

Frank Bauer  
Siegfried Harhoff  
Sven Heuer  
Christoph Kuchinke

## System Solutions for Drill and Blast Drivages in Small-Profile Roadways

The MINING Division of HAZEMAG & EPR GmbH, Dülmen/Germany, which is one of the partners in the SK Mining Alliance, specialises in client-specific machines for drill and blast drivage operations in the mining and tunnelling industries. These system solutions are employed for drivage and rebuilding of roadways and as well as using suitable machine technology are also designed to help improve the process cycle. Multifunction machines such as

the HBL 800 drill-loader, along with innovative developments like the HRE 300 roadhead excavator, have proved their effectiveness and have as a result become part of the user's operations planning process. The HRE 300 in particular represents a very interesting solution for high-performance drill and blast drivage operations in small-section roadways of 9 m<sup>2</sup> and above.

## Systemlösungen für Sprengvortriebe in kleinsten Streckenprofilen

Als Partner in der SK-Mining-Allianz ist die MINING-Division der HAZEMAG & EPR GmbH, Dülmen, der Spezialist für kundenspezifische Maschinensysteme für den Sprengvortrieb im Berg- und Tunnelbau. Die Systemlösungen werden für die Auffahrung und Sanierung von Strecken eingesetzt und beinhalten neben geeigneter Maschinenteknik auch Optimierungen des Betriebsablaufs.

Multifunktionsmaschinen, wie der Bohrlader HBL 800, aber auch innovative Maschinen, wie der Vortriebsbagger HRE 300, haben ihre Effektivität bei entsprechender Einbindung in die betriebliche Planung des Anwenders bewiesen. Insbesondere der HRE 300 stellt eine interessante Lösung zur hochleistungsfähigen Auffahrung von kleinsten Streckenprofilen – ab 9 m<sup>2</sup> – im Sprengvortrieb dar.

### Introduction

A number of mining supplier firms are now operating together under a holding company set up by the Schmidt, Kranz & Co. Group (SK). This enterprise and its partners are now successfully involved in hard-rock mining and tunnelling projects. The SK Mining Alliance is able to supply well-proven, innovative system solutions that are ideally suited for roadway drivage and stabilisation work and for mineral winning and extraction, particularly in low-height and confined mine workings. The SK Mining Alliance comprises the MINING Division of HAZEMAG & EPR, Dülmen/Germany, GHH Fahrzeuge, Gelsenkirchen/Germany, mts Perforator Walkenried/Germany, MineMaster Spółka, Złotoryja/Poland, allmineral Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG Duisburg/Germany and IMS Engineering Pty. Ltd., Kempton Park/South Africa (Figure 1).

HAZEMAG's MINING Division specialises in conventional roadheading technology for exceptional operating conditions, including deep workings with high levels of climatic stress, projects requiring ATEX compliance and sites presenting difficult geological conditions with alternated stratification. Building on the products developed by the formerly independent brands MINPRO, SALZGITTER, HAUSHERR and TURMAG the company has now introduced three product lines for the mining market:

### Einleitung

Unter einer Dachgesellschaft hat die Schmidt, Kranz & Co. Gruppe (SK) verschiedene Bergbauzulieferer etabliert. Gemeinsam mit ihren Partnern ist sie auch im Hartgesteinsberg- und -tunnelbau erfolgreich tätig. Die SK-Mining-Allianz bietet bewährte und auch innovative Systemlösungen an. Die Systeme eignen sich im Besonderen sowohl für die Auffahrung und Sanierung von Strecken als auch zur Gewinnung von Rohstoffen insbesondere in niedrigen und engen Grubenräumen. Zur SK-Mining-Allianz gehören die MINING-Division der HAZEMAG & EPR GmbH in Dülmen, die GHH Fahrzeuge GmbH in Gelsenkirchen, die mts Perforator GmbH in Walkenried, die MineMaster Spółka z o.o. in Złotoryja/Polen, die allmineral Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG in Duisburg und die IMS Engineering Pty. Ltd. in Kempton Park/Südafrika (Bild 1).

Die MINING-Division der HAZEMAG ist Spezialist für konventionelle Vortriebstechniken bei Einsatz unter besonderen Bedingungen wie großen Teufen mit hoher klimatischer Belastung, ATEX-Anforderungen sowie wechselnden schwierigen geologischen Verhältnissen. Aufbauend auf den Produkten der ehemals eigenständigen Marken MINPRO, SALZGITTER, HAUSHERR und TURMAG sind im Bergbau drei Produktlinien eingeführt:



Fig. 1. SK-Mining-Alliance.

Bild 1. SK-Mining-Allianz. Source/Quelle: HAZEMAG

- crawler-mounted loading-dinting machines, multifunction vehicles and drill jumbos;
- rigs for exploration drilling, stress-relief drilling and upraise boring; and
- horizontal roll crushers and impact crushers with chain scraper conveyor systems.

GHH Fahrzeuge has established itself in the international mining and tunnelling sector by developing machines such as mobile loaders, trough tippers and specialist vehicles like scalers and concrete mixing trucks. These machines are renowned for their robust and durable base frames and some come with a very low-profile design.

Compliance with the emission limits for high-technology applications (Tier 4 interim and final / stage IIIB and stage IV) and also for less demanding operations (Tier 3 / stage IIIA and below) is ensured by fitting compatible drive systems (diesel, hydrostatic or electric) and suitable accessories.

mts Perforator designs and manufactures 0.6 to 4.4 m-diameter roadheading systems for all kinds of operations around the

- Raupenmobile Lade- und Senkmaschinen, Multifunktionsfahrzeuge, Bohrwagen,
- Bohrgeräte, u. a. für Explorations-, Entspannungs- und Aufbruchbohrungen, sowie
- horizontale Schlagwalzen- und Walzenbrecher in Kombination mit Kettenkratzförderern.

Die GHH Fahrzeuge hat sich im internationalen Berg- und Tunnelbau mit Fahrladern, Muldenkippern und Spezialfahrzeugen, wie Scaler und Betonmischfahrzeuge, etabliert. Die Fahrzeuge zeichnen sich durch eine robuste und langlebige Grundrahmenkonstruktion und eine zum Teil sehr flache Bauweise aus.

Die Emissionsvorgaben für Hochtechnologie-Anwendungen – Tier 4 interim und final / COM IIIB und COM IV – aber auch für weniger anspruchsvolle Anwendungen – Tier 3 / COM IIIA und darunter – werden durch die Antriebsart – Diesel, hydrostatisch, elektrisch – und entsprechendes Zubehör eingehalten.

Die mts Perforator entwickelt und produziert Vortriebssysteme mit einem Durchmesser von 0,6 m bis 4,4 m für den weltweiten Einsatz. Das Produktportfolio und der Service umfassen Mikrotunnelbausysteme, Tunnelbohrmaschinen (TBM), Pressbohranlagen, Bohrgestänge sowie weiteres Zubehör wie Bohrköpfe. Bild 2 zeigt eine Studie für eine TBM mit Abfördersystem in einem kleinen Tunnelquerschnitt.

### Systemlösungen für den Berg- und Tunnelbau

Die Bergbaubetreiber fragen heutzutage zunehmend Maschinen nach, die mobil und wendig sind und sie in die Lage versetzen, vielfältige Aufgaben im Rahmen der Auffahrung und Sanierung von Grubenbauen durchzuführen.

Bei den entsprechenden Maschinenkonzepten ist je nach Anwendung und Umgebung der Grad der Mechanisierung gegenüber der Mehrzweckverwendung abzuwägen. So bietet zwar eine „einfache“ vollhydraulische Steuerung nicht den vollen Sensorumfang und ist in der Automatisierung von Einzelvorgängen begrenzt, sie ist aber gegenüber einer vollautomatisierten Maschine im Einsatz unter besonderen Bedingungen robuster, verlangt weniger Service-Aufwand und ist in der Anschaffung günstiger.

Die MINING-Division der HAZEMAG bietet dafür raupenmobile Grundfahrzeuge in verschiedenen Gewichtsklassen, mit unterschiedlichen Antrieben sowie mit oder ohne Schnellwechseinrichtungen an. Anbaugeräte können eine Arbeitsplattform,

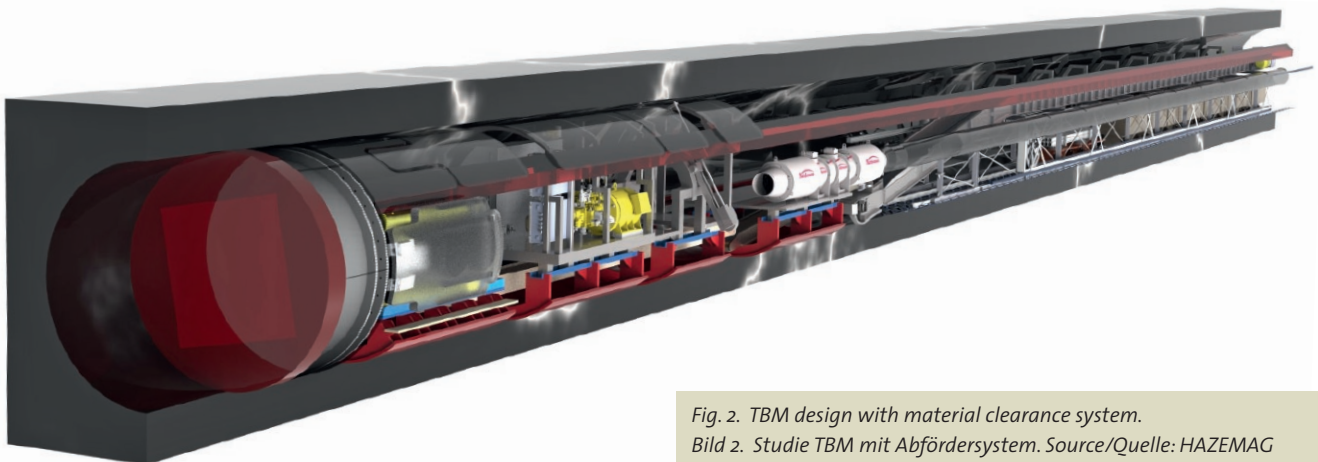


Fig. 2. TBM design with material clearance system.

Bild 2. Studie TBM mit Abfördersystem. Source/Quelle: HAZEMAG



Fig. 3. Wheel-mounted trailer with drill rig.  
Bild 3. Radmobiler Anhänger mit Bohrgerät. Source/Quelle: HAZEMAG



Fig. 4. HLH 220 crawler-mounted drilling machine.  
Bild 4. Raupenmobiles Bohrgerät HLH 220. Source/Quelle: HAZEMAG

world. The firm's product and services portfolio includes microtunnelling systems, tunnel boring machines (TBMs), thrust-boring machines, drill rods and other accessories such as boring and drilling heads. Figure 2 shows a blueprint for a TBM with a material clearance system designed for operating in small-section tunnels.

### System solutions for mining and tunnelling

Mine operators are now increasingly calling for machines that are mobile, highly manoeuvrable and capable of undertaking a wide range of roadway and tunnel drivage and reconstruction works.

When choosing a particular machine concept the degree of mechanisation has to be weighed up against the multipurpose nature of the deployment, which will then depend on the type of application and operating environment. While a "simple" all-hydraulic control system will not feature all the available sensor technology and will have certain limitations when it comes to the automation of individual procedures, when compared to an all-automatic machine it will be more robust under certain operating conditions, will require less maintenance effort and will entail lower procurement costs.

Here the HAZEMAN MINING Division can supply crawler-mounted base vehicles in a number of weight categories that can be equipped with different drive units and can be supplied



Fig. 5. HLH 120 drill rig. // Bild 5. Bohranlage HLH 120.  
Source/Quelle: HAZEMAG

eine Bohrlafette, eine Seitenkippschaufel, eine aktive Senkschaufel, aber auch Sonderlösungen sein, wie z.B. ein Schneidkopf mit Luft-Wasser-Außenbedüsung oder eine Schaufel zum Verlegen von Rinnsteinen.

In der Bohrtechnik bietet die MINING-Division der HAZEMAG je nach Bohraufgabe und Kundenanforderungen modulare Bohranlagen an, bestehend aus Bohrgerät und verschiedenen Erweiterungen. Der Fokus liegt dabei auf der Mobilität und der Anzahl der Freiheitsgrade sowie auf entsprechenden Antriebsmedien, wie Druckluft oder Hydraulik (Bilder 3, 4, 5).

### Konventionelle Maschinenausstattung für das Auffahren von kleinen Querschnitten

Der Vortrieb von kleinen Strecken- und Tunnelquerschnitten mit Bohr- und Sprengarbeit erfordert traditionell Nischen für den Materialtransport, aber auch für das Passieren und Parken der unterschiedlichen Fahrzeuge, da jeder Arbeitsgang im Vortriebszyklus im Allgemeinen ein anderes Gerät mit eigenem Fahrwerk erfordert. Das bedeutet das Vorhalten einer großen Fahrzeugflotte mit hohen Anschaffungs- und Betriebskosten. Das Manövrieren der einzelnen Geräte benötigt Zeit und verursacht zusätzliche Verzögerungen im Betriebsablauf.

Eine Möglichkeit zur Steigerung der Vortriebsgeschwindigkeit bietet der Einsatz multifunktionaler Maschinen, wie z.B. des Bohrladers HBL 800. Die Hauptaufgaben im Vortriebszyklus – Bohren und Laden – werden dazu in einem Grundgerät vereinigt. Die Maschine arbeitet als Kombigerät allein vor Ort. Für die Spreng- und Ankerlochbohrungen wird eine Bohrlafette angekoppelt (Bild 6), die für das Laden gegen eine Seitenkippschaufel (Bild 7) ausgetauscht wird. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen Spritzbetonmanipulator anzukoppeln. Das komplette System ist für die Anwendung in Strecken z.B. mit Bogenprofil und einem Querschnitt ab 10 m<sup>2</sup> vorgesehen. Für einen schienengebundenen Materialtransport gehören eine 2-1-Wege-Weiche sowie ein eingleisiges Vorlegereck als integrale Bestandteile zum System. Weitere verfügbare Anbaugeräte sind eine Teleskoplafette, verschiedene Senkschaufeln, Hydraulikhämmer und weitere Spezialwerkzeuge für die Durchführung von Sicherungsarbeiten.

Der HBL 800 wird elektro-hydraulisch angetrieben und von einem gegen Steinfall geschützten Bedienstand aus bedient. Zur

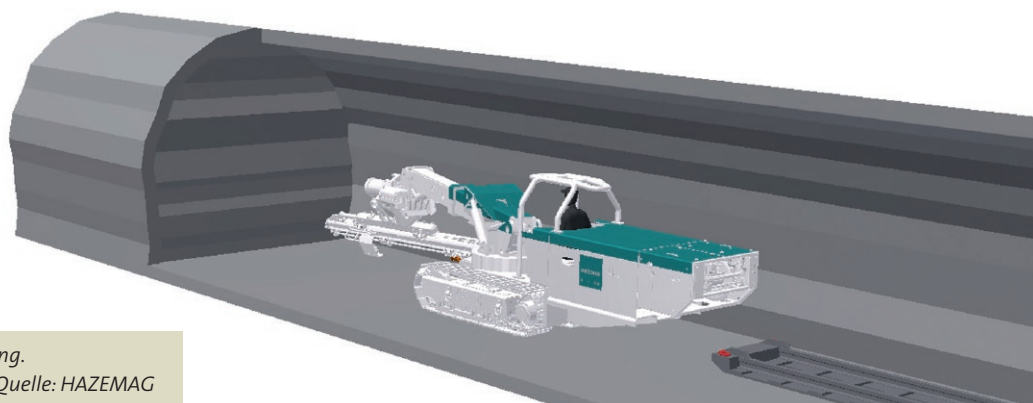


Fig. 6. HBL in position ready for drilling.  
Bild 6. HBL in Bohrposition. Source/Quelle: HAZEMAG

with or without quick-release attachments. The range of ancillary equipment available includes working platforms, drill feeds, side-tipping shovels and activated dinting shovels and can also involve special solutions such as cutting heads with air-water external spray systems and special shovels for laying curbstones.

The MINING Division can also supply modular drilling rigs comprising a drilling machine and various extensions, as dictated by the type of operation and customer requirements. Here the focus is on mobility and the number of degrees of freedom, with different drive media also available in the form of compressed air or hydraulic power (Figures 3, 4 and 5).

### Conventional equipment for small-profile tunnelling

Excavating small roadway and tunnel profiles using drilling and blasting methods has traditionally required manoeuvring hitches to be provided in the side-walls for materials transport and to allow the different vehicles and items of equipment to pass each other or be parked up ready for operation, as each process in the roadheading cycle generally calls for a different machine with its own running gear. This means providing a large fleet of vehicles, resulting in high procurement and operating costs. Manoeuvring the individual machines into place takes time and further delays the sequence of operations.

Multifunction machines like the HBL 800 drill-loader have the potential to increase the rate of advance in that the main operations in the roadheading cycle, namely drilling and loading, are combined in one carrier vehicle. This multipurpose machine is designed to operate on its own at the heading face. A drill feed attachment is fitted for shothole drilling and roofbolting work (Figure 6), this being replaced by a side-tipping shovel (Figure 7) for the loading cycle. There is also the option of connecting a shotcrete manipulator. The installation is designed to operate in arch-profile tunnels with cross sections of 10 m<sup>2</sup> and over. A two-to-one turnout and a preassembled section of track are also integrated into the system to serve as a floor-rail transport route. Other available attachments include telescopic drill feeds, a range of dinting shovels, hydraulic hammer drills and various specialised tools for carrying out tunnel stabilisation work.

The HBL 800 is equipped with electro-hydraulic drive and is operated from a driver's cab with an overhead canopy to protect against falling stone. A diesel-electric drive can also be specified in order to extend the machine's radius of action.

Using the machine as a stand-alone multifunction system for roadhead operations places higher stresses on the base vehicle

Vergrößerung seines Aktionsradius steht auch ein diesel-elektrischer Antrieb zur Verfügung.

Durch die Nutzung der Maschine als Multifunktionsgerät allein vor Ort ergeben sich für das Grundgerät etwas höhere Anforderungen an Handling und Service. Die Kosten für Anschaffung und Betrieb sind jedoch im Vergleich zur konventionellen Maschinenausrüstung – bestehend aus Bohrwagen und Lader – geringer, da nur die Grundmaschine zu beschaffen und instandzuhalten ist. Notwendige Wartungsarbeiten finden in den Nebenzeiten statt, z.B. während des Besetzens. Umfangreichere Reparaturen werden bei Bedarf in Wartungsschichten durchgeführt. Die Maschine verfügt in der Standardversion nur über eine unkomplizierte Sensorik, die wegen der einfachen Handhabung von den meisten Betreibern bevorzugt eingesetzt wird. Darüber hinaus sind den steuerungstechnischen Anforderungen aber grundsätzlich keine Grenzen gesetzt.

Die höhere Effizienz der Maschine gegenüber der konventionellen Maschinenausrüstung spiegelt sich in einer höheren Vortriebsgeschwindigkeit wider, eine entsprechende Organisation der Betriebe vor Ort vorausgesetzt. Der planmäßige Transport von Haufwerk und Material muss an das Vortriebsgerät angepasst sein. Maschinenwechsel mit langen Fahrwegen entfallen und die Anzahl an Passierbuchten bzw. Nischen reduziert sich. Die Werkzeugwechsel erfordern kurze Umrüstzeiten, da die Anbaugeräte mit einer hydraulischen Schnellwechseleinheit an die Maschine

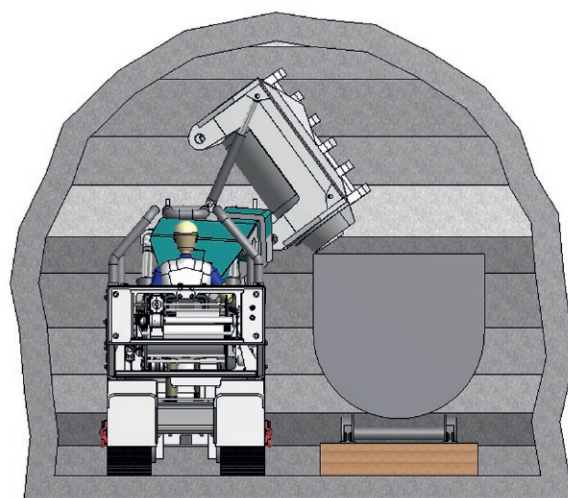


Fig. 7. HBL transloading material in a small-profile tunnel.  
Bild 7. HBL in Entladeposition in kleinem Querschnitt.  
Source/Quelle: HAZEMAG

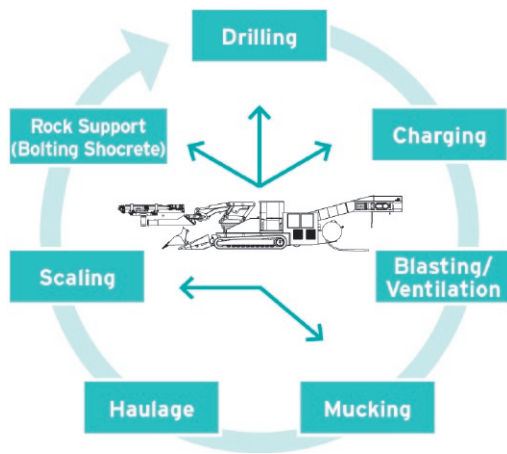


Fig. 8. Roadheading cycle based on HRE technology.  
Bild 8. Vortriebszyklus beim Einsatz des HRE. Source/Quelle: HAZEMAG

when it comes to handling and servicing. However, procurement and operating costs are lower than for conventional machine systems, which comprise a drill jumbo and loader, as only the basic machine has to be purchased and serviced. Any maintenance work needed can be carried out during non-operating periods, e.g. when the shotholes are being prepared. More extensive repairs are undertaken during the maintenance shifts, if need be. In its standard version the machine features a fairly simple sensor system that most users prefer because of its ease of operation. However, there are essentially no limits to the control technology that can be fitted if the customer so wishes.

The increased efficiency of this machine compared with conventional technology is reflected in a higher rate of advance, provided that the roadhead zone is properly organised. The scheduled movement of heading debris and materials has to be adapted to the operations of the roadheading machine. There is no waiting for machine change-overs and long travelling-in times and the number of passing places and machine refuges is reduced as a result. Tool change-over is fairly quick and easy as the attachments are coupled up to the machine with the aid of a hydraulic quick-change device. The control and supply lines are connected up using individually marked quick-release couplings. The various machine attachments are incorporated into the turn-round circuit in order to further reduce the change-over times. When used in combination with continuous conveyors for debris clearance the

gekoppelt werden. Die Versorgungs- und Steuerleitungen sind mit gekennzeichneten Schnellkupplungen verbunden. Für eine weitere Reduzierung der Wechselzeit sind die Anbaugeräte in den Wagenumlauf eingegliedert. Bei der Verwendung in Kombination mit Stetigförderern zum Abtransport des Haufwerks können die Anbaugeräte in mobile Vorrichtungen abgelegt oder in Ketten ortsnah aufgehängt werden.

Die Wendigkeit des HBL 800, seine Steigfähigkeit von  $\pm 18^\circ$  sowie ein elektrischer Antrieb ermöglichen seinen Einsatz auch im Tunnelbau, z.B. zur Auffahrung von Druckstollen.

### Innovative Maschinenausstattung für das Auffahren von kleinen Querschnitten

Die Vorteile des HBL 800 führten zu Überlegungen, durch die Unterbringung aller für den Vortrieb notwendigen Komponenten auf einem Grundgerät, z.B. für die Aufgaben Bohren, Besetzen, Laden, Säubern und Ausbauen, die Effizienz weiter zu verbessern (Bild 8). Außerdem reduzieren sich dadurch der Maschinenpark, die Wechselzeiten und die Anzahl an notwendigen Passierbuchten bzw. Nischen weiter (Bild 9).

Die gemeinsamen Überlegungen der MINING-Division der HAZEMAG und der GHH Fahrzeuge mündeten in der Entwicklung des multifunktionalen Vortriebsbaggers HAZEMAG Road Heading Excavators (HRE) für das Auffahren von kleinen Strecken ab einem Querschnitt von  $9 \text{ m}^2$  (Bild 10). Durch die jeweiligen Erfahrungen beider Unternehmen im Berg- und Tunnelbau wird der HRE den Anforderungen aus beiden Bereichen gerecht. Neben Strecken zur Vor- und Herrichtung eines Abbaufelds können u.a. auch Fluchtstollen und Wasserkrafttunnel hergestellt werden.

Der elektro-hydraulisch angetriebene raupenmobile HRE zeichnet sich insbesondere durch folgende Komponenten aus:

- Aktiver Ladetisch an der Front der Maschine in Verbindung mit einem speziell für Anwendungen im Berg- und Tunnelbau entwickelten Ausleger. Mithilfe dieses Auslegers wird das Haufwerk je nach Schaufeltyp auf den Ladetisch gezogen bzw. abgeworfen und durch Ladebalken in Richtung eines mittig in Maschinenlängsrichtung angeordneten Kettenkratzerförderers geschoben.
- Über eine mechanische Schnellwechseinheit können die auf Verschiebebahnen abgelegten Anbaugeräte zügig gewechselt werden.

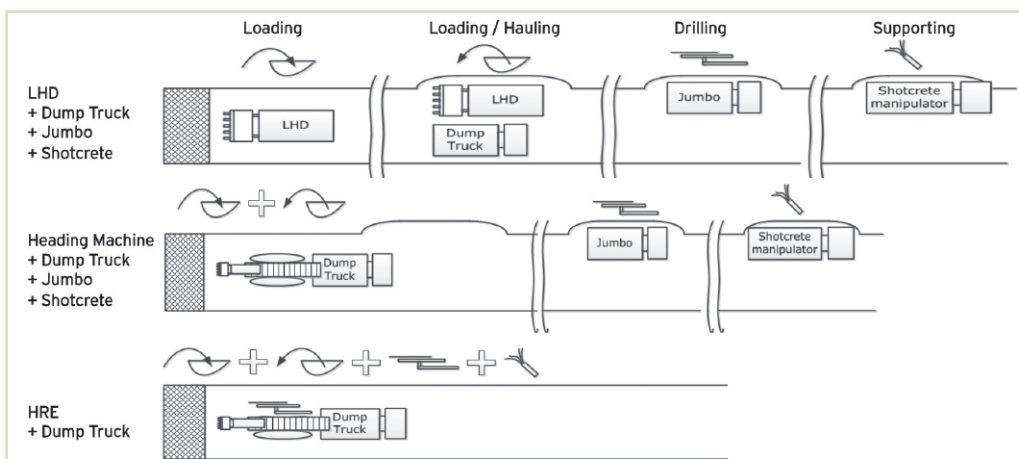


Fig. 9. Operating equipment and bay spacing in roadway drivages using LHD machinery, conventional tunnel excavators and HRE technology.  
Bild 9. Ausrüstung und Nischenabstände beim Streckenvortrieb mit LHD, konventionellem Vortriebsbagger und HRE. Source/Quelle: HAZEMAG

machine attachments can be held ready in mobile rigs or slung from chains close to the roadhead.

The HBL 800's manoeuvrability, gradient capacity of  $\pm 18^\circ$  and electric drive also make it a suitable option for the tunnel construction industry, e.g. for excavating head race tunnels.

### Innovative machinery for small-section tunnels

The advantages of the HBL 800 led to considerations as to whether efficiency could be further improved by placing all the roadheading components on one base machine, this comprising the tools required for drilling, blasting preparation works, loading, clearing out and support setting (Figure 8). Such a development would scale down the size of the vehicle fleet, cut tool change-over times and reduce the number of passing bays and refuges needed for the machines (Figure 9).

Joint deliberations involving engineers from the HAZEMAG MINING Division and GHH Fahrzeuge resulted in the development of the HAZEMAG multifunctional Road Heading Excavator (HRE), which was designed for driving small-section roadways of 9 m<sup>2</sup> and upwards (Figure 10). The technical know-how built up by the two companies from years of involvement in mining and tunnelling has produced a machine capable of meeting the kind of demands that arise in both these areas. As well as driving underground roadways in order to develop new mineral winning areas the HRE can also be used for the excavation of escapeways and head race tunnels.

The hydro electrically-powered, crawler-mounted HRE has the following technical features and specifications:

- Active loading apron at the front of the machine that operates in conjunction with a cantilever boom that has been specially designed for mining and tunnelling applications. The boom drags or tips the roadheading debris on to the apron, depending on the type of bucket fitted, and loader bars then push the material towards a central chain scraper conveyor operating along the length of the machine.
- The tool attachments, which are parked on a sliding track, can be rapidly changed over thanks to a mechanical quick-release unit.

The boom unit features both vertical and horizontal parallel kinematics. As well as fitting scoops and drill feeds the hydraulic quick-release unit can also be used to attach a range of other accessories such as working platforms, hydraulic breakers and rotary tools.

Machine dimensions (L x W x H)	12,5 x 2,3 x 2,7 m
Total electrical power	135 kW
Hydraulics output	90 kW, (optional HFCE)
Travel speed	0.6 m/s
Gradient capability	$\pm 18^\circ$
Working range, drilling	22 m <sup>2</sup>
Loading capacity	192 m <sup>3</sup> /h
Conveyor capacity	460 t/h
Max. transfer/discharge height	max. 2.1 m

Table 1. Key technical data for the HRE.

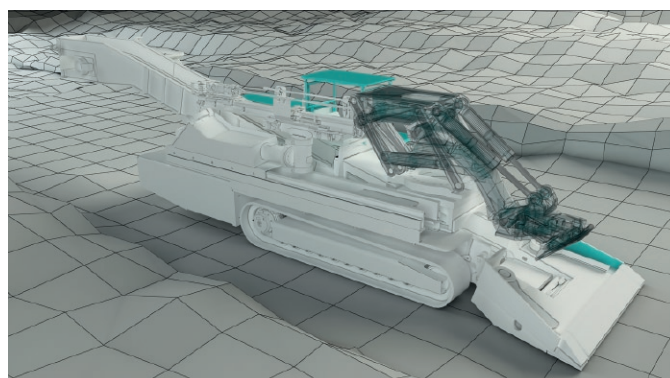


Fig. 10. HRE in its parked position.

Bild 10. HRE in Parkposition. Source/Quelle: HAZEMAG

Der Ausleger ist sowohl mit einer vertikal als auch mit einer horizontal arbeitenden Parallelkinematik ausgestattet. Mithilfe der hydraulischen Schnellwechseleinheit können neben Schaufel und Bohrlafette verschiedene weitere Anbaugeräte, wie z.B. eine Arbeitsplattform, Felsmeißel und Fräsen, installiert werden.

Die Bohrlafette und ein Spritzbetonmanipulator sind links- und rechtsseitig des Förderers auf Verschiebeeinheiten abgelegt. Über eine Fernbedienung können die Werkzeuge mit dem Ausleger aufgenommen werden.

Der HRE mit seinen wesentlichen Werkzeugen und baulichen Elementen ist für den Einsatz im Berg- und Tunnelbau ausgelegt. Herausragende Bestandteile des HRE sind zum Patent angemeldet.

Durch die Dimensionierung des Gesamtantriebs, die mögliche Leistungsklasse des Bohrhammers, die Auslegerkinematik und die Freiheitsgerade innerhalb der Bohrlafette erreicht der HRE die uneingeschränkte Bohrleistung eines konventionellen Bohrwagens. In Tabelle 1 sind die wesentlichen technischen Daten des HRE dargestellt.

Durch den Einsatz des HRE reduzieren sich Maschinen- und Personalkosten, das zeit- und kostenintensive Herstellen von Nischen wird auf ein Mindestmaß reduziert und der Energieverbrauch insgesamt sinkt. Darüber hinaus sorgt der elektrische Antrieb des HRE auch für eine deutliche Reduzierung der Aufwendungen für die Bewetterung.

Insgesamt sind beim Einsatz des HRE als Systemlösung für Sprengvortriebe in kleinen Strecken höhere Vortriebsleistungen bei geringeren Kosten gegenüber vorher üblichen Maschinenkombinationen zu erwarten. Die Effektivität der Maschine ist in

Abmaß (L x B x H)	12,5 x 2,3 x 2,7 m
Elektrische Gesamtleistung	135 kW
Hydraulikleistung	90 kW, (optional HFCE)
Fahrgeschwindigkeit	0,6 m/s
Steigfähigkeit	$\pm 18^\circ$
Arbeitsbereich, Bohren	22 m <sup>2</sup>
Ladekapazität	192 m <sup>3</sup> /h
Förderkapazität	460 t/h
Übergabehöhe	max. 2,1 m

Tabelle 1. Ausgewählte technische Daten des HRE.

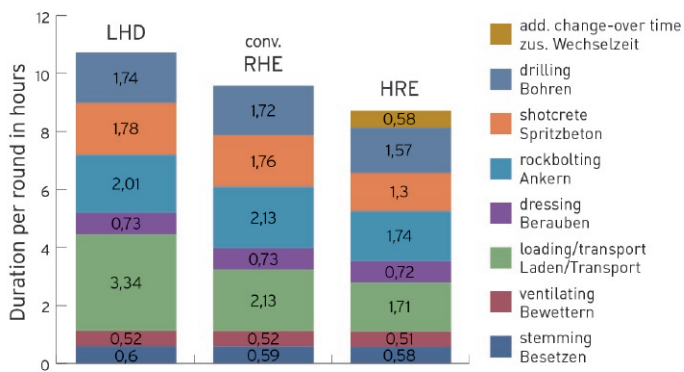


Fig. 11. Average cycle times for a shotfired drivage equipped with an LHD system, a conventional roadheading excavator (RHE) and an HRE machine.  
Bild 11. Durchschnittliche Zyklusdauer beim Sprengvortrieb mit LHD-, marktüblichem Vortriebsbagger- (RHE) und HRE-System.  
Source/Quelle: HAZEMAG

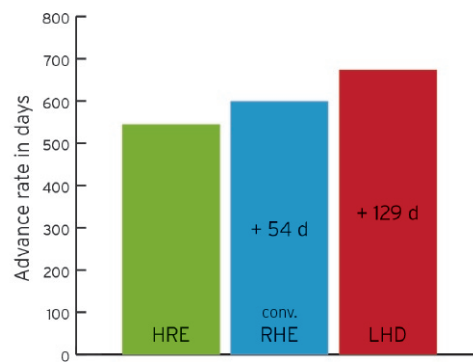


Fig. 12. Total project duration (in days), based on a drivage length of 3,000 m and a cross section of 10 m<sup>2</sup>.  
Bild 12. Gesamtvortriebsdauer (in Tagen), beispielhaft für eine Streckenlänge von 3.000 m und einem Streckenquerschnitt von 10 m<sup>2</sup>.  
Source/Quelle: HAZEMAG

The drill feed and shotcrete manipulator are mounted on offset slides positioned to the right and left of the conveyor. The tools are picked up by the boom, when required, in response to commands from a remote control system.

The HRS, along with its main operating tools and structural elements, has been designed and equipped for mining and tunnelling applications. The essential features of the machine have patents pending.

The HRS can attain the unlimited drilling capacity of a conventional jumbo thanks to the dimensional design of its driveline set-up, the potential power category of the hammer drill, the boom kinematics and the degree of freedom available to the drill feed. The main technical data for the HRE are presented in Table 1.

The introduction of the HRE has reduced machine costs and personnel costs, cut to a minimum the time-consuming and cost-intensive work of preparing machine bays and refuges and delivered an overall reduction in energy consumption. The machine's electric drive system has also significantly reduced the expenditure on providing underground ventilation.

Opting for the HRE as a system solution for drill and blast drivage operations in small-profile roadways is likely to result in higher rates of advance and lower operating costs when compared with conventional equipment combinations. The machine's effectiveness has been demonstrated in a study undertaken by RWTH Aachen University using the Discrete Event Simulation method (Figures 11 and 12). This project, which was based on the case of a roadway 3,000 m in length and with a cross section of 10 m<sup>2</sup>, sought to draw a comparison between the conventional system of LHD, drill jumbo and shotcrete manipulator, the combined arrangement of crawler-mounted roadheading excavator (RHE), jumbo and shotcrete manipulator, and the new HRE machine, each of the three systems operating with a maximum of three dump trucks. The average cycle times depicted in Figure 11 include both the change-overs for each operating sequence and the additional work associated with the excavation of the machine change-over bays.

einer Studie der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen unter Einsatz einer Diskreten Event Simulation nachgewiesen worden (Bilder 11, 12). Es wurden die herkömmliche Ausstattung mit Fahrlader (LHD), Bohrwagen und Spritzmanipulator sowie die Kombination von raupengeführtem Vortriebsbagger (RHE), Bohrwagen und Spritzmanipulator dem neuen HRE-System jeweils in Kombination mit max. drei Muldenkippern am Beispiel einer Strecke mit 3.000 m Länge und einem Querschnitt von 10 m<sup>2</sup> gegenübergestellt. In der in Bild 11 dargestellten durchschnittlichen Zyklusdauer sind sowohl die Wechselzeiten je Arbeitsgang, als auch das Mehrvolumen an Ausbruch durch die Auffahrung der erforderlichen Wechsellinien berücksichtigt.

#### Authors / Autoren

Dr.-Ing. Frank Bauer, Vice President MINING, Siegfried Harhoff, Director Sales, Sven Heuer, Director Sales, Christoph Kuchinke, Process Engineering, HAZEMAG & EPR GmbH, Dülmen