

# High-Voltage Power Cable Project – the SuedLink Line Goes Underground at the Südwestdeutsche Salzwerke Salt Mine near Heilbronn

The final 16 km of the 700 km long SuedLink high-voltage direct current transmission cable will pass through – or more precisely beneath – the conurbation of Heilbronn and in doing so will follow a route through the existing rock salt mine operated by the salt mining company Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS), Heilbronn/Germany. This energy scheme, which is being implemented under the Federal Requirements Planning Act, is being delivered by two project developers TransnetBW, Stuttgart/Germany, and

TenneT TSO, Bayreuth/Germany. The underground phase not only involves the sinking of two vertical shafts and the construction of new mine roadways but also the renovation of old sections of the mine that in some cases date back more than 100 years. Three different cable installation techniques are being used. SuedLink is scheduled to come into service in 2028 – some ten years or more after the first preliminary discussions took place and five years after the planning approval decision was reached.

## Stromtrasse unter Tage – SuedLink im Bergwerk der Südwestdeutsche Salzwerke AG nahe Heilbronn

Die rd. 700 km lange Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Leitung SuedLink quert auf den letzten rd. 16 km Trassenlänge den Ballungsraum Heilbronn – unter Tage, im bestehenden Steinsalzbergwerk der Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS), Heilbronn. Es handelt sich um ein Projekt gemäß Bundesbedarfsplangesetz, welches durch die beiden Vorhabenträger TransnetBW GmbH, Stuttgart, und TenneT TSO GmbH, Bayreuth, realisiert wird. Hierfür

werden nicht nur zwei Schächte geteuft und neue Strecken aufgeföhren, sondern auch teils über 100 Jahre alte Bergwerksbereiche aufgewältigt. Es kommen drei verschiedene Kabelverlegevarianten zum Einsatz. Gut zehn Jahre nach den ersten Vorgesprächen und fünf Jahre nach Erhalt des Planfeststellungsbeschlusses soll SuedLink im Jahr 2028 in Betrieb gehen.

### 1 Introduction

The high-voltage direct current line (HVDC), which has been given the name SuedLink, runs from the grid connection point at Brunsbüttel in Schleswig-Holstein to the Großgartach connection point in Baden-Württemberg. The cable carries a voltage level of 525 kV. The power line, which is being laid below ground, delivers a transmission performance of 2 GW and is designed for a minimum service life of 40 years. (1) It was agreed in 2020, as part of the Federal Grid Planning System, that the SuedLink line would bypass the city of Heilbronn and instead would be laid below ground in the tunnels of the Heilbronn-Kochendorf salt mine. This choice of route would allow the HVDC cable to pass beneath the entire industrial conurbation, the A6 federal highway and the River Neckar with practically no perceptible interference at ground level. The initiative behind this decision came from the Ministry for the Environment of Baden-Württemberg.

The route of the new transmission line is shown in Figure 1. The very first phase of the project, namely the E3 section that

### 1 Einleitung

Die als „SuedLink“ bezeichnete Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs (HGÜ)-Leitung verläuft zwischen den Netzverknüpfungspunkten Brunsbüttel in Schleswig-Holstein und Großgartach in Baden-Württemberg. Die Spannungsebene beträgt 525 kV. Diese Stromleitung wird als Erdkabel verlegt und weist eine Übertragungsleistung von 2 GW auf. Die Nutzungsdauer beträgt mindestens 40 Jahre. (1) Im Rahmen der Bundesfachplanung wurde Ende 2020 beschlossen, die Stadt Heilbronn zu umgehen, indem die SuedLink-Trasse in die Grubenbaue des Verbundbergwerks Heilbronn-Kochendorf gelegt wird. Dadurch wird der gesamte industrielle Ballungsraum, die Bundesautobahn A6, sowie der Neckar in diesem Bereich konfliktarm unterquert. Die Initiative hierfür kam vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg.

Der Trassenkorridor ist Bild 1 zu entnehmen. Als erster Teil der Trasse überhaupt wurde der Abschnitt E3 „Bad Friedrichshall – Netzverknüpfungspunkt Großgartach“ am 25. Mai 2023 durch die Bundesnetzagentur planfestgestellt.



Fig. 1. Route to be taken by the power line through the mine and location of the two new shafts (2).  
Bild 1. Darstellung des Trassenkorridors im Bergwerk sowie Lage der geplanten Schächte (2).

runs from Bad Friedrichshall to the grid connection point at Großgartach, was given official approval by the Federal Network Agency on 25th May 2023.

## 2 Project oversight

The main participants in the project are:

- the Federal Network Agency (BNetzA) as the approving authority;
- TransnetBW, Stuttgart/Germany, as the project developer; and
- Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS), Heilbronn/Germany, as the mine owner and project partner to TransnetBW.

Project feasibility was confirmed by a viability study that was carried out in 2018, following which TransnetBW and SWS signed a project agreement. The key element in this feasibility study was provided by the results obtained from preliminary shaft exploration boreholes. Core drillings were taken to a depth of about 220 m at both planned shaft sites and geomechanical and hydrogeological investigations were then carried out on the findings. (3)

The next step was to prepare for the purchase of the mining plant and machinery that would be needed below ground. In view of the lengthy equipment procurement periods involved and the highly uncertain situation prevailing on the world markets at that time these preparations would help ensure that all the equipment required for the job would be in place once the project actually got under way, this including a boom-type roadheading machine (Figure 2). (4)

The obligation to implement the project came from the Federal Requirements Planning Act (BBPlG). Under the Federal Grid Planning Scheme the relevant application was then made in accord-

## 2 Übersicht zum Projekt

Die maßgeblich Beteiligten an diesem Projekt sind

- Bundesnetzagentur (BNetzA) als Genehmigungsbehörde,
- TransnetBW GmbH, Stuttgart, als Vorhabenträger und
- Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS), Heilbronn, als Bergwerksbetreiber und Projektpartner der TransnetBW.

Die Machbarkeit des Projekts wurde im Rahmen einer 2018 erstellten Studie nachgewiesen. Im Anschluss haben TransnetBW und SWS einen Projektvertrag geschlossen. Zentraler Baustein beim Nachweis der Machbarkeit waren die Schachtvorerkundungsbohrungen. An beiden künftigen Schachtstandorten wurden Kernbohrungen auf rd. 220 m Teufe niedergebracht, um anschließend gebirgsmechanische und hydrogeologische Untersuchungen durchführen zu können. (3)



Fig. 2. Roadheading machine. // Bild 2. Teilschnittmaschine. Photo/Foto: SWS

ance with § 6 of the Grid Expansion Acceleration Act (NABEG) and all the documents required were submitted in line with § 8 NABEG. After the route of the new transmission line had been determined, and a binding agreement reached on the underground section that would pass through the Heilbronn/Kochendorf mine, this all in accordance with § 12 NABEG, the Federal Grid Planning work could be brought to a close. The planning approval process was then initiated in the autumn of 2020 by way of an application for planning permission in accordance with § 19 NABEG. The construction project was given the official go-ahead with the granting of planning approval on 25th May 2023.

## 2.1 Legal aspects

The aforementioned approval process had not been set out in detail at the beginning of the project as far as the regulatory framework and competent authorities were concerned. This called for a certain amount of pioneering work, as the authorities involved had never before granted approval for the laying of a high-voltage direct current transmission line in a mine operating under statutory mining control and in accordance with mine management procedures.

The planning approval decision finally laid down the conditions that would apply as far as the relevant legislation and competent supervisory bodies were concerned. As well as abiding by the legal and technical stipulations pertaining to the construction and operation of power supply lines, which are applied by BNetzA and TransnetBW, the project partners also have to work with the Regional Mining Directorate (LBD) of the State Office for Geology, Raw Materials and Mining of Baden-Württemberg, as this body too has a special role to play in the running of the project. As well as acting as a licensing and supervisory body for SWS the LBD is also involved as a specialist authority in the planning approval procedure for SuedLink and mining legislation expertise contributes to the process through the various ancillary conditions and provisions that apply. Although it is not actually an authorising agency in this case, the LBD will remain very much involved in the scheme during the implementation phase through its contact with the project partners TransnetBW und SWS.

The SWS will be responsible for acquiring easement areas for the new mine roadways as well as surface land for the shaft installations. As the underground roadways and surface shafts being constructed for the project will be inseparably linked to the mine these new installations will become the property and responsibility of the SWS company. (1)

## 2.2 Underground operations

The new power line will run right through the mine in a north east to south west direction (Figure 3). Most of the cable will be installed in existing mine workings. Connecting roadways also have to be driven to reach the new shafts. In the northern section some 1,680 m of roadway will be excavated to create a link to the Kochendorf shaft, while in the south the Großgartach shaft will be sited about 1,830 m from the current boundary of the working zone. Three 1,425 m-long horizontal boreholes will also have to be drilled parallel to the connecting roadway between the Heilbronn and the Kochendorf sections of the mine. The new roadway leading to the Großgartach shaft is to be created in such

Als nächster Schritt wurde der Weg für die Beschaffung erforderlicher Bergbaugroßgeräte geebnet. Aufgrund der ohnehin langen Beschaffungsdauer und der zu diesem Zeitpunkt besonders unsicheren Lage auf den Weltmärkten, wurde somit sichergestellt, dass zum eigentlichen Projektstart die benötigten Gerätschaften, u. a. eine Teilschnittmaschine (Bild 2), bereitstehen. (4)

Die Verpflichtung zur Umsetzung des Projekts ergibt sich aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG). Im Rahmen der Bundesfachplanung wurden nach § 6 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) ein entsprechender Antrag gestellt und nach § 8 NABEG die erforderlichen Unterlagen eingereicht. Mit Festlegung der Trasse und damit auch der verbindlichen Einigung auf einen untätigen Verlauf im Bereich des Bergwerks Heilbronn/Kochendorf im Rahmen von § 12 NABEG fand die Bundesfachplanung ihren Abschluss. Mit dem Antrag auf Planfeststellung gemäß § 19 NABEG wurde das Planfeststellungsverfahren im Herbst 2020 eingeleitet. Mit Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses am 25. Mai 2023 besteht Baurecht für das Vorhaben.

## 2.1 Rechtliche Aspekte

Das zuvor beschriebene Genehmigungsverfahren war zu Beginn des Projekts hinsichtlich des geltenden Rechtsrahmens und der zuständigen Behörden nicht im Detail festgelegt. Es galt Pionierarbeit zu leisten, denn die Genehmigung einer HGÜ-Leitung in einem unter bergrechtlicher Aufsicht stehenden und gemäß Betriebsplanverfahren betriebenen Bergwerk ist in dieser Form einmalig.

Letztlich erfolgen im Planfeststellungsbeschluss Vorgaben zu einschlägigen Rechtsvorschriften und zuständigen Aufsichtsbehörden. Neben den rechtlichen und technischen Maßgaben in Bezug auf die Erstellung und den Betrieb von Stromversorgungsleitungen, welche durch BNetzA und TransnetBW eingebracht werden, kommt der Landesbergdirektion (LBD) des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg eine besondere Rolle zu. Neben den Funktionen als Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde der SWS, ist die LBD ebenfalls am Planfeststellungsverfahren für SuedLink als Fachbehörde beteiligt. Im Rahmen von Nebenbestimmungen fließt die bergrechtliche Expertise ins Verfahren ein. Auch im Zuge der Projektdurchführung – wenngleich nicht als eigentliche Genehmigungsbehörde des Vorhabens – wird die LBD eng durch die Projektpartner TransnetBW und SWS eingebunden werden.

Es werden durch die SWS sowohl Berechtsamsfelder für die neuen Strecken als auch die Oberflächengrundstücke der Schachtbauwerke erworben. Da die im Zuge des Projekts erstellten Strecken und Tagesschächte untrennbar mit dem Bergwerk verbunden werden, gehen diese in das Eigentum und die Verantwortung der SWS über. (1)

## 2.2 Bergbauliche Maßnahmen

Die Trasse verläuft von Nordost bis Südwest durch das gesamte Bergwerk (Bild 3). Der überwiegende Teil wird im bereits bestehenden Grubenbau verlegt. Darüber hinaus sind die Verbindungsstrecken zu den neuen Schächten aufzufahren. Im Norden sind für den Anschluss an den Schacht Kochendorf ca. 1.680 m vorzutreiben, im Süden trennen 1.830 m die momentane Abbaugrenze vom Schacht Großgartach. Zudem sind parallel zu der Verbindungsstre-

a way that it will not interfere with the ongoing development of drilling and firing zones in the south-west part of the workings. There will therefore be some degree of interaction between the infrastructure corridor, on one hand, and the active mining operations and associated stowing and backfilling activities, on the other. Kochendorf mine is no longer actively engaged in salt extraction, though stowing operations are also being carried out in this part of the mine.

The new shafts, which will have an inside diameter of 5 m when fully supported and lined, will not only serve as points of entry and exit for the power cable but will also be used as downcast airways and as additional escape routes for the mine. There are no plans to install any fixed winding equipment and the shafts will only be fitted with a line of buntons to serve as vertical attachment points for the cable. It is also intended to set up a mobile inspection conveyance and associated winch system.

### 2.2.1 Roadway drivages

The roadways in the south-western part of the working districts are designed and dimensioned in such a way that SWS can continue to develop its extraction plans over the coming decades. This essentially means that about 1,600 m of connecting roadway will have to be excavated to create a finished cross section of 75 m<sup>2</sup> (15 m wide by 5 m in height). The start-off points for future transport roads and airways will be laid out in advance and the recesses will be used to accommodate the relevant infrastructure (power supply and communication systems) as well as to establish refuge and escape chambers and provide turning space for large-sized vehicles and transport machines. Where the roadway performs a dog-leg bend as it heads towards the shaft the profile will be reduced to 40 m<sup>2</sup> (8 m in width by 5 m in height). The intention is that the connecting roadway leading to the Großgartach shaft will be driven exclusively in salt rock, though this will depend on the findings from the exploratory survey, and on the resulting predictions.

The roadway leading to the Kochendorf shaft is to be driven right through with a 40 m<sup>2</sup> profile (8 m in width and 5 m in height). The mine will not be allowed to encroach into the area to be occupied by the new roadway. Because of the reduction in the thickness of the salt layer the roadway leading to the Kochendorf shaft will not be entirely driven in salt rock. Several horizontal exploration boreholes were created using the core drilling technique to survey the target zone. As is the case with the roadway drivage leading to the Großgartach shaft this operation will also require a number of side-wall recesses or enlargement areas to accommodate the infrastructure equipment. Support concepts are currently being developed for those sections of roadway that will lie outside the salt formations. (5)

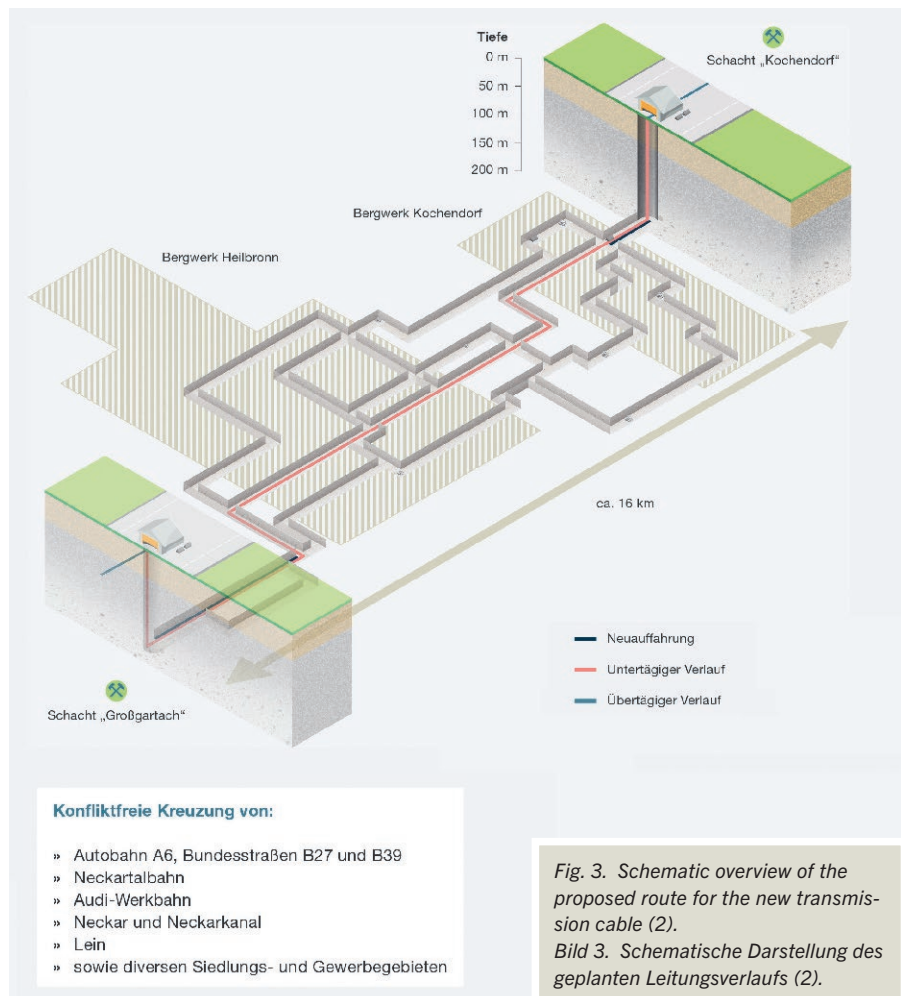


Fig. 3. Schematic overview of the proposed route for the new transmission cable (2).

Bild 3. Schematische Darstellung des geplanten Leitungsverlaufs (2).

cke, welche die Gruben Heilbronn und Kochendorf miteinander verbindet, drei 1.425 m lange Horizontalbohrungen zu stoßen. Die Strecke zum Schacht Großgartach ist so anzulegen, dass die Weiterentwicklung des Bohr- und Sprengreviers im südwestlichen Abbaufeld nicht eingeschränkt wird. Hier bestehen folglich Wechselwirkungen zwischen der reinen Infrastrukturtrasse einerseits und der aktiven Rohstoffgewinnung bzw. den damit verbundenen Versatztätigkeiten andererseits. Die Grube Kochendorf befindet sich nicht mehr in der aktiven Gewinnung, jedoch findet hier ebenfalls ein Versatzbetrieb statt.

Die abzuteufenden Schächte sind mit einem lichten Durchmesser von 5 m im Ausbauzustand geplant und werden, neben der Funktion der Ein- und Ausleitung der Stromtrasse, als einziehende Wetterschächte sowie dem Bergwerk als zusätzliche Fluchtwege dienen. Es sind keine stationären Befahrungsanlagen geplant. Die Schächte werden ausschließlich über Einstrichkonstruktionen zur vertikalen Kabelbefestigung verfügen. Zudem ist beabsichtigt, eine mobile Befahrungsbühne samt zugehöriger Winde bereitzustellen.

### 2.2.1 Streckenauffahrung

Die Streckendimensionierung im südwestlichen Gewinnungsfeld ist so ausgelegt, dass das Abbauschema der SWS in den folgenden Jahrzehnten fortgesetzt werden kann. Im konkreten Fall bedeutet dies, dass ca. 1.600 m der Verbindungsstrecke im lichten Querschnitt von 75 m<sup>2</sup> (15 m Breite und 5 m Höhe) aufgeföhren werden. Die Ansätze der künftigen Fahr- und Wetterstrecken, so-

As the drivage operation involves the construction of single-unit roadways more than 300 m in length special attention has to be given to the refuge and emergency escape plans. As well as providing redundant communication systems (radio and telephone) and permanent gas and pollutant measuring instruments it will also be necessary to set up a refuge station. This chamber will be designed to accommodate every member of the roadheading team and in the event of an incident will provide protection against non-respirable air over a period of 24 h. The refuge station that is being supplied for the SuedLink project is manufactured by the Dräger company and has been designed using the "Recommendations for the deployment of refuge stations at underground worksites", which have been drawn up by the German Tunnelling Committee (DAUB).

The new roadways are being driven by a Sandvik MT520 road-heading machine. The operating equipment also includes front-end loaders and articulated dump trucks, along with a diesel-electric drill jumbo for the rockbolting work. All the large machines, together with the various vehicles needed for personnel transport, logistics and material supply duties, were procured specifically for the project. Vehicles from SWS's own fleet may also be available for use, if this becomes necessary, as long as the ongoing mining operations have sufficient capacity for such an arrangement.

A separate underground workshop is also to be set up for the SuedLink project. This will ensure a high level of equipment availability and reduce the potential impact on SWS's normal operating routine. The new installation will include vehicle inspection pits, a factory crane, a washing area and an oil filling and used-oil disposal facility. Office containers and storage containers will also be provided, as well as a spare parts store operating on a VMI system (vendor managed inventory). Most of the main project machines are to be supplied by Sandvik. A Sandvik-operated VMI has the advantage that maintenance and repair work, e.g., can be undertaken without delays due to secure material availability. In the event of a mechanical breakdown the technicians can rest assured that sufficient quantities of the spare parts that are most likely to be required will be held in stock.

Two Volvo tunnel excavators, complete with all the necessary tools and attachments (transverse cutting head, hydraulic breaker and compactor), will be used to create the cable trenches and other infrastructure.

### 2.2.2 Preparing the infrastructure areas

Work also had to be done to prepare the roadways and mine cavities that would be used to accommodate the new power cable. This mainly affected the now disused workings in the Kochendorf part of the mine, though some remediation work was also needed in the Heilbronn areas. These abandoned districts had in some cases not been actively used for decades. The preparations mainly involve the repair of some roof sections and the associated support measures. The roof and side-wall restoration work will include scaling operations and the installation of new rockbolts. When the cable eventually goes into service the SuedLink corridor zones will undergo the same kind of check cycle (roof and side-walls) that has become standard practice in the underground mining industry.

The cable route will mainly be located on the mine haulage level. However, in some places it will have to transfer up to the

wie Querörter werden bereits ausgesetzt. Die somit entstehenden Nischen werden für die Installation der Begleitinfrastruktur (Stromversorgung, Kommunikation), für die vortriebsbegleitende Aufstellung einer Flucht- und Rettungskammer sowie als Wendemöglichkeit für Groß- und Befahrungsfahrzeuge verwendet. Beim „Abknicken“ der Strecke auf die Zielrichtung zum Schacht wird das Profil auf 40 m<sup>2</sup> (8 m Breite und 5 m Höhe) verjüngt. Gemäß der Erkundungsergebnisse und darauf basierenden Prognosen wird die Verbindungsstrecke zum Schacht Großgartach ausschließlich im Steinsalz aufgefahren.

Die Strecke zum Schacht Kochendorf wird vollständig im 40 m<sup>2</sup>-Profil (8 m Breite und 5 m Höhe) aufgefahren. Im Bereich der geplanten Strecke ist eine Ausweitung des Bergwerks ausgeschlossen. Aufgrund der abnehmenden Salzmächtigkeit wird die Strecke zum Schacht Kochendorf nicht durchgehend im Steinsalz verlaufen. Zur Vorerkundung dieses Bereichs wurden mehrere horizontale Erkundungsbohrungen im Kernbohrverfahren durchgeführt. Ähnlich wie bei der Streckenauffahrung zum Schacht Großgartach werden auch hier Nischen bzw. Erweiterungen für Infrastrukturequipment benötigt. Für die Streckenabschnitte außerhalb des Steinsalzlagere werden Ausbaukonzepte entwickelt. (5)

Da es sich bei den Streckenauffahrungen um mehr als 300 m lange Einzelstrecken handelt, kommt dem Flucht- und Rettungskonzept eine besondere Bedeutung zu. Neben redundanten Kommunikationssystemen (Funk und Telefon) und permanenten Gas- und Schadstoffmessungen, kommt eine Fluchtkammer zum Einsatz. Diese kann im Ereignisfall allen in der Auffahrung befindlichen Personen über 24 h Schutz vor möglichen nicht atembaren Wetter bieten. Die für das Projekt SuedLink beschaffte Fluchtkammer des Herstellers Dräger ist maßgeblich anhand der „Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen“ des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen (DAUB) ausgelegt.

Die Auffahrungen werden mit einer Teilschnittmaschine vom Typ MT520 des Herstellers Sandvik durchgeführt. Darüber hinaus stehen Fahrschauellader und Schubkastenfahrzeuge sowie ein dieselelektrischer Ankerbohrwagen zur Verfügung. Sämtliche Großgeräte sowie ebenfalls erforderliche Befahrungs-, Logistik- und Versorgungsfahrzeuge wurden eigens für das Projekt beschafft. Bei Bedarf kann darüber hinaus auf den Fuhrpark der SWS zurückgegriffen werden, soweit die Kapazitäten des laufenden Betriebs dies ermöglichen.

Zur Absicherung einer hohen Verfügbarkeit und um Einschränkungen im SWS-Regelbetrieb zu minimieren, wird für das Projekt SuedLink eine separate untertägige Werkstatt errichtet. Neben Montagegruben, einem Hallenkran, einem Waschplatz, Anlagen zur Ölversorgung und Altölentsorgung sind Büro- und Lagercontainer sowie ein Ersatzteillager als Vendor-Managed-Inventory (VMI) geplant. Der überwiegende Anteil der Leistungsgeräte stammt aus dem Hause Sandvik. Ein durch Sandvik betriebenes VMI bietet den Vorteil, dass geplante Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten beispielsweise ohne Verzögerungen aufgrund von Materialverfügbarkeiten stattfinden können. Für den Fall von Maschinenbruch kann man sich wappnen, indem die erfahrungsgemäß am wahrscheinlichsten erforderlichen Ersatzteile in ausreichender Stückzahl vorgehalten werden.

overlying ventilation level. This will mean creating ramps in newly excavated cavity spaces. This operation will not require external building material as it can draw on the rock waste already being produced below ground. Salt extraction at Heilbronn mine is currently concentrated on the third level (haulage horizon) and most of the new SuedLink corridor runs through this section. Some parts of the haulage-level roadways include a network of airways (mine level 2) that are set over a horizontal pillar 5 m or more in thickness.

### 2.2.3 Shafts

Heilbronn is also the site of the Konradsberg shaft, which was constructed some 20 years ago and was the last major mine shaft to be sunk in Germany. Now two new mine shafts are to be constructed here simultaneously as part of the SuedLink project.

The new Kochendorf shaft is to be sited in the township of Bad Friedrichshall, which is part of the municipal district of Kochendorf. It will have an approximate depth of 200 m. The Großgartach shaft, which will have a planned depth of some 220 m, will be located near the town of Leingarten and will be immediately adjacent to TransnetBW's existing transformer station and the future power grid converter. This is where the direct current in the HVDC line will be converted into the alternating current that is used in the transmission grid (grid connection point).

Both shafts will be very similar in structural engineering terms, though they will differ slightly owing to the respective geological and hydrogeological conditions that the exploratory surveys found at each site. Each shaft will primarily feature a twin-shell concrete lining with an intermediate asphalt joint and sheet-steel segments, the objective being to ensure full compliance with the high requirements in respect of watertightness. The fore-shafts will pass through the upper aquifer layer and consequently will be constructed using bored pile or diaphragm wall shoring systems. The fore-shafts will be sunk to a depth of 30 to 40 m using conventional drilling and blasting methods. Ahead of the main shaft sinking phase it is planned to drill injection holes to a depth of 120 m that can then be pressure-grouted with a cement suspension as a strata consolidation measure. This operation will effectively seal off any water flow paths, such as fissures and pore spaces. The effectiveness of this injection curtain will subsequently be assessed by drilling a series of test holes.

This pre-emptive action will be supported by further injection measures carried out from the temporary shaft floor. This "cover drill" technique will involve drilling a pattern of inclined holes in a downwards and outwards direction in order to seal and grout any potential water routes. This operation will establish a series of overlapping injection curtains that will ultimately create a strata column of sufficient impermeability.

Below a certain depth, and at a level where the rock mass is not likely to be water- or solution-bearing and where it will be sufficiently stable, each shaft is to be fitted with a supporting foundation. Above this foundation level the shaft support system will comprise an outer shell, an asphalt layer, a sheet-steel casing and an inner shell, while the section below will feature systematic rockbolting with lagging mats and shotcrete. The shaft landings will also be supported by a system of rockbolts, lagging mats and shotcrete. Because of the corrosive environment in these areas it is planned to use GRP bolts and to install lagging mats made

Für das Erstellen der Kabelgräben und anderer Infrastruktur stehen zwei Volvo-Tunnelbagger mit entsprechenden Werkzeugen zur Verfügung (Anbaufräse, Hydraulikhammer, Verdichtungsgeräte).

### 2.2.2 Aufwältigung Infrastrukturbereiche

Insbesondere in den alten Grubenbereichen in Kochendorf, jedoch auch in der Grube Heilbronn, müssen Strecken und Kammern für den Trassenbau vorbereitet werden. Diese Altbereiche sind teilweise seit Jahrzehnten nicht mehr in der aktiven Nutzung. Die Vorbereitung bezieht sich hauptsächlich auf die erneuten (First-) Abnahmen und damit einhergehenden Sicherungsmaßnahmen. Neben Beraubearbeiten sind mitunter neue Anker zu setzen, um die First- und Stoßsicherheit wiederherzustellen. In der späteren Nutzung werden die SuedLink-Trassenbereiche einem Kontrollzyklus (First- und Stoßkontrollen) unterworfen, wie er für aktive Grubenbereiche üblich ist.

Die Trasse verläuft überwiegend fördersöhllich. An einigen Stellen muss allerdings auf das Höhnenniveau der darüberliegenden Wettersohle gewechselt werden. Hierfür sind eigens Rampen in hereingewonnenen Abbaukammern zu erstellen. Zu diesem Zweck werden keine externen Baustoffe zugeführt, sondern es wird auf den ohnehin anfallenden Bergeversatz zurückgegriffen. Der Abbau findet im Bergwerk Heilbronn ausschließlich auf der dritten Sohle statt (Fördersohle). Hier verläuft der überwiegende Anteil der SuedLink-Trasse. Über einer mindestens 5 m mächtigen Schwebeliegt in Teilen der fördersöhligen Strecken ein Netz aus Wetterstrecken auf (2. Sohle).

### 2.2.3 Schächte

Der letzte größere Tagesschacht in Deutschland wurde vor rund 20 Jahren ebenfalls am Standort Heilbronn geteuft – der Schacht Konradsberg. Im Rahmen des Projekts SuedLink sollen nun zwei neue Schächte zeitgleich abgeteuft werden.

Der zukünftige Schacht Kochendorf liegt in der Gemeinde Bad Friedrichshall im Ortsteil Kochendorf. Er wird ca. 200 m Teufe aufweisen. Der planmäßig ca. 220 m tiefe Schacht Großgartach befindet sich auf dem Gebiet der Stadt Leingarten, unmittelbar neben dem bestehenden Umspannwerk der TransnetBW und dem späteren Konverterstandort. Hier wird der Gleichstrom der HGÜ-Leitung in Wechselstrom des Übertragungsnetzes konvertiert (Netzverknüpfungspunkt).

Beide Schächte ähneln sich bautechnisch stark, wobei es geringe Unterschiede in Bezug auf die jeweils vorerkundeten geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse gibt. Geplant ist ein überwiegend zweischaliger Betonausbau mit dazwischenliegender Asphaltfuge und Stahlblechsegmenten, um die hohen Anforderungen hinsichtlich Wasserdichtigkeit erfüllen zu können. Die Vorschächte durchörteren den Bereich des oberen Grundwasserleiters und werden daher im Bohrpfahl- bzw. Schlitzwandverbau ausgeführt. Die Vorschächte werden Teufen von ca. 30 bis 40 m aufweisen. Beide Schächte werden bergmännisch im Bohr- und Sprengverfahren geteuft. Dem Schachtteufen vorausgehend ist geplant, Injektionsbohrungen auf 120 m Teufe zu bringen, um eine Gebirgsvergütung durch Verpressen von Zementsuspension durchzuführen. Auf diese Weise sollen Wasserwegsamkeiten wie Klüfte und Porenräume verschlossen werden. Die Wirksamkeit

from a more durable material. The shotcrete mix will also contain stainless-steel fibre reinforcement. (6)

### 2.2.4 Cable laying operations

Three different cable laying techniques were proposed in order to be able to run the HVDC line undamaged through the different environments that exist along the underground route (Figure 4). As is common practice when laying buried cables for surface-based projects it was planned that the power lines would be accommodated inside empty conduits. All cable laying techniques have one thing in common in that they must provide a minimum depth of cover, this requirement being subject to expert assessment. This factor is particularly relevant in this case as electric detonators are in frequent use in mining operations of this kind and these items must be kept at a safe distance from power cables. As well as meeting this specific requirement there are also other aspects to consider, such as heat dissipation and physical protection. The 14 cable sections in all each measure between 900 and 1,800 m in length and some 13 individual cable pits will have to be provided along the route through the mine. The installation phase will involve the use of special vehicles to deliver the cable drums and specially constructed steel frames, or tensioners, will be set up to allow the cables to be uncoiled from the vehicle and transferred into the new shafts. One of the main functions of the tensioner, which is also fitted with a braking device for workplace safety purposes, is to ensure that the cables are installed in full compliance with their bending radius requirements. (2, 7)

As well as positioning the actual HVDC cables the laying operation also has to install four optical fibre cables and an earthing cable. The optical fibre cables will provide a communication link between the converters and the external monitoring system for the high-voltage line. It will be possible, for example, to monitor the temperature of the cable in real time and to identify the exact location of a fault in the event of an incident occurring. The earthing cable is an essential electrotechnical requirement. (8)

#### 2.2.4.1 Cable trenches

Over an 8.8 km-long section of the overall route the SuedLink cables are to be laid in trenches measuring about 1 m in depth and

des Injektionsschleiers soll im Anschluss anhand von Kontrollbohrungen überprüft werden.

Neben dieser vorauseilenden Maßnahme sind weitere Injektionsmaßnahmen von der temporären Schachtsohle aus vorgesehen. Im sogenannten Cover-Drill-Verfahren werden dabei über schräg nach unten und außen verlaufende Bohrungen weitere mögliche Wasserwegsamkeiten aufgeschlossen und verpresst. Auf diese Weise können mehrere sich überlappende Injektionsschleier ausgeführt werden, bis ausreichend dichte Gebirgsbereiche vorliegen.

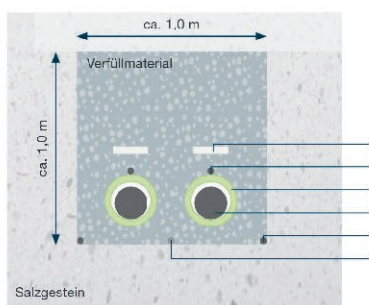
Ab einer gewissen Teufe, in welcher das Gebirge potentiell weder wasser- noch lösungsführend und ausreichend standfest ist, wird jeweils ein Ausbaufundament eingebaut. Oberhalb des Ausbaufundaments wird der Ausbau aus Außenschale, Asphalt-schicht, Stahlblechmantel und Innenschale eingebracht, darunter Systemankerung mit Verzugsmatten und Spritzbeton. Die Füllörter werden ebenfalls mit Systemankerung, Verzugsmatten und Spritzbeton gesichert. In diesem Bereich ist es aufgrund der korrosiven Bedingungen vorgesehen, GFK-Anker zu verwenden sowie Verzugsmatten aus beständigem Material. Mit dem Spritzbeton soll Faserbewehrung aus Edelstahl eingebracht werden. (6)

### 2.2.4 Kabelverlegevarianten

Um die HGÜ-Kabel in verschiedenen Umgebungsbedingungen unbeschadet durch die Bergwerksabschnitte führen zu können, ergeben sich drei verschiedene Verlegevarianten (Bild 4). Analog zur übertägigen Erdkabelvariante ist vorgesehen, die Kabel zum Schutz in Leerrohre einzuziehen. Alle Verlegevarianten haben gemeinsam, dass sie stets eine gutachterlich bewertete Mindestüberdeckung gewährleisten. Diese hat besondere Relevanz, da im aktiven Bergwerksbetrieb Sprengzünder gehandhabt werden, welche einen definierten Mindestabstand zur Stromleitung nicht unterschreiten dürfen. Neben dieser sehr spezifischen Randbedingung gilt es, Aspekte der Wärmeableitung sowie des Objektschutzes sicherzustellen. Die insgesamt 14 Kabelsektionen sind zwischen ca. 900 und 1.800 m lang. Im gesamten Bergwerk werden daher 13 Muffenbauwerke vorgesehen. Zur Kabelinstallation werden die HGÜ-Kabel mit Spezialfahrzeugen auf Kabeltrommeln angeliefert und über eigens dafür konstruierte

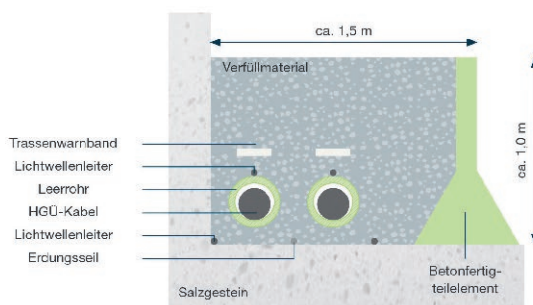
#### 1. Verlegung im gefrästen Kabelgraben

Distanz der Verlegeweise über ca. 8,8 km Länge



#### 2. Verlegung in einem durch Betonfertigteilelemente abgetrennten Bereich

Distanz der Verlegeweise über ca. 5,8 km Länge



#### 3. Horizontalbohrung

Distanz der Verlegeweise über ca. 1,4 km Länge

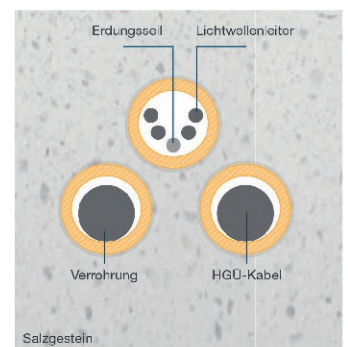


Fig. 4. Schematic illustration of the different cable laying arrangements (2). // Bild 4. Schematische Darstellungen der verschiedenen Verlegevarianten (2).

1 m in width (layout 1 in Figure 4). As some of the mine's infrastructure elements will overlap with the path to be taken by the new power cable the latter will inevitably have to run below floor level. While this clearly requires a greater amount of work than the second proposed laying method, for example, it does have the advantage that these sections can be safely driven over when normal operations resume. (8)

#### 2.2.4.2 Precast concrete sections

The cable is also to be laid behind precast concrete elements over a distance of some 5.8 km (arrangement 2 in Figure 4). These precast sections are similar to the concrete barriers that are used on motorways. The precast units will be placed about 1.5 m from the side-wall and the empty cable conduits will be installed in the space behind. This area will then be filled and compacted with backfill material supplied from the mine. This method has the advantage of being quicker to complete and therefore more cost-efficient to deliver. What the trench method and the precast segment method both have in common is that the fill material can be placed and compacted in layers. The plan is not to outsource the required backfill but rather to make use of material that is already being generated at the mine, namely waste rock and salt extracted during general excavation work. This has immense logistical advantages to offer. (8)

#### 2.2.4.3 Horizontal boreholes

The cable corridor also includes a 1,400 m-long section where the spatial conditions do not permit the use of either of the two aforementioned laying methods. The 'new link road' connecting Kochendorf mine to Heilbronn mine was completed in 2011. As the section concerned only comprises a single roadway the space constraints are such that there is not room to excavate a trench or install concrete elements. This part of the mine also plays a key operational role in that it contains a main belt installation that is used to supply backfill material.

In order to ensure that the horizontal holes are drilled parallel to the link road it will be necessary to excavate two drilling chambers and a thrust chamber. The plan is to drill out in both directions from the chambers so that the holes meet the existing roadway at points to the north and south and target the centre of the intermediate thrust chambers. This ensures that the maximum length of the individual boreholes is reduced as far as possible (about 390 m) and all the drilling gear only has to be relocated to a new installation site once. Two drill holes are needed for the high-voltage cable and a third is required for the accompanying cable infrastructure (layout 3 in Figure 4). (9)

### 3 Current status

SWS is currently engaged in preparing the mine for the commencement of the project. This includes carrying out trial runs on major items of equipment, as part of the required acceptance process, in order to ensure their full functional readiness. Acceptance tests and safety measures additionally have to be carried out in the mine chambers and sections of roadway concerned (transport and storage areas and cable routes). Personnel also have to be recruited and prepared for the tasks that will form part of the underground project.

Stahlgerüste (Tensioner) vom Fahrzeug in die neuen Schächte abgespult. Der Tensioner verfügt einerseits über Bremsvorrichtungen, um ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen, und andererseits sorgt er dafür, dass die zulässigen Biegegraden des Kabels eingehalten werden. (2, 7)

Neben den eigentlichen HGÜ-Kabeln werden vier LWL-Kabel, sowie ein Erdungsseil verlegt. Die LWL-Kabel dienen der Kommunikation zwischen den Konvertern und dem externen Monitoring der HGÜ-Leitung. Es wird beispielsweise möglich sein, die Temperatur der Kabel in Echtzeit zu überwachen, sowie im Ereignisfall Fehlstellen genau zu lokalisieren. Das Erdungsseil ist aus elektrotechnischer Sicht unerlässlich. (8)

#### 2.2.4.1 Kabelgraben

Auf einer Trassenlänge von ca. 8,8 km sollen die SuedLink-Kabel in einem etwa 1 m tiefen und 1 m breiten Kabelgraben verlegt werden (Variante 1 gem. Bild 4). Aufgrund der Überschneidung von Infrastrukturbereichen des aktiven Bergwerks mit der Stromtrasse, muss unweigerlich auf das Niveau unterhalb der Sohle ausgewichen werden. Dies ist mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verglichen mit der zweiten Verlegevariante verbunden, bietet aber den Vorteil, dass die Trassenabschnitte im Betrieb sicher überfahren werden können. (8)

#### 2.2.4.2 Betonfertigteile

Auf ca. 5,8 km Trassenlänge wird die Leitung hinter Betonfertigteilen verlegt (Variante 2 gem. Bild 4). Diese Elemente sind vergleichbar zu Begrenzungselementen der Autobahn. Die Fertigteile werden ca. 1,5 m vom Stoß entfernt platziert und die Leerrohre werden im dahinter befindlichen Bereich eingebaut. Anschließend wird der Aufbau mit bergwerkseigenem Verfüllmaterial aufgefüllt und verdichtet. Diese Verlegevariante bietet den Vorteil, dass sie schneller zu errichten und damit wirtschaftlicher ist. Sowohl der Kabelgraben als auch die Betonfertigteilvariante haben gemeinsam, dass das Verfüllmaterial lagenweise eingebaut und verdichtet wird. Es ist vorgesehen, auf das Zuführen von externen Baustoffen zu verzichten und stattdessen auf im Bergwerk ohnehin anfallenden Bergeversatz bzw. das beim Aushub gewonnene Schneidsalz zurückzugreifen. Dies bietet immense logistische Vorteile. (8)

#### 2.2.4.3 Horizontalbohrungen

Auf einem ca. 1.400 m langen Abschnitt lassen die räumlichen Bedingungen keine der zuvor genannten Verlegevarianten zu. Die sogenannte Neue Verbindungsstrecke zwischen den Gruben Kochendorf und Heilbronn wurde 2011 fertiggestellt. Da auf besagtem Abschnitt lediglich eine Einzelstrecke vorliegt, lassen die Platzverhältnisse weder den Aushub eines Grabens noch das Platzieren von Betonelementen zu. Der Bereich ist zudem für den Bergwerksbetrieb kritisch, da hier eine Hauptbandanlage verläuft, mittels derer Versatzstoffe zugeführt werden.

Um die Horizontalbohrungen parallel zur Verbindungsstrecke herstellen zu können, werden zwei Bohrkammern und eine Zwischenschubkammer aufgeföhren. Es ist vorgesehen, von den Bohrkammern aus jeweils in beide Richtungen zu bohren, sodass die Bohrspuren im Norden und Süden auf die Bestandsstrecken treffen sowie mittig in die Zwischenschubkammer. Auf diese Wei-





Fig. 5. Experimental cable trench.  
Bild 5. Probekabelgraben. Photo/Foto: SWS

A cable trench was also excavated on a trial basis. This was designed to test various installation and compaction methods for the cable bedding and trench backfill material. Consultant engineers were commissioned to work with TransnetBW on testing and demonstrating the compaction and heat conduction properties of the system. The experimental trench layout is shown in figure 5.

A separate 10 kV power supply for the SuedLink project has already been established by the mine at two separate feed-in points (Kochendorf and Konradsberg shafts). Both roadway drivages and the new workshop area therefore have access to a 10 kV power supply. All the necessary switchgear and transformer stations, along with other electronic infrastructure, have also been procured.

Various planning packages were developed to provide the verifications of long-term security and stability that the mine requires for the accommodation of the new SuedLink power line. A call for tenders has already been issued for both shaft installations and for the deployment of execution and safety concepts. Other components, including a feeder conveyor, ventilation equipment and the refuge containers referred to above, are currently at the procurement stage.

#### 4 Outlook

With the granting of planning permission, and following the review and implementation of various ancillary provisions, the roadheading operations were able to commence on 3rd July 2023. The project team now also has to focus on the materials management requirements. This means transporting down the shaft and into the mine some 32 km of empty conduit for the high-voltage cable along with the accompanying optical fibre infrastructure and about 3,000 precast concrete segments. All this material also has to be

se wird die maximale Länge der Einzelbohrungen weitestmöglich reduziert (ca. 390 m) und die gesamte Bohrtechnik muss nur einmal den Aufstellungsort wechseln. Es sind zwei Bohrspuren erforderlich, um die HGÜ-Kabel einzubringen und ein drittes Bohrloch für die erforderliche Kabelbegleitinfrastruktur (Variante 3 gem. Bild 4). (9)

### 3 Aktueller Stand

Gegenwärtig werden durch die SWS Maßnahmen durchgeführt, um das Bergwerk auf die eigentliche Projektdurchführung vorzubereiten. So müssen beispielsweise im Zuge der Abnahmeprozesse der beschafften Großgeräte Probebetriebe durchgeführt werden, um deren volle Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Mit der Teilschnittmaschine fand ein Probebetrieb statt. Darüber hinaus finden Abnahmen und Sicherungsmaßnahmen in benötigten Kammern und Stecken statt (Fahr-, Lager- und Trassenbereiche). Zudem wurde und wird das erforderliche bergmännische Personal eingestellt und für die kommenden Aufgaben vorbereitet.

Es wurde ein versuchsweiser Aufbau des Kabelgrabens hergestellt. Dabei wurden verschiedene Einbau- und Verdichtungsverfahren für Kabelbettung und Grabenverfüllung getestet. TransnetBW führt in Zusammenarbeit mit beauftragten Ingenieurbüros Untersuchungen bzgl. des Nachweises der Verdichtung und Wärmeleitung durch. Bild 5 zeigt den Versuchsaufbau.

Über zwei separate Einspeisepunkte (Schächte Kochendorf und Konradsberg) wurde bereits eine vom Grubenbetrieb unabhängige 10 kV-Stromversorgung für die Belange des Projekts SuedLink eingerichtet. Beide Auffahrungen und die zu errichtende Werkstatt sind auf 10 kV-Ebene elektrisch versorgt. Entsprechend zusätzlich benötigte Schaltanlagen und Trafo-Stationen sowie weitere Elektroinfrastruktur wurden ebenfalls beschafft.

In verschiedenen Planpaketen wurden erforderliche Nachweise, beispielsweise für die Langzeitsicherheit- und Stabilität des Bergwerks, unter Berücksichtigung der SuedLink-Trasse erarbeitet. Gegenwärtig läuft die Ausschreibung der beiden Schachtbauwerke sowie die Aufstellung von Ausführungs- und Sicherheitskonzepten. Einige weitere Komponenten wie ein Aufgabeförderer, Bewetterungstechnik und der bereit beschriebene Fluchtcontainer befinden sich zurzeit in der Beschaffung.

### 4 Ausblick

Mit Erhalt der Planfeststellung sowie nach Prüfung und Umsetzung etwaiger Nebenbestimmungen haben die Vortriebsarbeiten am 3. Juli 2023 begonnen. Neben dieser Tätigkeit wird ein weiterer Schwerpunkt auf der Materialwirtschaft liegen. Es gilt, 32 km Leerrohre für HGÜ-Kabel und die begleitende LWL-Infrastruktur sowie ca. 3.000 Betonfertigteile per Schachttransport in das Bergwerk einzufördern und bis zum endgültigen Einbau dezentral zwischenzulagern. Dies stellt eine große logistische Herausforderung dar, zumal alles parallel zum regulären Bergwerksbetrieb stattfinden muss.

Mit der Vergabe der Schachtbauarbeiten wird ebenfalls in den nächsten Monaten gerechnet. Nach einer etwa einjährigen Mobilisierungs- und Planungsphase werden voraussichtlich ab Mitte 2024 die Baumaßnahmen beginnen. Als Teufverfahren ist das bergmännische Bohren und Sprengen in die Planfeststellung

placed in interim storage until it is finally ready for installation. This constitutes a huge logistical challenge, all the more so since it has to be carried out in parallel with normal mining operations.

Contracts for the shaft sinking work are also anticipated in the next few months and construction is expected to begin in mid-2024, after a 12-month mobilisation and planning phase. The planning application states that the shafts will be sunk by conventional drilling and blasting, though alternative methods have not been entirely ruled out. It will be up to the bidding companies to propose the use of innovative sinking systems, such as shaft boring machines, if these are deemed to be appropriate. It is estimated that the shaft construction work will take about two years to complete. When the shafts have been completed and their support linings have been verified as fully dry and operational the final 200 m of link roads can be driven and connected up to the two shaft bottom zones.

The roadway drivage plans, support systems and safety concepts are to be finalised and agreed on the basis of the findings of the planning approval assessment, this mainly involving ancillary provisions of a regulatory nature. SWS will probably carry out part of the drivage operation using its own in-house resources. The work of planning and executing the horizontal boreholes and the remaining kilometres of roadway and cable trench will be assigned separately.

The actual cable laying operation will be completed in a relatively short period, mainly in 2027. SWS will not be in charge of this part the project, as TransnetBW have commissioned NKT, the company that manufactured and supplied the cable, to undertake this work.

## 5 Summary

The execution of the SuedLink infrastructure project represents a huge challenge for project partners SWS und TransnetBW. The project specifications in terms of cable length, laying techniques and investment costs are on a scale never before attempted in Germany. More than 16 km of the 700 km-long transmission line are to be laid in the underground workings of the Heilbronn-Kochendorf salt mine. In spite of the complex nature of the project, the fact that this planning section (E3 from Bad Friedrichshall to the grid connection point at Großgartach) was the first of the SuedLink tranches to be approved can be interpreted as a very positive signal indeed.

Two new mine shafts up to 220 m in depth are to be constructed before the scheme can go into operation in 2028. These will mainly feature a twin-shell concrete support system with an intermediate steel casing and an asphalt joint. This will prevent groundwater ingress and ensure permanent availability. The HVDC cables will be attached to a system of buntons running down the inner face of the shaft. No permanent winding systems are planned, though a semi-mobile conveyance will be provided at each shaft to support the cable installation process and any subsequent repair and maintenance work that may be required.

Separate link roads are to be driven in order to provide a connection between the existing mine workings and the new shafts. The 1,830 m-long link road to the Großgartach shaft, which is to be sited in the south-western part of the mine, will cut through salt formations and is to have a cross section of 75 m<sup>2</sup> over most of its

eingbracht, wobei alternative Varianten nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Es obliegt den Bietern ggf. innovative Verfahren, wie z. B. Schachtbohrmaschinen, anzubieten. Es wird mit einer Bauzeit von ca. zwei Jahren gerechnet. Nach Fertigstellung der Schächte und Abnahme des nachweislich trockenen Ausbaus können die jeweils letzten 200 m der Verbindungsstrecken aufgeföhren und zu den Füllörtern durchgeschlagen werden.

Auf Basis der Erkenntnisse aus dem Planfeststellungsbescheid – hauptsächlich der behördlichen Nebenbestimmungen – werden Vortriebs-, Ausbau- und Sicherheitskonzepte finalisiert und abgestimmt. Einen Teil der Aufföhruung wird die SWS voraussichtlich in Eigenleistung ausföhren. Die Planung und Ausföhruung der Horizontalbohrungen sowie die restlichen Strecken- und Grabenkilometer werden separat vergeben.

Die Maßnahmen zur eigentlichen Kabelverlegung werden in einem vergleichsweise kurzen Zeitraum hauptsächlich im Jahr 2027 stattfinden. Hier wird nicht die SWS federföhrend sein, sondern die durch TransnetBW beauftragte Firma NKT, welche die Kabel herstellt und liefert.

## 5 Zusammenfassung

Die Umsetzung des Infrastrukturvorhabens SuedLink stellt für die Projektpartner SWS und TransnetBW eine große Herausforderung dar. Das Gesamtvorhaben ist, was die Leitungslänge, die Art der Verlegung und die Investitionssumme anbelangt, in Deutschland einmalig. Mehr als 16 km der insgesamt über 700 km langen Trasse werden im Verbundbergwerk Heilbronn-Kochendorf verlaufen. Die Tatsache, dass dieser Planfeststellungsabschnitt (E3 Bad Friedrichshall – Netzverknüpfungspunkt Großgartach) als erster SuedLink-Abschnitt überhaupt genehmigt wurde, kann trotz der Komplexität des Vorhabens als starkes positives Signal aufgefasst werden.

Bis zur Inbetriebnahme 2028 sind zwei bis zu 220 m tiefe Schächte herzustellen. Diese werden größtenteils mit einem zweischaligen Betonausbau und dazwischenliegender Stahlblechummantelung und Asphaltfuge ausgebaut. So sollen Grundwasser ferngehalten und eine dauerhafte Verfügbarkeit sichergestellt werden. Die HGÜ-Kabel werden an Einstrichkonstruktionen an der Schachtleitung befestigt. Fest installierte Schachtfahranlagen sind nicht vorgesehen. Es soll jedoch eine semi-mobile Befahrungseinheit für beide Schächte bereitgestellt werden, um den Kabeleinbau und die spätere Wartung und Instandhaltung zu ermöglichen.

Um das bestehende Grubengebäude an die Schächte anzuschließen, werden jeweils separate Verbindungsstrecken zu den Schächten vorgetrieben. Die 1.830 m lange Strecke zum Schacht Großgartach wird im Südwestfeld mit einer Streckengeometrie von überwiegend 75 m<sup>2</sup> im Steinsalz aufgeföhren. Dieser Querschnitt entspricht dem einer Hauptstrecke und ermöglicht das zukünftige Fortschreiten der Salzgewinnung Richtung Südwesten.

Die ca. 1.680 m lange Verbindungsstrecke zum Schacht Kochendorf verlässt im Nordosten das Steinsalzlager. Im Anschluss an die Steinsalzschieben werden voraussichtlich das Residualgebirge, die unteren Sulfatschichten, die unteren Dolomite, die Orbicularisschichten (Kalk-Mergelstein-Wechselagerungen) und der untere Muschelkalk durchörtert. Aufgrund der tendenziell

length. This profile is in keeping with that of the main roadways and will allow salt extraction to be continued as the mine develops towards the south west.

The 1,680 m-long link road that will lead to the Kochendorf shaft exits from the salt formations in the north east. After passing through the mineral salt layers the drivage will then probably encounter the residual beds, the lower sulphate layers, the lower dolomites, the orbicularis layers (limestone-marlstone alternations) and the lower Muschelkalk. In view of the potentially challenging geological conditions in this area it has been decided to change over at this point to a 40 m<sup>2</sup> roadway profile. Exiting from the salt deposits and switching to the new roadway design constitutes one of the most challenging elements of the project in terms of planning and technical execution.

The residual zone was previously driven through when the new connecting roadway was being constructed for the planned merger of Kochendorf and Heilbronn mines. This connection between the two parts of the amalgamated mine, which in some sections is no more than a single-unit roadway, has created something of a bottleneck situation for the operational needs of the SWS company. This has been aggravated by the fact that the SuedLink line is now also due to pass through this district. Geometric constraints have imposed the need for horizontal boreholes to be drilled in this area in parallel with the new link road. The HVDC power cables can then be pulled through the cased boreholes over a distance of some 1,400 m.

In some sections, where for example there is a lack of space or where trenching is not permitted due to the presence of safety pillars, the empty conduits that will receive the high-voltage cables are to be laid behind precast concrete elements. In areas subject to heavy traffic loads, in other words where vehicles will be travelling over the cable runs on an almost continuous basis, the power lines will be laid in a 1 m-deep cable trench. SWS is to be responsible for preparing the cable runs and installing the empty conduits, as well as for creating the background conditions required to carry out this work (shaft sinkings, roadway drivages and horizontal boreholes). The work of drawing in and connecting up the HVDC cables and installing the associated optical fibre infrastructure will be assigned to TransnetBW and its subcontractors.

#### References / Quellenverzeichnis

- (1) Errichtungsvertrag Kabeltrasse zwischen TransnetBW SuedLink GmbH & Co. KG und Südwestdeutsche Salzwerke AG, 2021.
- (2) TenneT TSO GmbH und TransnetBW GmbH: SuedLink unter Tage – Broschüre – Die Gleichstrom-Erdkabelverbindung im Raum Heilbronn.
- (3) Projektvertrag zwischen TransnetBW GmbH und Südwestdeutsche Salzwerke AG, 2018.
- (4) Vereinbarung über die Vorabbestellung von Maschinen im Rahmen des Projektes SuedLink/Heilbronn (Early Works Agreements) zwischen TransnetBW SuedLink GmbH & Co. KG und Südwestdeutsche Salzwerke AG, 2020.
- (5) Ercosplan: Technisches Dokument: Auffahrung Großgartach. TransnetBW, 2022.
- (6) DMT GmbH & Co. KG: Unterlagen nach § 21 NABEG – Technisches Dokument: Schacht Großgartach. TransnetBW, 2022.

herausfordernden Geologie erfolgt der Ausbruch hier in einem Querschnitt von 40 m<sup>2</sup>. Das Verlassen der Lagerstätte mit dieser Auffahrung stellt eine der planerisch und technisch anspruchsvollsten Tätigkeiten des Projekts dar.

Das Residualgebirge wurde bereits bei Herstellung der Neuen Verbindungsstrecke zwischen den Gruben Kochendorf und Heilbronn durchörtert. Diese in einigen Teilen als Einzelstrecke aufgefahrene Verbindung zwischen den Grubenbauen des Verbundbergwerks stellt nicht nur für die Belange der SWS ein Nadelöhr dar. Hier soll auch die SuedLink-Trasse verlaufen. Aus geometrischen Gründen werden an dieser Stelle Horizontalbohrungen parallel zur Neuen Verbindungsstrecke hergestellt. Die HGÜ-Kabel werden auf ca. 1.400 m Länge in den verrohrten Bohrungen geführt.

Wo aus Platzgründen möglich oder wo ein Verritzen des Gebirges nicht zulässig ist (Sicherheitsfesten), werden die Leerrohre des HGÜ-Systems hinter Betonfertigteilelementen verlegt. An Stellen mit hoher Verkehrsauslastung, d. h. wo jederzeitige Überfahrbarkeiten gegeben sein müssen, werden die HGÜ-Leitungen in einem ca. 1 m tiefen Kabelgraben verlegt. Die SWS ist verantwortlich für die Herstellung der Kabeltrasse und den Einbau der Leerrohre sowie für die Schaffung der notwendigen Voraussetzungen (Schachtteufen, Streckenauffahrungen und Horizontalbohrungen). Das Einziehen und Verbinden der HGÜ-Kabel sowie der Begleitinfrastruktur (LWL-Leiter) liegt im Aufgabenbereich der TransnetBW bzw. ihrer Nachunternehmer.

- (7) TransnetBW: Gutachten Sprengstoffe und Zünder. 2021.
- (8) Ercosplan: Technisches Dokument: Kabelgraben und Betonfertigteile. TransnetBW, 2022.
- (9) Ercosplan: Technisches Dokument: Richtbohrungen. TransnetBW, 2022.

#### Authors / Autoren

Lauritz Albrecht-Vogelsang M. Sc., Projektleiter, und Robby Schmidt M. Sc., Bereichsleiter Steinsalz, Südwestdeutsche Salzwerke AG (SWS), Heilbronn, Dipl.-Ing. Dirk Fraas, Teilprojektleiter Bergwerk, und Dipl.-Ing. Peter Herzel, Teamleiter Technik Bergwerk, TransnetBW GmbH, Stuttgart