

Shaft filling at RAG – technical options for future requirements

The colliery closure programme under way in the German coal industry has also involved the permanent filling of mine shafts after underground operations have come to an end. The chosen filling technique depends very much on the future requirements that the shaft will have to meet. At RAG-operated sites the fill column in the disused shaft becomes a technical structure that

has to take on important functions associated with the coal industry's long-term burdens and responsibilities. The planning, execution and monitoring of these shaft filling measures represent a real challenge for everyone involved.

Schachtverfüllungen bei RAG – Technische Varianten für zukünftige Anforderungen

Im Zuge des Stilllegungsprozesses des deutschen Steinkohlenbergbaus wurden und werden die Schächte der stillgelegten Bergwerke dauerstandsicher verfüllt. Dabei sind die zukünftigen Anforderungen maßgeblich für die Auswahl der technischen Variante einer Schachtverfüllung. Die Füllsäulen der abzuwerfenden Schächte bei der RAG Aktiengesellschaft werden auf diese Weise zu technischen Bauwerken, die wichtige Funktionen für

die Bewältigung der Ewigkeitsaufgaben übernehmen. Planung, Ausführung und Überwachung der Maßnahmen stellen höchste Ansprüche an alle Projektbeteiligten.

1 Introduction

Over the years full or partial filling has been the standard technique for the permanent 'mothballing' of mine shafts. The decision as to which of the two methods to use was simply based on economic considerations, with the cost of one operation simply set against that of the other. The key cost factors are presented in Table 1.

The groundwork for this feasibility study was prepared as part of a preliminary geotechnical study. The respective costs of the proposed shaft filling operation can be quantified as a function of the depth at which an abutment structure can be established. The next stage in the planning process will then be based on whether full or partial filling is to be employed.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten wurde die dauerstandsichere Verwahrung von Schächten ausschließlich als Teil- oder Vollverfüllung ausgeführt. Relevant für die Entscheidungsfindung zwischen diesen beiden Varianten war bislang eine rein wirtschaftliche Betrachtung, in der die jeweiligen Kosten gegenübergestellt werden. Die maßgeblichen preisbildenden Faktoren sind in Tabelle 1 dargestellt.

Im Rahmen der vorlaufenden geotechnischen Untersuchungen werden die Grundlagen für diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ermittelt. Abhängig davon, in welcher Teufe eine Widerlagerkonstruktion errichtet werden kann, lassen sich die jeweiligen Kosten der Verfüllvariante gegenüberstellen. Auf der Basis der Entscheidung, ob eine Voll- oder Teilverfüllung zur Ausführung kommt, baut die weitere Planung auf.

2 Water pathway migration and access to mine water

When it comes to preparing and implementing a long-term water management concept that RAG can use for the post-mining era, and which will constitute a significant element in the coal industry's long-term liabilities, the decision between full-column filling and partial-column filling will depend very much on two important technical requirements that have to be met by the fill column: one is water migration and the other is access to the mine water. These requirements led to a new version of the shaft-filling technique – partial filling with clad pipes.

The main aim of the long-term water management plan drawn up by RAG is to reduce the permanent financial burden resulting from mine dewatering operations. This objective is to be achieved by way of the following three optimisation measures:

1. Reducing the pumping level and so optimising pumping costs.
2. Cutting the number of the water pumping stations so as to reduce the overall operating costs.
3. New pumping equipment to reduce the per-unit operating costs.

Table 2 shows how the technical requirements of the shaft filling operation can be met by improving selected aspects of the water management plan.

Preisbildende Faktoren	Vollverfüllung	Teilverfüllung
	Baustoffkosten (große Verfüllmengen, aber geringe Betongüte)	- Materialkosten Widerlagerkonstruktion (Schalungsbühne) - Lohnkosten Montagearbeiten (Schalungsbühne)

Table 1. Pricing factors for shaft filling

Tabelle 1. Preisbildende Faktoren einer Schachtverfüllung

Schachtverfüllung	Wasserhaltungskonzept	
	Optimierungsansatz	Zielsetzung
Wasserwegigkeit	Reduzierung des Pumpniveaus	Optimierung der Pumpkosten
	Reduzierung der Wasserhaltungsstandorte	Optimierung der Gesamtbetriebskosten
Zugriffsmöglichkeiten auf das Grubenwasser	Neue Pumpentechnik	Optimierung der Betriebskosten je Anlage

Table 2. Technical requirements for the shaft fill

Tabelle 2. Technische Anforderungen an die Schachtverfüllung

2 Wasserwegigkeit und Zugriffsmöglichkeiten auf das Grubenwasser

In Hinblick auf die Erarbeitung und Umsetzung eines langfristigen Wasserhaltungskonzeptes, das die RAG Aktiengesellschaft für die Zeit nach der Beendigung des Steinkohlenbergbaus aufstellt und das einen wesentlichen Teil der sogenannten Ewigkeitslasten ausmachen wird, spielen für die Entscheidung zwischen Voll- oder Teilverfüllung zwei wesentliche technische Anforderungen an die Füllsäule eine Rolle: die Wasserwegigkeit und die Zugriffsmöglichkeiten auf das Grubenwasser. Diese neuen Anforderungen führen zu einer weiteren Variante der Schachtverfüllung – die Teilverfüllung mit Hüllrohren.

Das langfristige Wasserhaltungskonzept der RAG Aktiengesellschaft verfolgt als wesentliches Ziel die Reduzierung der Dauerlasten, die aus der Grubenwasserhaltung resultieren. Dieses Ziel soll durch folgende drei Optimierungsansätze erreicht werden:

1. Reduzierung des Pumpniveaus und damit Optimierung der Pumpkosten.
2. Reduzierung der Wasserhaltungsstandorte, um zu einer Optimierung der Gesamtbetriebskosten zu gelangen.
3. Neue Pumpentechnik zur Optimierung der Betriebskosten je Anlage.

Nachfolgend wird dargestellt, aus welchem Optimierungsansatz des Wasserhaltungskonzeptes die technischen Anforderungen an die Schachtverfüllung resultieren (Tabelle 2).

2.1 Water migration

Allowing the mine water to rise to a pre-defined, higher level not only reduces the pumping costs but also creates the conditions under which water from different provenances can be collected via underground conduits. The number of water pumping points can thereby be reduced to just a few centralised dewatering stations.

An important prerequisite for achieving this is the provision of water migration pathways via existing mine workings. To meet this requirement the permanent shaft fillings have to be constructed as partial fills at certain selected sites.

2.2 Access to the mine water

Another way in which the mine pumping plan can be improved is to change the pumping technology. Future dewatering systems should be designed to operate as water management wells.

At present, conventional mine drainage methods are employed at practically every site. This makes use of accessible workings - both at active collieries and at sites purely used for dewatering work - where the inflowing mine water is collected in underground pumping chambers. Horizontal centrifugal pumps are used to deliver the water to the surface for subsequent disposal. The operating costs of each system will depend very much on the upkeep requirements of the mine workings with all their infrastructure equipment and on the monitoring, maintenance and repair costs needed to keep operations running smoothly below ground.

The 'management well' principle, on the other hand, does not require any operating equipment to be maintained underground. All the technical installations are located on the surface. The mine workings are flooded to a defined level and the dewatering operation is undertaken by submersible pumps suspended in the newly established 'well holes'. Clad pipes are installed in the partial-fill columns of the target shafts and this pipework can then be used for the subsequent well dewatering process, as well as for gaining access to the mine water.

As there is some uncertainty about the long-term serviceability of the underground conduits as part of the overall plan, some individual sites where mine water is to be raised from the wells outside the planned pumping regime are fitted with clad pipes during the shaft filling phase. These sites provide additional security and serve as reserve stations.

In future these filling columns will not be used merely for shaft security and preservation purposes but rather will operate as technical structures and facilities for water management actions. The quality of the building materials used will therefore be just as important as the technical aspects of the shaft filling operation.

2.1 Wasserwegigkeit

Mit der Zielsetzung, das Grubenwasser auf ein vorher definiertes höheres Niveau ansteigen zu lassen, können zum einen die Pumpkosten reduziert werden. Zum anderen ergibt sich hierdurch die Möglichkeit, die Wässer unterschiedlicher Wasserprovinzen über untertägige Durchleitstrecken zusammenzufassen. Die Anzahl der Wasserhaltungsstandorte kann damit auf wenige Zentralwasserhaltungen reduziert werden.

Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Wasserwegigkeit über vorhandene Grubenbaue sichergestellt ist. Hierzu müssen u. a. an verschiedenen relevanten Standorten die dauerstandsischeren Verfüllungen der Schächte als Teilverfüllung ausgeführt werden.

2.2 Zugriffsmöglichkeit auf das Grubenwasser

Ein weiterer Optimierungsansatz des Wasserhaltungskonzeptes besteht in der Veränderung der Pumpentechnik. Die zukünftigen Wasserhaltungen sollen als sogenannte Brunnen-Wasserhaltungen betrieben werden.

Aktuell wird die Wasserhaltung noch an fast allen Standorten konventionell durchgeführt. Hierbei wird im noch offenen Grubengebäude - sowohl bei aktiven Bergwerken, als auch bei reinen Wasserhaltungsstandorten - das zuströmende Grubenwasser in untertägigen Pumpenkammern gefasst. Über Horizontalkreiselpumpen wird dieses Grubenwasser nach übertage gefördert und abgeleitet. Die Aufrechterhaltung des Grubengebäudes mit all seinen infrastrukturellen Einrichtungen sowie die erforderlichen Kontroll-, Wartungs- und Instandsetzungsaufwendungen für einen reibungslosen Betrieb unter Tage bestimmen dabei maßgeblich die Betriebskosten der jeweiligen Anlagen.

Das Prinzip der Brunnen-Wasserhaltung sieht dagegen vor, keine untertägigen Betriebseinrichtungen mehr vorzuhalten. Alle technischen Einrichtungen befinden sich über Tage. Das Grubengebäude wird bis zu einem definierten Niveau geflutet, die Wasserhaltung mittels Tauchmotorpumpen betrieben, welche in die neu eingerichteten „Brunnenlöcher“ eingehängt werden. Dazu werden bei den zu verfüllenden Schächten Hüllrohre in die Teilfüllsäulen eingebaut, die einen späteren Brunnenbetrieb und gleichzeitig die Zugriffsmöglichkeit auf das Grubenwasser ermöglichen.

Da die dauerhafte Nutzbarkeit der untertägigen Durchleitstrecken im Gesamtkonzept eine Unsicherheit darstellt, werden einzelne Standorte, bei denen nach dem Wasserhaltungskonzept nicht planmäßig Grubenwasser im Brunnenbetrieb gehoben werden soll, bei der Schachtverfüllung mit Hüllrohren ausgestattet. Diese dienen zur Besicherung und werden als sogenannte Reservestandorte bezeichnet.

Diese Füllsäulen übernehmen zukünftig nicht mehr nur die reine Aufgabe einer Sicherung oder Verwahrung des Schachtes. Vielmehr sind sie technische Bauwerke und Betriebseinrichtungen der Wasserhaltung. Daher stellt - neben den technischen Aspekten - auch die Qualitäts- und Güteüberwachung der eingesetzten Baustoffe einen wesentlichen Bestandteil der Schachtverfüllung dar.

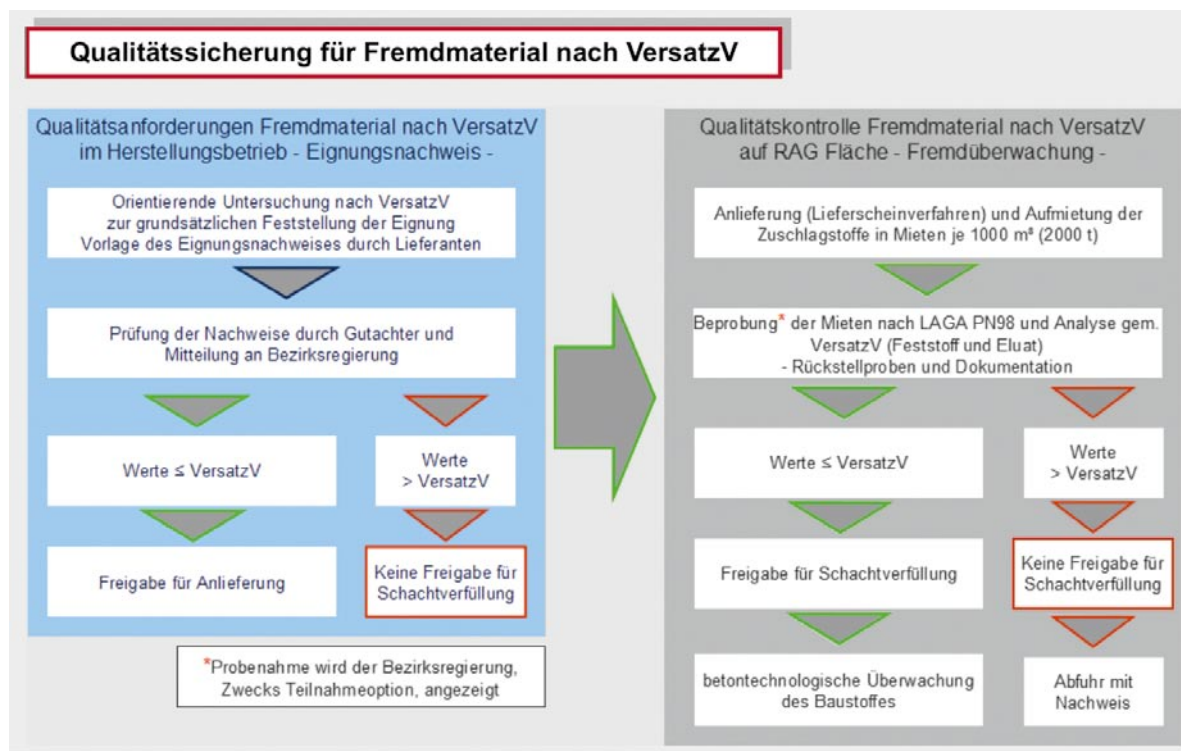


Fig. 1. RAG Quality assurance plan

Bild 1. Qualitätssicherungskonzept der RAG Aktiengesellschaft

3 Quality control system for stowing material

The material destined for the long-term preservation of mine shafts is subject to the provisions of the Underground Waste Stowage Ordinance (VersatzV, 24/07/2002, amendment 25/08/2004). One important aspect of this ordinance concerns the rules governing the 'physical requirements' of the stowing material. Sampling methods and threshold values for aggregates (solid) and setting materials (eluates) are also laid down. Proper implementation of the Stowage Ordinance therefore ensures that the filling material does not cause contamination of the ground water or surface water courses.

These procedures, which are monitored by the relevant licensing authority, have always been followed during shaft filling operations and this will continue unchanged. Experts are engaged by RAG to carry out the sampling and analysis work, assess the results and clear the materials for use with the agreement of the licensing body and its client.

Past allegations of manipulation, which have been directed at RAG, the technical experts and the client companies concerned, have meant that there is now much greater focus on the quality assurance aspects of these operations, particularly on the part of public groups, the licensing authorities and the relevant ministries and regional offices for nature, environment and consumer protection. RAG has now developed its own quality assurance plan for aggregate materials in order to ensure maximum security and transparency with respect to the quality and origins of the aggregates used for shaft filling projects. This quality assurance concept includes clearly identified procedures, proper documentation of the sampling process and sampled stacks and the engagement of certified experts.

3 Qualitätsüberwachung für Versatzmaterial

Für die Verwendung von Versatzmaterial zur dauerstandsicheren Verwahrung von Schächten gelten die Anforderungen der Versatzverordnung (VersatzV, 24/07/2002, Novellierung 25/08/2004). Wesentlich sind dabei die Regelungen über die „stofflichen Anforderungen“ des Versatzmaterials. Darüber hinaus legt sie Beprobungsverfahren und die einzuhaltenden Grenzwerte für die Zuschlagstoffe (Feststoff) und den abgebundenen Baustoff (Eluat) fest. Die korrekte Umsetzung der Versatzverordnung stellt daher sicher, dass durch das Versatzmaterial keine Verunreinigung des Grundwassers oder der oberirdischen Gewässer hervorgerufen wird.

Diese Verfahren wurden bisher und werden auch in Zukunft – begleitet und überprüft durch die zuständige Genehmigungsbehörde, die Bezirksregierung Arnberg – bei allen Schachtverfüllungen angewendet. Von der RAG Aktiengesellschaft beauftragte Gutachter führen die Beprobung und Analytik durch, bewerten die Ergebnisse und geben im Einvernehmen mit der Genehmigungsbehörde und ihrem Auftraggeber die Baustoffe zur Schachtverfüllung frei.

Manipulationsvorwürfe aus der Vergangenheit gegen die RAG Aktiengesellschaft, die bestellten Gutachter und die ausführenden Unternehmen haben den Fokus der Öffentlichkeit, der Genehmigungsbehörde sowie der zuständigen Ministerien und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz verstärkt auf den Aspekt der Qualitätssicherung gelenkt. Die RAG Aktiengesellschaft sorgt mit einem eigens entwickelten Qualitätssicherungskonzept für Zuschlagstoffe für eine größtmögliche Sicherheit und Transparenz über die Qualität und Herkunft der verwendeten Zuschlagstoffe, die bei Schachtverfüllungen

The flow diagram depicted in Figure 1 shows how the RAG quality assurance plan is used to control the quality of all externally sourced material.

The introduction and consistent application of the quality assurance plan ensures real transparency and security throughout the project process. It also helps promote a positive and long-lasting impression among the general public and the representatives of the relevant authorities, ministries and regional environmental offices.

4 Shaft filling techniques

Different filling methods are used depending on the future requirements that the shaft will have to meet. The key distinction is essentially between full-column filling and partial-column filling (with and without specific requirements). The different techniques are shown in Figure 2.

In the case of full-column filling – where there are no requirements imposed as to the subsequent role of the shaft – a cohesive building material (durable and inherently stable) is tipped into the shaft and allowed to fall under gravity to fill the area between the very bottom of the shaft and the shaft cellar. This creates a permanent, cavity-free and maintenance-free column of fill. The material is mixed on site and delivered to the shaft by belt conveyor. A volume analysis is carried out by taking daily in-shaft soundings and matching the result with the figures from the mixing plant. This analysis serves to confirm that a void-free column of fill has been achieved.

The area above this cohesive column, extending from the shaft cellar up to ground level, is usually filled with loose material. This stabilises the remainder of the cavity and makes it easier to carry out subsequent decommissioning work and to implement after-use plans at the site.

Partial filling, in which the column of fill is set on an abutment, is employed at those sites where it is more cost-effective than full-column filling or where special requirements apply, such as water migration and access to the mine water. In this case an abutment structure (formwork platform) is erected at depths determined by geotechnical surveys. This structure serves as lost formwork on which the first load-bearing section of the partial-fill column, or 'plug', can be built using high-grade concrete. The shaft zone above this plug is then filled with cohesive material.

Shaft filling with incorporated clad pipes is a special technique used for partial filling operations. In this case the clad pipes are set into the concrete filler column so that submersible pumps can later be lowered down, as in a well, in order to pump out the mine water. RAG is now planning to use this clad-pipe system at all mine shafts and reserve pumping stations that are and will be required for water management purposes.

eingesetzt werden. Eindeutig beschriebene Prozesse, stichhaltige Dokumentationen der Probenahme und der beprobten Mieten sowie die Auswahl zertifizierter Gutachter sind wesentliche Bestandteile des Qualitätssicherungskonzeptes.

Bild 1 zeigt das Fließbild zur Qualitätssicherung für Fremdmaterial aus dem Qualitätssicherungskonzept der RAG Aktiengesellschaft.

Die Einführung und konsequente Anwendung des Qualitätssicherungskonzeptes sorgen für Transparenz und Sicherheit im gesamten Projektablauf. Darüber hinaus trägt das Qualitätssicherungskonzept zu einem nachhaltig positiven Bild sowohl in der Öffentlichkeit als auch bei den Vertretern der zuständigen Behörden, der zuständigen Ministerien und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz bei.

4 Varianten der Schachtverfüllung

Abhängig von den zukünftigen Anforderungen an einen Schacht, der zur Verfüllung ansteht, kommen unterschiedliche Verfüllvarianten zur Ausführung. Im Wesentlichen wird zwischen Vollverfüllung und Teilverfüllung (mit und ohne Anforderungen) unterschieden. Bild 2 zeigt die unterschiedlichen Verfüllvarianten.

Bei Vollverfüllungen – ohne Anforderungen an eine spätere Nutzung – wird ein kohäsiver Baustoff (lagebeständig und eigenstandsicher) im freien Versturz vom Schachttiefsten bis zum Schachtkeller eingebracht. Es entsteht eine dauerhafte, hohlraumfreie und nachsorgefreie Füllsäule. Der Baustoff wird vor Ort angemischt und über Transportbänder zum Schacht befördert. Tägliche Lotungen des Schachtes und ein Abgleich mit den Auswertungen der Mischanlage ergeben die Volumenbilanz. Anhand dieser Bilanz lässt sich nachvollziehen und belegen, dass eine hohlraumfreie Füllsäule eingebracht wurde.

Im Bereich oberhalb dieser kohäsiven Füllsäule, vom Schachtkeller bis zur Geländeoberkante, werden in der Regel Lockermassen eingebracht. Sie sichern den verbliebenen Hohlraum und erleichtern die nachlaufenden Rückbauarbeiten sowie eine spätere Folgenutzung des Areals.

Teilverfüllungen, bei denen die Füllsäule auf einem Widerlager aufgebaut wird, kommen dort zur Anwendung, wo sie wirtschaftlicher als eine Vollverfüllung sind oder wo besondere Anforderungen, wie Wasserwegigkeit und Zugriffsmöglichkeiten auf das Grubenwasser, gestellt werden. In vorher durch geotechnische Gutachten festgelegten Teufen wird eine Widerlagerkonstruktion (Schalungsbühne) errichtet. Sie stellt eine verlorene Schalung dar, auf die der erste tragende Abschnitt der Teilfüllsäule, der sogenannte Pfropfen, aus höherwertigem Beton aufgebaut wird. Darüber wird der verbleibende Schacht mit kohäivem Baustoff verfüllt.

Die Schachtverfüllung mit Hüllrohren stellt eine besondere Form der Teilverfüllung dar. In die zu betonierende Füllsäule werden Hüllrohre eingebaut, durch die später Tauchmotorpumpen wie in eine Art Brunnen abgelassen werden, um zukünftig das Grubenwasser zu heben. Die Planung der RAG Aktiengesellschaft sieht vor, alle derzeit und zukünftig für Wasserhaltungszwecke benötigten Schächte sowie geplante Reservestandorte mit dieser Hüllrohrtechnik auszurüsten.

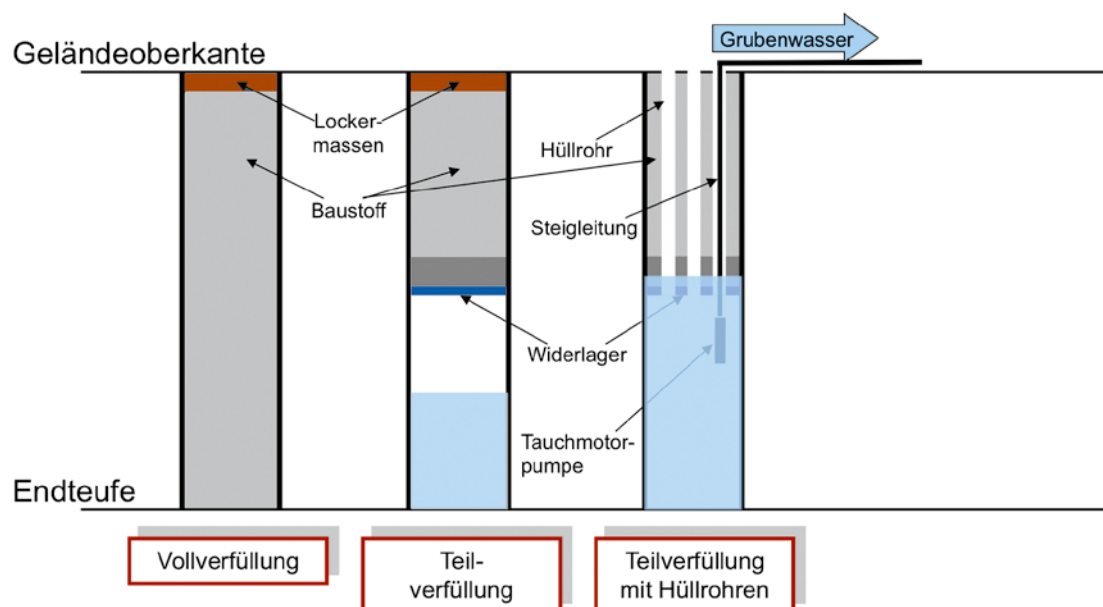


Fig. 2. Different shaft filling techniques // Bild 2. Varianten der Schachtverfüllung

Two different clad-pipe filling methods are currently employed and their use will depend on the circumstances prevailing at the shaft site.

- Version 1 (Walsum method):
The first RAG-managed shafts with clad pipes installed in the filler column were number 1 and number 2 shafts at Walsum colliery in Duisburg. This project was undertaken in 2009, the year following the mine's closure. The operation to insert the pipes and install the building material was carried out alternately in pre-determined sections.

After the formwork platform had been assembled standpipes were installed through the openings provided in the platform. Once these standpipes had been aligned and secured in position the first section of the plug was concreted using an entrained materials line. As the material used had a high early strength rating, assembly was soon able to begin on the next section of pipe. This was followed by the next section of concrete. A special cage conveyance was used to transport the pipes and to carry out the concreting work.

For this 'Walsum method' an auxiliary ventilation system was used to supply air to the workplace throughout the duration of the project, as the mine workings had been abandoned and continuous ventilation was no longer available.

This technique is employed when the clad tubes can only be positioned in the area of the shaft winding compartment, as the tube assembly and concreting operations can then be undertaken beneath the shaft conveyance.

Derzeit werden, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, zwei unterschiedliche Verfahren der Verfüllung mit Hüllrohren angewendet.

- Variante 1 (Walsum-Methode):
Die ersten Schächte der RAG Aktiengesellschaft, bei denen Hüllrohre in die Füllsäule eingebaut wurden, waren im Jahr 2009 die Schächte 1 und 2 des im Jahr 2008 stillgelegten Bergwerks Walsum in Duisburg. Dabei erfolgte der Einbau der Hüllrohre und das Einbringen des Baustoffes wechselweise in festgelegten Abschnitten.

Nach vollendeter Montage der Schalungsbühne wurden im ersten Arbeitsschritt Standrohre über den vorgesehenen Öffnungen in der Bühne montiert. Nachdem diese Standrohre ausgerichtet und in ihrer Lage gesichert waren, wurde der erste Abschnitt eines Betonpfropfens mit Hilfe einer mitgeführten Baustoffleitung betoniert. Da hier ein Baustoff mit hoher Frühfestigkeit eingesetzt wurde, konnte bereits nach kurzer Zeit die Montage eines weiteren Rohrabschnittes beginnen. Darauf folgte der nächste Betonierabschnitt. Sowohl der Rohrtransport, als auch die Betonarbeiten vor Ort wurden mit Hilfe eines speziellen Fördergestells durchgeführt.

Bei dieser sogenannten Walsum-Methode ist über den gesamten Ausführungszeitraum der Arbeitsbereich über eine Sonderbewetterung mit Frischluft zu versorgen, da das Grubengebäude abgeworfen und damit keine durchgehende Bewetterung vorhanden ist.

Diese Variante kommt zur Ausführung, wenn die Positionierung der Hüllrohre nur im Bereich des Fördertrums möglich ist, da die Rohrmontage und der Betoniervorgang unterhalb des Fördermittels erfolgen.

- Version 2 (Rossenray method):

A further RAG shaft to be fitted with clad tubes was Rossenray number 2 shaft at West colliery in Kamp-Lintfort, which was closed at the end of 2012. This shaft had been filled in 2013 and was converted to act as a reserve station using a new technique, known as the Rossenray method.

The Rossenray system differs from the Walsum method in that the clad pipes are installed before the concreting work is carried out. The standpipes and then the subsequent sections of pipe are first installed on the partly closed platform while the mine workings are still accessible and the ventilation circuit is still in operation. Special clamps are used to align the pipes and fix them on to the existing shaft buntons and bearers. After the formwork has been closed over, the filler column can be concreted section by section, though in this case the shaft has already been vacated and no auxiliary ventilation is required. This means that the concreting is done section by section, as the pipes would be crushed by the extremely high pressures created by a continuous concrete pour.

This version is employed in those shafts in which sufficient space is available to allow the conveyance to continue to operate safely alongside the clad-pipe assembly area.

Although version 2 (the Rossenray method) would appear to offer obvious advantages over version 1 (the Walsum method), it does have one significant drawback in that there is no possibility of intervening during the concreting operation, as both the inspection conveyance and the shaft ventilation system are out of operation.

5 Summary

The programme for the long-term optimisation of mine-water pumping regimes at disused collieries has also led to a major re-think of shaft filling operations. The conventional practice of full-column filling - that until a few years ago was used almost exclusively for the long-term preservation of abandoned mine shafts - has now become the exception. Ongoing developments and improvements to the full-column filling method with clad pipes mean that this technique is set to remain an essential part of the overall optimisation process.

About half of the 30 mine shafts still to be filled in the Ruhr coalfield by the year 2021 will be fitted with clad pipes. This will provide access to the mine water at any time in the years to come so that the RAG water management plan can be put into practice in a safe and controlled manner.

- Variante 2 (Rossenray-Methode):

Ein weiterer mit Hüllrohren ausgestatteter Schacht der RAG Aktiengesellschaft war der im Jahr 2013 verfüllte Schacht Rossenray 2 des zum Jahresende 2012 stillgelegten Bergwerks West in Kamp-Lintfort. Dieser Schacht wurde mit einer neuartigen Variante, der sogenannten Rossenray-Methode, zu einem Reservestandort umgebaut.

Im Gegensatz zur Walsum-Methode erfolgt bei der Rossenray-Methode der Einbau der Hüllrohre den Betonierarbeiten vorlaufend. Noch während das Grubengebäude offen ist und die Bewetterung durchgehend erfolgt, werden auf der teilweise geschlossenen Bühne zunächst die Standrohre und nachfolgend die weiteren Rohrstränge aufgebaut. Die Rohre werden an vorhandenen Einstrichen und Trägern mittels spezieller Rohrschellen befestigt, ausgerichtet und fixiert. Nachdem die Schalungsbühne verschlossen wurde, erfolgt dann das Betonieren der Füllsäule ebenfalls abschnittsweise, jedoch ohne Personal im Schacht und ohne Sonderbewetterung. Die Betonierarbeiten werden deshalb abschnittsweise durchgeführt, weil die Rohrleitungen durch den extrem hohen Betondruck bei kontinuierlichem Betonieren zusammengedrückt würden.

Diese Variante findet in Schächten Anwendung, in denen die Platzverhältnisse neben dem Montageaum der Hüllrohre noch einen sicheren Betrieb eines Fördermittels zulassen.

Obleich die Variante 2 – Rossenray-Methode – auf den ersten Blick deutliche Vorteile gegenüber der Variante 1 – Walsum-Methode – aufweist, birgt sie einen wesentlichen Nachteil. Es besteht keine Möglichkeit, während des Betoniervorgangs einzugreifen, da sowohl die Befahrungsanlage, als auch die Bewetterung des Schachtes außer Betrieb sind.

5 Zusammenfassung

Das Konzept zur langfristigen Optimierung der Grubenwasserhaltung des Steinkohlenbergbaus hat auch im Bereich der Schachtverfüllungen zu einem Paradigmenwechsel geführt. Die klassische Vollverfüllung, wie sie bis vor wenigen Jahren noch überwiegend bei der dauerstandsicheren Verwahrung von stillgelegten Schächten zum Einsatz kam, stellt heute lediglich noch eine Ausnahme dar. Die Weiterentwicklung und Optimierung der Verfüllvarianten mit Hüllrohreinbau sind und bleiben auch in Zukunft ein wesentlicher Bestandteil bei der gesamten Prozessoptimierung.

Von den noch rd. 30 Schächten, die bis zum Jahr 2021 im Ruhrrevier zur Verfüllung anstehen, wird etwa die Hälfte mit Hüllrohren ausgestattet werden. Auf diese Weise besteht jederzeit und dauerhaft die Zugriffsmöglichkeit auf das Grubenwasser, so dass eine sichere und kontrollierte Umsetzung des Wasserhaltungskonzeptes der RAG Aktiengesellschaft gewährleistet wird.

Author / Autor

Dipl.-Ing. (FH) Marcus Kampen, Abteilungsleiter Tief- und Industriebau der RAG Aktiengesellschaft, Herne