachfolgerin gemäß § 18 Abs. 1 Ordnungsbehördengesetz NRW wurde über die Maßnahme in Kenntnis gesetzt.

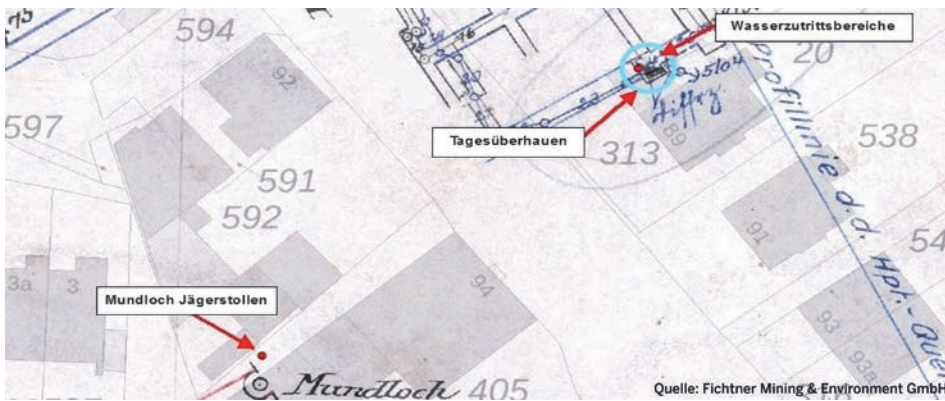


Fig. 1. Possible sources of water inflow: the Jägerstollen and a Tagesüberhauen (air shaft).

Bild 1. Mögliche Quellen für die Wasserzuflüsse: der Jägerstollen und ein Tagesüberhauen (Luftschacht).

Source/Quelle: Fichtner Mining & Environment GmbH

### Course of the investigation work carried out

Taking into account the damage situation and the preliminary findings on the mining situation, exploratory trenches were first created to investigate the water inflows (Figures 2, 3, 4). By means of these exploration trenches it was determined that

- the inflow was essentially recognizable in the area of a drainage shaft structure that had already been constructed in the past and the garage adjacent to the residential building;
- a drainage structure built in the past with outlet to the nearby Pleßbach was obviously disturbed in its function;
- the inflowing water was artesian in nature, indicating an overflowing water table; and
- the inflow was so strong that it could only be controlled with two 1,000 l/min suction pumps.

Furthermore, the trenches indicated that disordered flow conditions had been present in the subsoil for some time.

By partially removing the existing drainage shaft on the neighboring property and thus restoring the drainage possibility to the Pleßbach, the water level could be temporarily lowered by about 1.5 meters. The original water drainage into the Pleßbach could thus be provisionally restored. The water leakage below the garage and the adjacent residential building could be reduced in this way. According to the available findings, the strong water leakage was not due to possible discharge of mine water from the Jägerstollen, but to the former daytime overburden.

### Ablauf der durchgeführten Erkundungsarbeiten

Unter Berücksichtigung der Schadenssituation und den vorläufigen Erkenntnissen zur bergbaulichen Situation wurden zunächst zur Erkundung der Wasserzuflüsse Erkundungsschürfe erstellt (Bilder 2, 3, 4). Über diese Erkundungsschürfe wurde festgestellt, dass

- der Zufluss im Wesentlichen im Bereich eines bereits in der Vergangenheit angelegten Drainageschachtbauwerks und der an das Wohnhaus angrenzenden Garage erkennbar war,
- ein in der Vergangenheit angelegtes Drainagebauwerk mit Ablauf zum nahegelegenen Pleßbach augenscheinlich in seiner Funktion gestört war,
- das zutretende Wasser artesisch stark gespannt war, was auf einen überstauten Wasserspiegel hinwies und
- der Zustrom so stark war, dass er nur mit zwei 1.000 l/min Saugpumpen beherrschbar war.

Weiterhin wiesen die Schürfe darauf hin, dass bereits seit längerem ungeordnete Fließverhältnisse im Untergrund vorhanden sind.

Durch den teilweisen Rückbau des auf dem Nachbargrundstück vorhandenen Drainageschachts und die damit verbundene Wiederherstellung der Abflussmöglichkeit zum Pleßbach konnte der Wasserspiegel vorläufig um rd. 1,5 m abgesenkt werden. Der ursprüngliche Wasserablauf in den Pleßbach konnte so provisorisch wiederhergestellt werden. Der Wasseraustritt



Fig. 2. Water level at the beginning of the investigation.

Bild 2. Wasserstand zu Beginn der Untersuchung.

Photo/Foto: Fichtner Mining & Environment GmbH



Fig. 3. Trench with exposed drainage shaft and water inflow.

Bild 3. Schurf mit freigelegtem Drainageschacht und Wasserzufluss.

Photo/Foto: Fichtner Mining & Environment GmbH



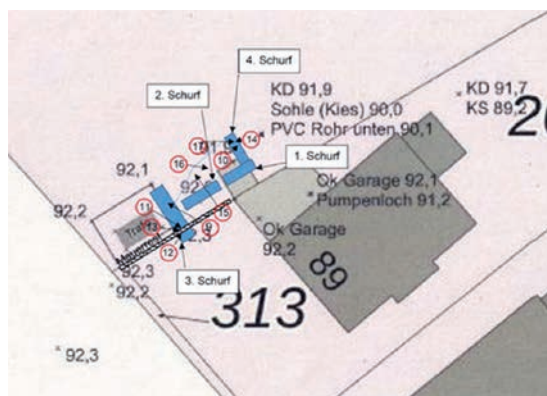


Fig. 4. Four investigation trenches were excavated.  
Bild 4. Es wurden vier Untersuchungsschürfe angelegt.  
Photo/Foto: Fichtner Mining & Environment GmbH



Fig. 5. Drilling operations and concrete slab encountered. // Bild 5. Bohrarbeiten und angetroffene Betonplatte. Photo/Foto: Fichtner Mining & Environment GmbH

Due to the extent of the outpouring below the garage of about 30 cm and possibly also below the adjacent building wall, which was also heavily soaked in this area, effects on the stability of the buildings could not be ruled out. A further investigation of the exact location and condition of the daytime overhang as well as the creation of an orderly water collection and drainage system were therefore imperative.

To locate and investigate this shaft, a specialist drilling company then drilled eleven full-crown rotary boreholes. The shaft was found to a vertical depth of 17 meters. The condition of the shaft was initially verified by excavation work down to a depth of approximately 2 m. In this case, a partial overburden of the shaft had to be excavated. This involved removing a concrete slab that had been partially installed above the shaft (Figure 5).

After uncovering the shaft, a temporary water drain was created via the still partially existing drainage shaft to the Pleßbach stream in order to keep the water level in the excavation pit low. The origin, cause and pathways of the significant water inflow could be determined during the shaft uncovering. According to the results, the main water quantities rose in the unconsolidated space between the outer wall of the shaft and the grown rock in the pit building connected to the air shaft during an overstowed standing water level. A precipitation de-

unterhalb der Garage sowie des angrenzenden Wohngebäudes konnte auf diesem Wege reduziert werden. Nach den vorliegenden Erkenntnissen war der starke Wasseraustritt nicht auf etwaige Ableitung von Grubenwasser aus dem Jägerstollen, sondern dem ehemaligen Tagesüberhauen zuzuordnen.

Aufgrund des Umfangs der festgestellten Ausspülungen unterhalb der Garage von rd. 30 cm und möglicherweise auch unterhalb der angrenzenden Gebäudewand, die in diesem Bereich auch stark durchnässt war, waren Auswirkungen auf die Standsicherheit der Gebäude nicht auszuschließen. Eine weitere Erkundung der genauen Lage und des Zustands des Tagesüberhauens als auch die Erstellung einer geordneten Wasserfassung und -ableitung waren somit zwingend notwendig.

Zum Auffinden und zur Untersuchung dieses Schachts wurden durch ein Bohrfachunternehmen anschließend elf Vollkronendrehbohrungen abgeteuft. Hierbei konnte der Schacht bis zu einer senkrechten Tiefe von 17 m nachgewiesen werden. Der Zustand des Schachts konnte durch Baggerarbeiten zunächst bis zu einem Tiefenniveau von ca. 2 m verifiziert werden. Hierbei musste eine teilweise über dem Schacht eingebaute Betonplatte entfernt werden (Bild 5).

Nach Freilegen des Schachts wurde ein vorläufiger Wasserabfluss über den noch teilweise vorhandenen Drainageschacht zum Pleßbach erstellt, um den Wasserspiegel in der Baugrube niedrig zu halten. Die Herkunft, die Ursache und die Wegsamkeiten des erheblichen Wasserzustroms konnten im Rahmen der Schachtfreilegung festgestellt werden. Die wesentlichen Wassermengen stiegen demnach bei einem überstauten Standwasserspiegel in dem mit dem Luftschaft verbundenen Grubengebäude im unkonsolidierten Raum zwischen der Schachtaußenwand und dem gewachsenen Fels auf. Eine Niederschlagsabhängigkeit schien vorzuliegen, da der Grubenwasserspiegel selbst stark schwankend ist.

Die Arbeiten wurden dann zunächst eingestellt, da aufgrund der vorgefundenen Situation ein Sicherheitskonzept für den Schacht erstellt werden musste (Bild 6). Um weitere Informationen als Planungsgrundlage über die Geländemorphologie zu erhalten, wurden der Arbeitsbereich und die unmittelbare Umgebung durch die Bezirksregierung Arnsberg mittels Laserscan aufgenommen und dokumentiert.



Fig. 6. Schematic representation. // Bild 6. Schematische Darstellung.  
Source/Quelle: Bezirksregierung Arnsberg

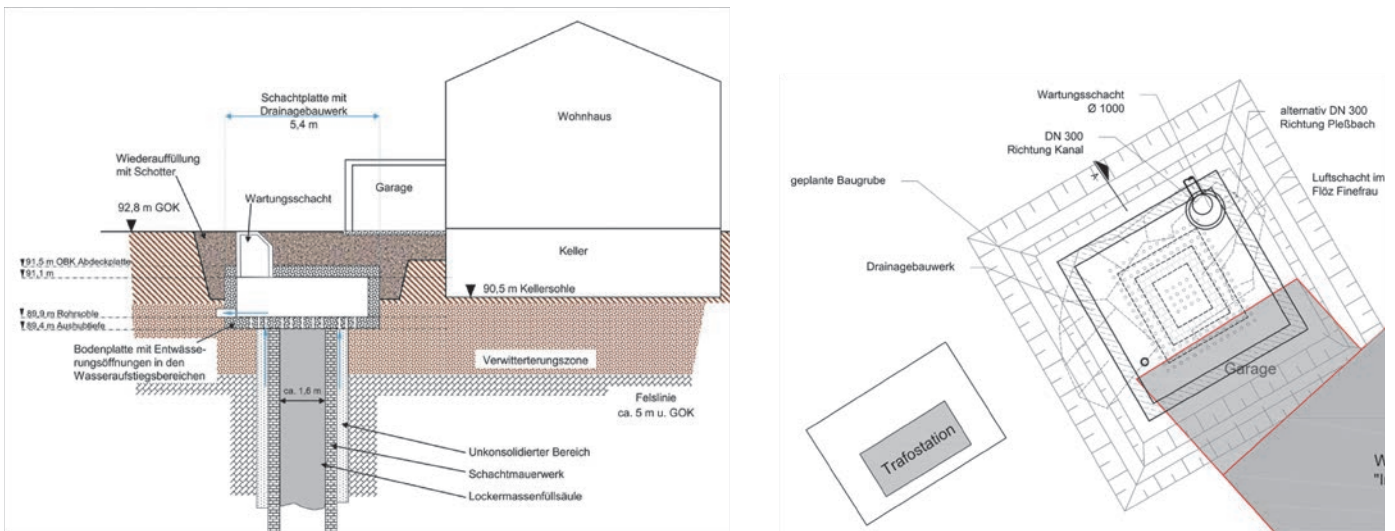


Fig. 7. Safety concept (section and top view). // Bild 7. Sicherungskonzept (Schnitt und Draufsicht). Photo/Foto: Fichtner Mining & Environment GmbH

pendency appeared to be present, as the mine water level itself is highly variable.

The work was then stopped for the time being because a safety concept for the shaft had to be drawn up on the basis of the situation encountered (Figure 6). In order to obtain further information as a basis for planning the morphology of the terrain, the working area and the immediate surroundings were surveyed and documented by the Arnsberg district government using laser scanning.

### Safety work

Based on the information obtained from the documents available at the mining authority (crack work, shaft files) and the on-site investigation, the stability of the surface in the area of the air shaft could not be confirmed.

The construction of a shaft head support according to the current state of the art was absolutely necessary. In addition, the creation of an orderly water collection and drainage system had to be ensured in order to prevent further washouts and thus guarantee the stability of the neighboring buildings (Figure 7). Since there was a risk that securing the shaft with building material injections might cause the water to move to an unknown and therefore uncontrolled location, a drainage

### Sicherungsarbeiten

Aufgrund der aus den bei der Bergbehörde vorliegenden Unterlagen (Risswerk, Schachttakte) und der Erkundung vor Ort ermittelten Informationen konnte die Standsicherheit der Tagesoberfläche im Bereich des Luftschachts nicht bestätigt werden.

Die Erstellung einer Schachtkopfsicherung nach heutigem Stand der Technik war zwingend erforderlich. Darüber hinaus war die Erstellung einer geordneten Wasserfassung und -ableitung sicherzustellen, um weitere Ausspülungen zu vermeiden und somit die Standsicherheit der benachbarten Gebäude zu garantieren (Bild 7). Da die Gefahr bestand, dass sich bei einer Sicherung des Schachts mit Baustoffinjektionen die Wegigkeiten des Wassers ggf. an eine nicht bekannte, mithin unkontrollierte Stelle verlagerten, wurde zu diesem Zweck ein Drainagebauwerk mit gelochter Bodenplatte konzipiert, das den Schacht statisch ausreichend dimensioniert standsicher abdeckt und aus dem Schacht aufsteigendes Grubenwasser über den vorhandenen Kanalstrang in den Pleßbach abführt (Bild 8).

Hierzu war die Bestandsgarage abzureißen. Sie wurde später neu errichtet. Bei den Erdarbeiten wurde ein zweiter Schacht im direkten Anschluss an den bereits bekannten Schacht aufgefunden. Dieser diente vermutlich als Wetterkamin. Der zusätz-



Fig. 8. Completed concreting of the floor slab and walls (l.) and the drainage structure (r.). // Bild 8. Fertiggestellte Betonierung der Bodenplatte und der Wände (l.) sowie des Drainagebauwerks (r.). Photos/Fotos: Fichtner Mining & Environment GmbH

structure with a perforated base plate was designed for this purpose, covering the shaft with sufficient static strength and discharging the mine water rising from the shaft via the existing sewer line into the Pleßbach stream (Figure 8).

For this purpose, the existing garage had to be demolished. It was later rebuilt. During the excavation work, a second shaft was found directly adjacent to the already known shaft. This probably served as a weather stack. The additional shaft necessitated minor redesigns, which, however, did not lead to any changes in the basic concept.

### **Conclusion**

The securing work was completed at the end of August 2020 with the restoration of the ground surface. The stability in the securing area was restored and the controlled drainage of water into the Pleßbach was ensured. The total costs for the exploration and securing measures including engineering services amounted to approximately 237,000 €.

liche Schacht machte kleine Umplanungen nötig, die jedoch zu keinen Änderungen der grundsätzlichen Konzeption führten.

### **Fazit**

Die Sicherungsarbeiten wurden Ende August 2020 mit der Wiederherstellung der Geländeoberfläche abgeschlossen. Die Standsicherheit im Sicherungsbereich war wiederher- und die kontrollierte Wasserabführung in den Pleßbach sichergestellt. Die Gesamtkosten für die Erkundungs- und Sicherungsmaßnahmen inkl. Ingenieurleistungen beliefen sich auf ca. 237.000 €.

### **Authors / Autoren**

Dipl.-Ing. Ingo Milas, Dipl.-Ing. Nicole Reinersmann, Abteilung Bergbau und Energie, Bezirksregierung Arnsberg, Dortmund