

## Status of the KSL Project in Lusatia

KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Spremberg, was founded in 2007 as a Germany based subsidiary of MINERA S.A. and since then has been preparing the Spremberg copper deposit for mining. Since 2008 new data have been collected about the deposit which were discovered and partly explored since the 1960's. This includes the development of concepts for mining and processing as well as their economic evaluation. Permitting is another major area of the business. The regional planning procedure (Raumordnungsverfahren – ROV) for the KSL project is currently being carried out in both Brandenburg and Saxony. Since March 2023, all documents have been digitally available at the respective planning authorities in both federal states and public participation has begun. The ROV is expected to be completed by the end of 2023 at the latest, at which time KSL will receive a corresponding decision

from the approval authorities. This is followed by further approval procedures including planning approval procedures.

The copper-silver deposit Spremberg-Graustein in Eastern Germany was explored between 1953 and 1974. The aim of the exploration was to find a successor deposit for the mines around Mansfeld-Eisleben-Sangerhausen in order to secure copper production in the former GDR for more decades.

Authorities and the public both demand sustainability as a prerequisite for support of the project. Any mining project has a substantial environmental footprint, because moving large quantities of material impacts the environment on a regional scale. The mine can only be successful, if the local community cooperates in managing the environmental impact and that can only be done in harmony with the local population.

## Status des KSL-Projekts in der Lausitz

Die KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Spremberg, wurde 2007 als deutsches Tochterunternehmen der MINERA S.A. gegründet und bereitet die Kupferlagerstätte Spremberg seitdem zum Abbau vor. Dazu werden seit 2008 neue Erkenntnisse über die seit den 1960er Jahren bekannte und teilerkundete Lagerstätte gesammelt. Außerdem werden technologische Konzepte für Gewinnung und Aufbereitung entwickelt sowie wirtschaftlich bewertet. Ein weiteres bedeutendes Handlungsfeld sind die Genehmigungsverfahren. Zurzeit wird das Raumordnungsverfahren (ROV) zum KSL-Projekt sowohl in Brandenburg als auch in Sachsen durchgeführt. Seit März 2023 liegen sämtliche Unterlagen digital bei den jeweiligen Planungsbehörden in beiden Bundesländern aus und es beginnt die Öffentlichkeitsbeteiligung. Der Abschluss des ROV ist spätestens Ende 2023 zu erwarten, dann erhält die KSL einen entsprechenden Bescheid von den Genehmigungsbehörden. Danach schließen sich weitere Genehmigungsverfahren an, u. a. das Planfeststellungsverfahren.

Die Kupfer-Silber-Lagerstätte Spremberg-Graustein in Ostdeutschland wurde bereits zwischen 1953 und 1974 erkundet. Ziel der Erkundung war es, Ersatz für die voraussichtlich bis etwa 1990 ausgeerzten Kupferschieferlagerstätten um Mansfeld-Eisleben-Sangerhausen zu finden und damit die Kupferproduktion in der damaligen DDR für weitere Jahrzehnte zu sichern.

Nachhaltigkeit wird bei Großprojekten selbstverständlich verlangt, und zwar formell von den Behörden, aber auch von der Öffentlichkeit. Nachhaltigkeit und Akzeptanz bedingen sich gegenseitig, das eine ist ohne das andere nicht denkbar. Für ein Bergwerk ist Akzeptanz in der Region Geschäftsgrundlage, weil mit dem beträchtlichen Eingriff in die Natur immer auch regionale Veränderungen im Landschaftsbild einhergehen, die nur im Einklang mit der örtlichen Bevölkerung gestaltet werden können.

### 1 Spremberg copper mine

The Spremberg-Graustein-Schleife copper deposits are located on the southern edge of the European Permian Basin in an area that is known as the central European copper belt. The deposits were first identified in the 1960s and since then have been explored and assessed by various means, including some 160 prospecting bores with borehole interpretation, magnetotellurics, and 2D and 3D seismic measurements.

Around 130 Mt of sulphidic copper ore have already been identified in a seam-layered formation extending over some

### 1 Das Kupferbergwerk Spremberg

Am Südrand des europäischen Zechsteinbeckens, im sogenannten mitteleuropäischen Kupfergürtel, befindet sich die Kupfererzlagerstätte Spremberg-Graustein-Schleife. Sie ist seit den 1960er Jahren bekannt und seitdem durch ca. 160 Bohrungen inklusive Bohrlochinterpretation, Magnetotellurik, 2-D- und 3-D-seismische Messungen untersucht und bewertet worden.

Bisher sind ca. 130 Mio. t sulfidisches Kupfererz in einer flözartigen Lagerstätte von ca. 25 km<sup>2</sup> Ausdehnung erkundet. Es besteht noch ein erhebliches Potential für eine Lagerstättener-



Fig. 1. Location of the Cu-Ag deposits at Spremberg-Graustein showing the ore fields (red), the planned site of the surface installations (green) and the licensed mining area (orange) (1). // Bild 1. Lage der Cu-Ag-Lagerstätte Spremberg-Graustein mit den Erzfeldern (rot), dem geplanten Standort der Tagesanlagen (grün) sowie den Bewilligungsfeldern (orange) (1).

25 km<sup>2</sup>. There is also significant potential for a further extension of the deposits, which run for about 12 km in a direction of strike from WNW to ESE. The general inclination is to the NNE, with the deposits extending for more than 3 km in the direction of dip. The formation is situated in southern Brandenburg, to the north and east of the town of Spremberg, and extends through Graustein and Schleife and on towards Weisswasser in Saxony (Figure 1).

The ore bed, which is located between 800 and 1,500 m beneath the surface, has an average thickness of 2.5 m (Figure 2), though this will vary up and down depending on local circum-

weiterung. Das Streichen der Lagerstätte verläuft von WNW nach OSO und beträgt ca. 12 km. Das Generaleinfallen geht nach NNO, im Einfallen erstreckt sich die Lagerstätte über ca. 3 km. Die Lagerstätte befindet sich im südlichen Brandenburg nördlich und östlich der Stadt Spremberg und reicht über Graustein und Schleife bis nach Weißwasser in Sachsen (Bild 1).

In einem Teufenbereich zwischen 800 bis 1500 m unter der Tagesoberfläche (Bild 2) liegt eine Erzmächtigkeit von durchschnittlich 2,5 m vor, wobei lokal größere oder geringere Mächtigkeiten auftreten können. Die Vererzung ist gebunden an die Basis

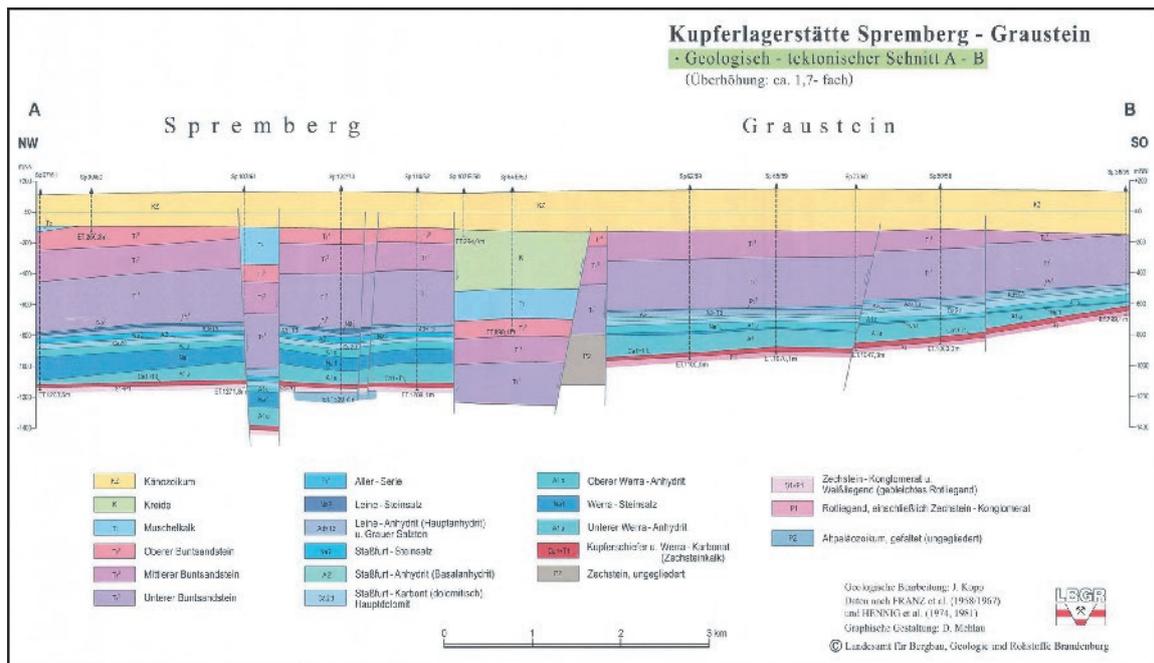


Fig. 2. Geological section through the deposits from NW to SE (2). Bild 2. Geologischer Schnitt durch die Lagerstätte von NW nach SE (2).

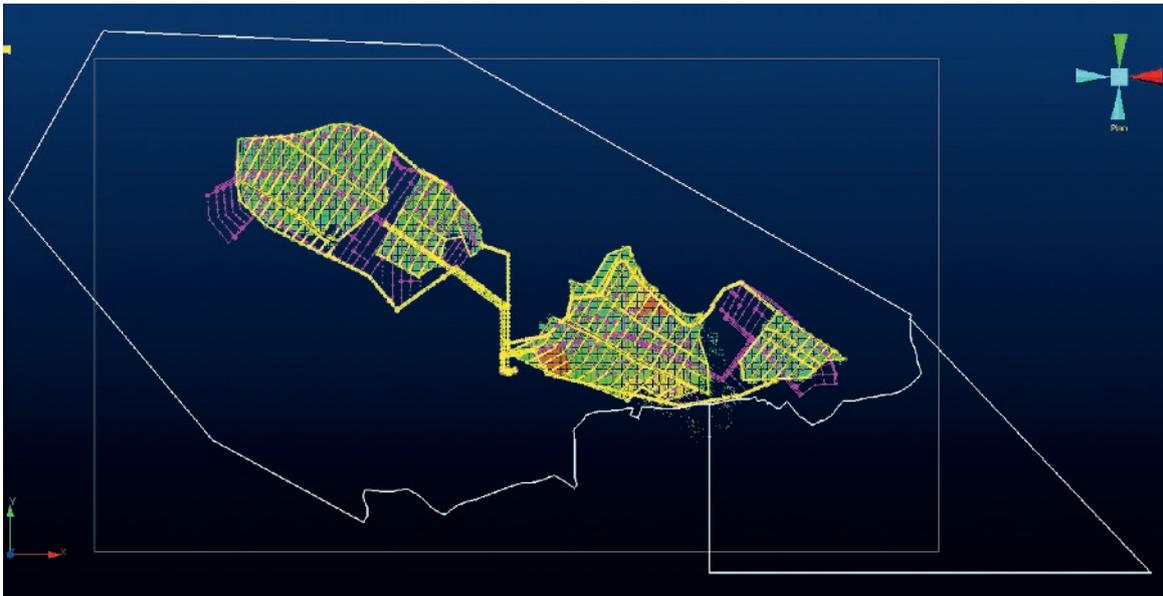


Fig. 3. Geological resource and mine layout with centrally-located twin shaft installation and development drivages to access the deposits within the limits of the licensing area (1). // Bild 3. Geologische Ressource und Bergwerksdesign mit Doppelschachtanlage im Zentrum sowie Aus- und Vorrichtung der Lagerstätte innerhalb der Bewilligungsgrenzen (1).

stances. The mineralisation is associated with the base of the Zechstein cycle, with economically interesting contents present in the copper shale, in the overlying carbonate rocks (limestone and dolomite) and in the underlying sandstone/conglomerates of the Rotliegend Group. The content includes an average of 1.4 to 1.5% copper, with silver as a major concomitant metal. All data on mineralisation are based on a minimum content (cut-off grade) of 0.7% copper. Subjacent mineralisations are not accounted for due to their low intrinsic value (1).

The current planning concept is to develop a mine with a twin shaft installation and a mineral processing plant that will be located right in the centre of the mineral zone (Figure 3). The projected capacity is around 5 Mt or copper ore a year. After it is extracted below ground the raw ore will be transported to an on-site processing facility for crushing, grinding and subsequent flotation. The resulting concentrate will then be sold on to customers, e.g., smelting plants in Europe, for further processing (1).

In March 2023 KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Spremberg/Germany, submitted to the approval authorities in Brandenburg and Saxony a full set of digitised documents for the regional planning procedure (Raumordnungsverfahren – ROV). This constituted the official start of the ROV proper with public participation. The approval bodies and specialist authorities of both federal states, along with the other territories, towns and municipalities and interested citizens in general, have had the right to view and comment on all the documentation provided. The final outcome of this consultation, in the form of a regional planning appraisal due to be issued before the end of 2023, will then form an important basis for the subsequent planning approval process that is likely to take place in 2024.

## 2 Sustainability in mining

When people speak about sustainability they are all too often only talking about protecting the environment. And while safeguarding our natural resources is an essential element of sustainable social

des Zechsteinzyklus, mit wirtschaftlich interessanten Gehalten im Kupferschiefer, in den hangenden Karbonatgesteinen (Kalkstein und Dolomit) und in den liegenden Sandstein/Konglomeraten des Rotliegenden. Die Gehalte betragen im Mittel 1,4 bis 1,5 % Kupfer mit Silber als wesentlichem beibrechendem Metall. Alle Angaben zur Vererzung basieren auf einem Mindestgehalt (Cut-off Grade) von 0,7 % Kupfer. Darunter liegende Vererzungen werden wegen zu geringer Werthaltigkeit nicht bilanziert (1).

Die bisherigen konzeptionellen Planungen sehen die Entwicklung eines Bergbaubetriebs mit einer Doppelschachtanlage inklusive einer Aufbereitungsanlage vor, welche sich im Zentrum der Lagerstätte (Bild 3) befindet. Die geplante Jahreskapazität beträgt ca. 5 Mio. t Kupfererz. Das untertägig gewonnene Roherz wird in einer standortnahen Aufbereitungsanlage durch Brechen, Mahlen und anschließendes Flotationsverfahren zu einem Konzentrat aufbereitet und an interessierte Kunden, z.B. Hüttenbetriebe in Europa, zur Weiterverarbeitung verkauft (1).

Im März 2023 stellte die KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Spremberg, die kompletten Unterlagen für das Raumordnungsverfahren (ROV) digital den federführenden Genehmigungsbehörden in Brandenburg und Sachsen zur Verfügung. Das ist der offizielle Start in das eigentliche ROV mit Öffentlichkeitsbeteiligung. Die Genehmigungs- und Fachbehörde beider Bundesländer sowie die Länder, Städte und Kommunen ebenso wie die interessierten Bürger können sämtliche Unterlagen einsehen und kommentieren. Das abschließende Ergebnis in Form der raumordnerischen Beurteilung – geplant bis Ende 2023 – bildet dann eine wichtige Grundlage für das voraussichtlich 2024 anschließende Planfeststellungsverfahren.

## 2 Nachhaltigkeit im Bergbau

Wenn über Nachhaltigkeit gesprochen wird, ist allzu oft ausschließlich Umweltschutz damit gemeint. Doch auch wenn die Sicherung der natürlichen Ressourcen einen wesentlichen Be-

development, this restricted viewpoint fails to take other important aspects into consideration. In fact sustainability means far much more than just environmental protection, for it also involves assuming social responsibility in the way we manage our business, political and private activities. To generalise:

Sustainability is all about extending the “golden rule” on to the next generation. The golden rule says that we should treat others the way we want to be treated ourselves. Sustainability means that we should shape the world in such a way that the next generation finds it in a better condition than it was left to us.

One thing is certainly clear: Only if those living in a certain region are confident that their children will enjoy a better quality of life with the project than without will they ever accept the changes that the mine will bring about in this particular case. This acceptance is essentially a kind of informal contract and official permits and financial commitments are useless without it.

The key to sustainability therefore lies firstly in avoiding any deterioration to our natural habitat while also being able to manage the positive effects that mining can bring in such a way that these benefits will endure far beyond the extraction phase. The pathway to these permanently sustainable solutions will inevitably lead through a broad-based opinion shaping and decision making process that must take place within an approval procedure that has to include citizens and organisations alike. KSL has faced this challenge for more than a decade and this paper will now go on to explain the principles that the company intends to apply in developing a sustainable mining operation in the area in question.

### 3 Essential building elements of sustainability in the Spreberg copper project

Figure 4 presents the key elements that underpin sustainability in the development of the Spreberg copper project. Sustainability is symbolised by a green circle that has acceptance at its core. Sustainability and acceptance are therefore treated as equal partners at the heart of the project, for a sustainability model that is mandated by an outside body (“we know better than you what is good for you”) simply does not work.

standteil nachhaltiger gesellschaftlicher Entwicklung darstellt, so finden andere bedeutende Aspekte bei einer derartigen Betrachtung keine Berücksichtigung. Nachhaltigkeit ist aber weit mehr als nur Umweltschutz, es ist auch die Übernahme sozialer Verantwortung im Zusammenspiel von unternehmerischen, politischen und privaten Aktivitäten. Allgemein lässt sich feststellen:

Nachhaltigkeit ist die Ausweitung der „goldenen Regel“ auf die nächste Generation. Die goldene Regel besagt, dass man nichts tun soll, was einem selbst nicht widerfahren soll. Nachhaltigkeit bedeutet, dass man die Welt so gestalten soll, dass die nächste Generation sie besser vorfindet als man sie selbst vorgefunden hat.

Klar ist auch: Nur wenn die Menschen in der Region überzeugt sind, dass ihre Kinder eine bessere Lebensqualität eher mit als ohne ein Projekt erfahren, akzeptieren sie die Veränderungen, die in diesem Fall das Bergwerk verursacht. Die Akzeptanz wiederum ist die informelle Geschäftsgrundlage, ohne sie helfen keine Genehmigung und keine Finanzierungszusage.

Der Schlüssel für Nachhaltigkeit liegt also darin, zum einen eine Verschlechterung der natürlichen Lebensgrundlagen zu vermeiden und zum anderen die positiven Effekte des Bergbaus so zu gestalten, dass sie den Bergbau überleben. Der Weg zu solchen langfristig tragfähigen Lösungen führt zwangsläufig über einen breit angelegten Willensbildungs- und Entscheidungsprozess innerhalb der durchzuführenden Genehmigungsverfahren und unter Einbeziehung der Bürger und Organisationen. Die KSL stellt sich seit mehr als einem Jahrzehnt dieser Herausforderung. Nachfolgend werden die Prinzipien erläutert, wie die KSL einen nachhaltigen Bergbau in der Region betreiben möchte.

### 3 Grundelemente der Nachhaltigkeit im Spreberger Kupferprojekt

In Bild 4 sind sechs wichtige Elemente beschrieben, die für die Nachhaltigkeit zur Entwicklung des Spreberger Kupferprojekts stehen. Symbolisiert wird die Nachhaltigkeit durch einen grünen Kreis, in dessen Mittelpunkt die Akzeptanz steht. Nachhaltigkeit und Akzeptanz stehen deswegen gleichwertig im Zentrum des Projekts, weil eine von außen angeordnete Nachhaltigkeit („Wir wissen besser als ihr, was gut für euch ist!“) nicht funktioniert.



Fig. 4. Basic elements of sustainability. // Bild 4. Die Grundelemente der Nachhaltigkeit. Source/Quelle: KSL

The locally affected population must at least accept the project, and even better support it, so that the different elements that make up the sustainability model can take effect. Examples of this include the follow-up use of previously occupied land, e.g., the reclamation of areas that once accommodated surface installations, etc., and the creation of economic structures around the project. An initiative like this can only succeed when the people of the region are behind it and participate in it.

### 3.1 Extracting materials for the future of our society

Justifying the need for a mining industry is essentially based on the idea that society requires all kinds of materials to survive, and this is particularly true at the present point in time. These resources are needed in order to maintain and improve the standard of live on the planet, to produce modern products and technologies and, on the whole, to continue our own development. In most areas the level of need surpasses the achievable recycling rate.

In the case of fossil fuels, namely coal, oil and gas, any form of recycling is simply impossible and these resources are lost to future generations. Copper, on the other hand, is 100% recyclable. Once it has been mined and processed it can be recycled again and again. The fact that more copper is needed than can be made available by recycling – in Germany the recycling rate currently stands at about 56% – is underlined by the price trends on the world market. A large offshore wind farm in the North Sea or Baltic, for example, will use as much as 30 t of copper, this being in the form of 200 km or so of copper wire (3).

The sustainable use of our existing resources means the complete extraction of the economically recoverable copper reserves that we have already explored and identified, in other words using the best possible mining technology to exploit the deposits to the maximum degree. Residual amounts of ore will no longer be accessible for extraction after the mine has closed and these resources will be irretrievably lost to future generations.

As far as underground strata control is concerned this means that the pillar dimensions will be chosen in careful consideration of the interaction between the cavity creation process, the stress redistribution and the deformation of the rock mass. In the case of the Spremberg copper deposits the excellent stability of the Zechstein carbonate overlying the deposits means that smaller pillars can be used at the working faces so that the roof beds can be allowed to settle in a systematic and orderly fashion. Consequently, and in spite of the considerable working depth, it will be possible to employ the room and pillar working system to extract more than 80% of the ore.

In terms of the winning technology used a high exploitation factor means, firstly, that operating costs must be kept as low as possible. The operating costs for their part predefine the minimum content that is required for the extraction of the mineralised material. Generally speaking, the minimum content, expressed in euros, has to cover the operating costs (4). In recent decades technical developments aimed at reducing the operating costs have primarily consisted of increasing automation and intelligent drive technology. Both these fields of development have their origins in advances in electronics. One potential quantum leap towards a further reduction in operating costs, and hence to a

Die lokal betroffene Bevölkerung muss das Projekt mindestens akzeptieren, besser noch unterstützen, damit die Elemente der Nachhaltigkeit zur Wirkung kommen. Als Beispiel sei hier die Nachnutzung von in Anspruch genommenen Flächen, z. B. Wiedernutzbarmachung der Flächen der Tagesanlagen etc., genannt oder auch der Aufbau der wirtschaftlichen Strukturen um das Projekt herum. Beides kann nur dann gelingen, wenn die Menschen in der Region dahinterstehen und mitmachen.

### 3.1 Gewinnung von Materialien für die Zukunft unserer Gesellschaft

Grundsätzlich begründet sich die Notwendigkeit, Bergbau zu betreiben, mit dem Bedarf der Gesellschaft an vielfältigen Materialien, gerade und insbesondere in der heutigen Zeit. Diese benötigt sie zur Beibehaltung und Verbesserung der Lebensstandards auf der Erde, für die Bereitstellung moderner Technologien und Produkte, also insgesamt für ihre eigene Entwicklung. Der Bedarf überschreitet in den meisten Bereichen die derzeitigen Recyclingquoten.

Bei fossilen Energieträgern (Kohle, Erdöl und Erdgas) ist eine Wiedergewinnung sogar unmöglich, sie gehen zukünftigen Generationen verloren. Kupfer ist dagegen zu 100% recyclebar. Einmal bergbaulich gewonnen und verarbeitet, kann es immer wieder verwendet werden. Dass mehr Kupfer benötigt wird, als über Recycling angeboten werden kann – Recyclingquote in Deutschland bei ca. 56% – verdeutlicht die Preisentwicklung auf dem Weltmarkt. Eine große Offshore-Windkraftanlage in Nord- und Ostsee benötigt beispielsweise 30 t Kupfer, was bis zu 200 km Kupferdraht entspricht (3).

Ein nachhaltiger Umgang mit den vorhandenen Ressourcen bedeutet, das explorierte, wirtschaftlich gewinnbare Kupfer möglichst vollständig abzubauen, d. h. die Lagerstätte mit der optimalen Bergbautechnologie maximal auszunutzen. Restmengen können nach Schließung des Bergwerks nicht mehr gehoben werden. Diese Ressourcen gehen zukünftigen Generationen unwiederbringlich verloren.

Für die Gebirgsbeherrschung bedeutet dies, dass die Pfeilerdimensionierung sorgfältig das Zusammenspiel von Hohlraumerstellung, Spannungsumlagerung und Verformung des Gebirgskörpers berücksichtigt. Im Fall der Kupferlagerstätte Spremberg ermöglicht die gute Stabilität des Zechsteinkarbonats im Hangenden der Lagerstätte die Anordnung kleiner Pfeiler im Abbaubereich mit dem Ziel eines planmäßigen Absenkens der Hangendschichten. So können auch mit dem Abbaufahren Room and Pillar trotz großer Teufe über 80% des Erzes herein gewonnen werden.

Für die Gewinnungstechnologie bedeutet hohe Lagerstättenausnutzung, dass zuerst die Betriebskosten so gering wie möglich sein müssen. Die Betriebskosten geben nämlich vor, welche Gehalte für die Hereingewinnung von vererztem Material mindestens erforderlich sind. Üblicherweise muss der Mindestgehalt, in Euro ausgedrückt, die Betriebskosten decken (4). Technische Entwicklungen für die Verminderung der Betriebskosten bestanden in den letzten Jahrzehnten vor allem in zunehmender Automatisierung und intelligenter Antriebstechnik. Beide Entwicklungsfelder gründen auf den Fortschritten in der Elektronik. Ein möglicher Quantensprung für eine weitere Sen-

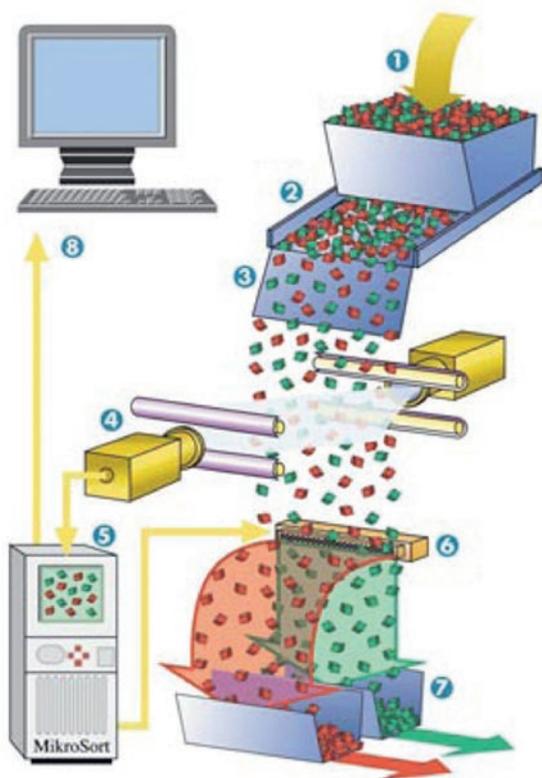


Fig. 5. Optical sorting of ore material (1).  
Bild 5. Optische Sortierung von Erzmaterialien (1).

more efficient utilisation rate, now seems possible with the introduction of mechanised longwalling in the copper mining industry. The KGHM mining and smelting company has been engaged for a number of years in a major research effort in this area, with activities being focused on Polish copper mining operations (5).

Similar endeavours have been aimed at reducing material losses in the processing of the ore, in other words at leaving as small a quantity as possible of copper and other usable metals, such as silver and zinc, in the processing refuse. A key component in the KSL strategy for achieving an optimum yield involves the use of optical sorting technology (6). Figure 5 shows how optically differing materials can be sorted by sensor control within the trajectory of the bulk product stream using compressed air pulses. This process exploits the difference in reflection behaviour to separate the heterogeneous ore into a dark and a light fraction. The dark fraction is finer (higher proportion of clay) and richer in organic carbon. Both these features, namely the proportion of fines and the carbon fraction, require the use of special processes that after sorting can only be applied for a partial mass flow. This kind of selective treatment is able to increase the overall yield of usable material from the raw ore.

The KSL project also plans to use high-pressure comminution in order to raise the output of ore grains. Using this kind of high-pressure grinding at the ore crushing stage can produce a 20% saving in energy compared with conventional ore milling.

### 3.2 Efficiency in material and energy consumption

Materials and energy usage should be reduced as far as possible – not only to lessen the environmental impact but also to increase the economic efficiency of the mining project.

kung der Betriebskosten und damit zu vollständigerer Nutzung der Lagerstätte scheint mit der Einführung von mechanisiertem Strebau in den Kupfererzbergbau möglich. Hier wurden und werden im Forschungsbereich erhebliche Anstrengungen im polnischen Kupferrevier durch das Bergbau- und Hüttenunternehmen KGHM unternommen (5).

Desgleichen gilt es, Wertstoffverluste in der Verarbeitung des Erzes zu minimieren, d. h. möglichst wenig Kupfer und andere nutzbare Metalle, u. a. Silber, Zink, in den Rückständen zu belassen. Ein wichtiger Baustein in der Strategie der KSL zur Optimierung des Ausbringens besteht in der Anwendung von optischer Sortierung (6). Bild 5 zeigt, wie sensorgesteuert innerhalb der Wurfparabel des Schüttguts mit Hilfe von Druckluftimpulsen optisch unterschiedliche Materialien sortiert werden. Das heterogene Erz wird mit diesem Verfahren unter Ausnutzung des unterschiedlichen Reflexionsverhaltens in eine dunkle und eine helle Fraktion getrennt. Die dunkle Fraktion ist feiner (höherer Tonanteil) und reicher an organischem Kohlenstoff. Beide Eigenschaften, nämlich Feinkorn- und Kohlenstoffanteil, erfordern Spezialverfahren, die nach Sortierung nur für einen Teilmassenstrom Anwendung finden. Durch diese gezielte Behandlung wird das Gesamtausbringen von Wertstoffen aus dem Roherz erhöht.

Für einen besseren Aufschluss der Erzkörner ist im KSL-Projekt außerdem Hochdruckmahlung vorgesehen. Mit Hochdruckmahlung kann im Zerkleinerungsprozess bis zu 20% der eingesetzten Energie im Vergleich zu konventionellen Mühlen eingespart werden.

### 3.2 Effizienz in Material- und Energieverbrauch

Material- und Energieeinsatz sollen so weit wie möglich nicht nur zur Verringerung der Umweltauswirkungen, sondern auch zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Bergbauvorhabens reduziert werden.

Ein wichtiger Baustein im Energiemanagement ist die möglichst weitgehende Anwendung kontinuierlicher Verfahren. Zu diesem Zweck plant die KSL die Anwendung von Gurtförderern anstelle von LKW-Transport für die Beförderung des Erzes vom Abbau- zum Füllort. Kontinuierlich arbeitende Bandanlagen verbrauchen deutlich weniger Energie als dieselbetriebene Fahrzeuge mit häufigen Anfahrprozessen, und der Elektroantrieb verbessert zudem die Abgassituation im Bergwerk.

Dabei kommt es darauf an, die kontinuierliche Technik der Gurtförderer so flexibel und mobil zu gestalten, dass sich die Aufgabestelle immer nah an den Gewinnungsortern befindet. Solche flexiblen Gurtfördersysteme haben erstens Gurtspeicher an den Antriebsstationen, die ein Verlängern des Gurtförderers in kürzester Zeit ermöglichen. Zweitens verfügen sie über Aufgabe-Brecher-Systeme (feeder breaker) an der Umkehrstation, die eine Vor-Kopf-Beladung des Gurtförderers ermöglichen. Mit solchen Systemen (Bild 6) können Gurtförderer so nah an den Gewinnungsortern gehalten werden, dass die Ladefahrzeuge mit kurzen Fahrwegen (< 150 m) direkt den Gummigurt beladen können.

Einem ressourcenschonenden Umgang mit Energieträgern entspricht auch die Nutzung erneuerbarer Energien, z. B. der im Bergwerk anfallenden Gebirgswärme (Geothermie), die mit dem Abwetterstrom abgeführt wird. Die KSL ließ dafür im Rahmen einer Diplomarbeit (7) die Anwendung im Heizungs- und Warmwasser-

Making maximum use of continuous working systems is a vital element in the field of energy management. With this in mind KSL is planning to use belt conveyor installations instead of haulage trucks to transport the ore from the working faces to the shaft filling station. Belt systems that are in continuous operation consume much less energy than diesel-powered vehicles, which have to be started-up at frequent intervals, while electric drives also help reduce exhaust emission levels below ground.

An important aspect here is that the continuous conveying system should be made as flexible and as mobile as possible so that the loading point is always positioned close to the extraction area. These flexible belt conveyor installations not only include a belt storage unit at their drive end, which allows the belt to be extended quickly when necessary, but are also equipped with feeder-breaker systems at their return end so that the conveyor can operate on a frontal loading regime. These systems (Figure 6) allow the belt conveyor to be positioned close up to the working faces, with the result that the loaders only have very short distances to travel (< 150 m) to reach the belt directly.

Consuming fuels in a sustainable way also equates to using renewable energy sources, this including the geothermal energy that is released from the mine along with the return air current. KSL has been engaging with a thesis project (7) to investigate how this form of energy might be used to supply the heating and hot water system serving the mine's surface buildings. Although the result of this work found that the natural-gas system clearly performed better, the combined use of different renewable energies – including the deployment of a heat pump at the return air duct – is recommended as it also complies with the German Renewable Energies Heat Act (EEWärmeG). This law makes it mandatory for new buildings to obtain at least 50% of their heat supply from geothermal or environmental heat sources. The ongoing planning process, and especially the specific figures for the heat energy requirement, will ultimately verify whether or not this target can be achieved. Further potential uses of alternative energies for heat and power generation are currently being studied on a conceptual level as part of the ongoing approval process. The economic viability of the copper mine will always be the primary decision-making factor and sustainable mining will only be possible on this basis.

### 3.3 Minimising the burdens on society and the environment

Environmental legislation and the approval procedures that are based on it also require mining projects to avoid causing any negative impact on society or the environment. Unavoidable nuisances are to be kept to an absolute minimum and must keep within any threshold values that apply. These adverse effects then have to be fully offset, or even over-compensated for, by way of valorising measures applied elsewhere. The level of compliance with these principles is assessed by way of a territorial and environmental compatibility test that is carried out as part of the regional planning procedure and planning approval process. For the initial approval stage KSL is submitting several different options for the engineering schemes and their locations. These will then be compared against one another in consideration of all the relevant factors. For the storage of the mineral discard from the

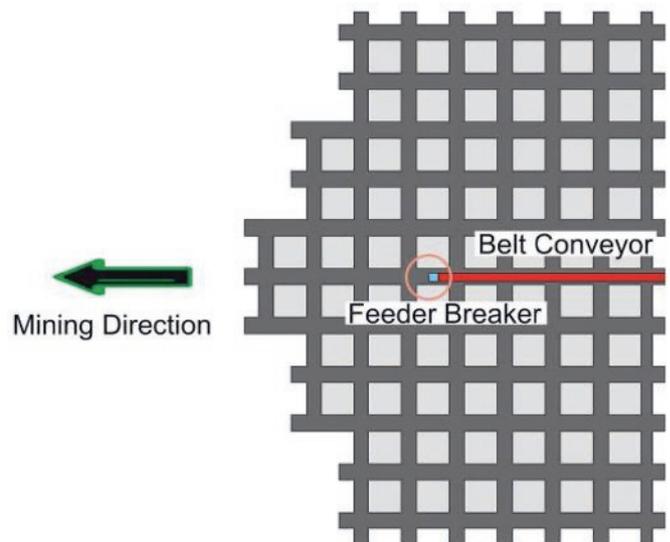


Fig. 6. The mining layout makes maximum use of the continuous conveying equipment (1). // Bild 6. Gestaltung eines Abbaubetriebs mit weitestgehender Nutzung von kontinuierlicher Förderung (1).

system der Tagesanlagen prüfen. Obwohl im Ergebnis dieser Arbeit die Erdgasvariante klar am besten abschnitt, wird eine Kombination aus der Nutzung verschiedener regenerativen Energien – u. a. der Nutzung einer Wärmepumpe am Abwetterkanal – empfohlen, um das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) zu berücksichtigen. Dieses Gesetz gibt bei neu zu errichtenden Gebäuden einen Anteil von mindestens 50% der Wärmeversorgung aus der Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme vor. Ob dieser Anteil eingehalten werden kann, bleibt in den weiteren Planungen, insbesondere zum konkretisierten Wärmebedarf, zu überprüfen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten für alternative Energien zur Wärme- und Stromerzeugung werden innerhalb der folgenden Genehmigungsverfahren konzeptionell untersucht. Die Wirtschaftlichkeit des Kupfererzbergwerks bleibt dabei immer die wichtigste Basis derartiger Entscheidungen, auf der nachhaltiger Bergbau nur möglich ist.

### 3.3 Minimierung der Belastungen für Gesellschaft und Umwelt

Umweltgesetzgebung und darauf gründende Genehmigungsverfahren fordern auch von Bergbauprojekten zuerst die Vermeidung von Belastungen für Gesellschaft und Umwelt. Nicht vermeidbare Beeinträchtigungen sind auf ein geringstmögliches Ausmaß und im Rahmen eventuell vorhandener Grenzwerte zu minimieren. Danach werden sie vollständig oder sogar darüber hinaus durch aufwertende Ersatzmaßnahmen an anderem Ort kompensiert. Die Einhaltung dieser Grundsätze wird durch die Raum- und Umweltverträglichkeitsprüfungen innerhalb des Raumordnungs- und des Planfeststellungsverfahrens bewertet. Die KSL legt dafür in einem ersten Genehmigungsschritt mehrere Varianten für technische Lösungen und deren Standorte vor, die miteinander unter allen relevanten Gesichtspunkten verglichen werden. Beispielsweise für die Verwahrung der mineralischen Rückstände (Tailings) aus der Kupfererzaufbereitung werden im ROV konzeptionelle Lö-

copper ore processing plant (tailings), e.g., conceptual solutions will be presented as part of the ROV and the sites in question will be inspected and an assessment carried out. The assessment process includes exclusion criteria, which will result in the immediate rejection of certain types of location, along with weighted criteria that point up the preferred option.

Over the course of its planned lifetime the mine will produce about 80 M m<sup>3</sup> of tailings. While the population at large, along with individual public-interest bodies, are in favour of using the tailings to fill the cavities left by the lignite mining industry, as in this way the reject material from the ore flotation process can help stabilise the dumping sites in Lusatia and will no longer have to occupy agricultural or forestry land, proof has still to be furnished that these tailings and the manner in which they behave will not pose a risk to groundwater aquifers. It was for this reason that several expert reports were commissioned as part of the ongoing regional planning process, these focusing on a number of issues, including a study of the solution kinetics of tailings from mineral processing operations. Only when these investigations have been concluded can the technical and commercial preliminary planning commence for the various options to be selected on the basis of the criteria list. The preferred option for the ROV will then be developed on this basis. This step-by-step procedure is ultimately designed to ensure that the most economically feasible variant also proves to be a realistic, eco-friendly and sustainable solution. For in Germany you cannot have one without the other.

In addition to occupying as little land as possible KSL has set itself further objectives in line with the principle of sustainable mining:

- Any interference in the groundwater cycle is to be kept to a minimum. Mine water that has to be pumped to the surface to keep the underground workings open is to be used as far as possible for the flotation process and for the production of stowage material. Excess water will have to be discharged into watercourses after any treatment that is required (desalination).
- According to current plans the ore concentrate will be transported to the smelters by rail. A rail connection specially constructed for the purpose will be used to bring in auxiliary supplies and other raw materials, especially during the construction phase.
- Mining-induced ground movements will be controlled and levelled out by means of a finely coordinated system of cavity creation, pillar dimensioning and backfill placement. Various stowing methods will be combined together to achieve this. This will involve the use of a dry stowing process with barren material that is obtained from process-related activities and is destined to remain in the mine. Areas that are deemed geotechnically suitable will be worked using a caving system, while oversized workings will have to be stowed with material brought in from the surface in order to ensure compliance with mine safety standards. As a result, the plasticity characteristics of the evaporite sediments in the roof beds of the deposits are able to accommodate the formation of large subsidence troughs with a large radius of curvature and a low speed of movement.

sungen vorgestellt und die untersuchten Standorte anschließend einer Bewertung unterzogen. Das Bewertungsverfahren enthält Ausschlusskriterien, die zum sofortigen Verwerfen bestimmter Standortvarianten führen und gewichtete Bewertungskriterien für die Auswahl von Vorzugsvarianten aufzeigen.

In der Laufzeit des Bergwerks fallen ca. 80 Mio. m<sup>3</sup> Tailings an. Während die Bevölkerung und einzelne Träger öffentlicher Belange das Verfüllen von Hohlräumen des Braunkohlenbergbaus zur Tailingsverwahrung favorisieren, weil die Rückstände aus der Erzflotation so zur Stabilisierung des Kippengeländes in der Lausitz beitragen und auch keine weiteren bisher land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen beansprucht werden müssen, ist für das Verhalten der Tailings in später grundwasserführenden Bereichen die Unbedenklichkeit noch nachzuweisen. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen des noch laufenden ROV mehrere Gutachten – u.a. zur Untersuchung der Lösungskinetik der Aufbereitungsrückstände – in Auftrag gegeben. Erst nach diesen Untersuchungen beginnt für die anhand des Kriterienkatalogs auszuwählenden Varianten die technische und wirtschaftliche Vorplanung, aus der die Vorzugsvariante für das Planfeststellungsverfahren abgeleitet wird. Diese schrittweise Vorgehensweise soll sicherstellen, dass am Ende die am wirtschaftlichsten durchführbare Variante auch umweltverträglich realisiert werden kann. Denn das eine geht in Deutschland nicht ohne das andere.

Neben einer möglichst geringen Flächeninanspruchnahme verfolgt die KSL im Sinne nachhaltigen Bergbaus weitere Ziele:

- Der Eingriff in den Grundwasserhaushalt ist zu minimieren. Grubenwasser, welches zur Freihaltung des Grubengebäudes gehoben werden muss, soll weitestgehend im Flotationsprozess und in der Versatzherstellung Verwendung finden. Überschüssiges Wasser muss nach einer eventuellen Aufbereitung (Entsalzung) in den Vorfluter eingeleitet werden.
- Der Transport des Erzkonzentrats zu den Hütten erfolgt nach den bisherigen Planungen mit der Bahn. Über den dafür vorgesehenen Gleisanschluss können auch Hilfs- und andere Einsatzstoffe angeliefert werden, insbesondere in der Bauphase des Bergwerks.
- Bergbauinduzierte Bodenbewegungen werden mit einem fein abgestimmten System aus Hohlraumschaffung, Pfeilerdimensionierung und Versatzeinbringung gesteuert und vergleichmäßig. Dabei werden verschiedene Versatzverfahren kombiniert. Zum einen wird Trockenversatz mit taubem Material angewandt, das aus verfahrenstechnischen Gründen hereingewonnen wird und in der Grube verbleibt. Andere Bereiche mit entsprechender geotechnischer Eignung werden mit Selbstversatz abgebaut, und übermächtige Bereiche müssen mit Material von Übertage versetzt werden, um die Grubensicherheit zu gewährleisten. Die Plastizitätseigenschaften der Evaporit-Sedimente im Hangenden der Lagerstätte kommen dabei der Herausbildung weiträumiger Senkungsmulden mit großen Krümmungsradien und geringer Bewegungsgeschwindigkeit entgegen.

### 3.4 Ständige Verbesserung der Arbeitsbedingungen

Nachhaltigkeit in den Arbeitsbedingungen bedeutet, dass möglichst alle Mitarbeiter unfallfrei und gesund durch ihr Berufsleben kommen. Die moderne Technik und ein verändertes Sicherheits-

### 3.4 Continuous improvement of working conditions

Sustainability in working conditions means that every employee should, if possible, enjoy healthy and accident-free working lives. Modern technology and a new safety culture have helped create a situation in which underground mining is generally much safer than it was in the past and even outperforms the industry average.

Automation solutions are now being developed for those areas in which workers have normally been exposed to an adverse environment. Continuous mining systems, such as longwalls, provide better conditions for automation than the conventional room-and-pillar method of working. Nevertheless, even in the latter case remote control and automation can produce amazing results. Such is the case in some Chilean copper mines, for example, where the LHD vehicle fleet is operated by remote control.

### 3.5 Sustainable use of former industrial land after reclamation

The reclamation of entire former mining regions, such as in western Saxony (bismuth), Lusatia (lignite) and the Ruhr Basin (hard coal), has provided Germany with a huge body of experience in land reuse and regeneration. Here the concept of sustainability increasingly means that the traditional method of restoring land for agricultural and forestry purposes is now being augmented by energy-related initiatives involving biomass cultivation, photovoltaics and wind energy.

The fact that the old spoil tipping sites operated by the Lusatian lignite industry have now been designated as Special Protection Areas (European bird protection zones) also indicates that former mining landscapes can very successfully be transformed into high-value ecological habitats. And KSL is also looking into ways in which industrial land can be used for leisure and recreation purposes.

### 3.6 Economic prospects for the next generation

People will always move to places where they can earn a living. There are countless examples of economic migrations of this type, the new federal states of the former East Germany having been particularly vulnerable to this over the last 30 years. Any exodus like this will always mean a loss of vitality and a decline in the quality of life in the region affected. A public life that is felt to be rewarding and enriching by all can only exist when there is an active and prosperous population and well-paid industrial jobs will always be a major attraction for any region.

Moreover, public revenues can be used to build an infrastructure that will continue to create economic prosperity after mining has ceased. One such example is the academic landscape that has developed within the Ruhr Basin and which has marked the area out as a high-wage industrial region in spite of the disappearance of the mining industry. The development of transport links in the form of railways and motorways is further encouraged by the establishment of major businesses, such as mines, and this infrastructure then becomes an important feature of the economic potential of the region.

## 4 Outlook

The KSL project is planning to extract and supply about 2 Mt of metal (Cu, Ag, Zn, Pb, V, Co, Mo, Ni and other substances) for

bewusstsein haben inzwischen dazu geführt, dass einige Untertage-Betriebe weit sicherer als in der Vergangenheit und auch als der Durchschnitt der Industrie sind.

Automatisierungslösungen werden für Bereiche angestrebt, in denen Mitarbeiter einer nachteiligen Umgebung ausgesetzt werden. Ein kontinuierlich arbeitendes System, wie z. B. ein Streb, bietet bessere Voraussetzungen für Automatisierungslösungen als konventioneller Örtterbau. Aber auch im Örtterbau kann Fernsteuerung und Automatisierung Erstaunliches leisten. In Bergwerken des chilenischen Kupferbergbaus etwa werden LHD-Fahrzeuge ferngesteuert.

### 3.5 Nachhaltige Nutzung der in Anspruch genommenen Flächen nach der Rekultivierung

Deutschland hat mit der Rekultivierung ganzer Bergbaureviere, wie z. B. in Westsachsen (Wismut), Lausitz (Braunkohle) und Ruhrgebiet (Steinkohle), umfangreiche Erfahrungen in der Nachnutzung von Flächen gesammelt. Dabei wird zunehmend der Nachhaltigkeitsgedanke in der Form umgesetzt, dass energetische Nachnutzung mit Biomasseanbau, Photovoltaik und Windenergie die klassische Nachnutzung durch Land- und Forstwirtschaft ergänzt.

Die Ausweisung von SPA-Gebieten (Europäische Vogelschutzgebiete) auf Kippenflächen des Lausitzer Braunkohlenreviers zeigt zudem, dass sich einst bergbaulich beanspruchte Flächen durchaus wieder in ökologisch hochwertige Habitate umwandeln lassen. Auch Nutzungsmöglichkeiten für Freizeit und Erholung werden durch die KSL geprüft.

### 3.6 Wirtschaftliche Perspektiven für die nächste Generation

Die Menschen gehen dorthin, wo sie ihren Lebensunterhalt bestreiten können. Beispiele für wirtschaftlich bedingte Wanderungen sind zahlreich, besonders betroffen waren die neuen Bundesländer in den letzten 30 Jahren. Mit Abwanderung verbunden ist immer auch ein Verlust an Vitalität, an Lebensqualität in der Region. Nur mit einer aktiven und wohlhabenden Bevölkerung kann ein öffentliches Leben stattfinden, das von allen als bereichernd empfunden wird. Gut bezahlte Industriearbeitsplätze sind ein wichtiger Anziehungspunkt für jede Region.

Darüber hinaus kann mit den Erträgen der öffentlichen Hand eine Infrastruktur aufgebaut werden, die auch noch Wohlstand erzeugt, wenn der Bergbau abgeschlossen ist. Als Beispiel sei hier die Hochschullandschaft des Ruhrgebiets genannt, die das Gebiet als Hochlohn-Industrieregion auch nach dem Ende des Bergbaus positioniert. Die Entwicklung von Verkehrswegen, etwa von Eisenbahnen und Autostraßen, wird durch die Ansiedlung von großen Betrieben, wie z. B. Bergwerken, befördert und ist dann später ein wichtiges Merkmal für die Leistungskraft der Region.

## 4 Ausblick

Für die zukünftige Generation werden durch das KSL-Projekt ca. 2 Mio. t Metall (in der Hauptsache Cu, Ag, Zn, Pb, V, Co, Mo, Ni und andere) gewonnen und bereitgestellt, die für die Weiterentwicklung von Technologien und damit von Lebensstil verwendet und durch ihre Fähigkeit zum Recyceln auch vollständig erhalten werden. In der Region können ca. 1.000 direkt Beschäftigte ihren Lebensunterhalt verdienen. Dazu kommen indirekte Beschäftigungseffekte.

the benefit of future generations. These resources will be used to develop technologies and lifestyles and this material will also be preserved in full thanks to its suitability for recycling.

Around one thousand local people will be able to earn a direct living from the undertaking. Add to this the indirect employment effects that the project will produce by way of tendering and procurement activities totalling some 150 M €/a and the wages and salaries of the workforce. And this revival of the local economy will ultimately be of benefit to the entire region.

This paper not only describes the current status of the KSL project but also focuses on the various aspects of sustainability that have been “built into” the planning phase. KSL places great emphasis on effective planning and the use of modern technology so that the environmental impact of the mine can be kept to a minimum.

The project will have also material effects on sustainability that will not be fully felt or realised until the mine enters its operational phase. These include all kinds of measures that the mine will be taking as a regional partner, such as vocational training for young people, the promotion and sponsorship of culture, the support of public institutions and many other activities.

The Spremberg-Graustein copper and silver deposits are of course finite and real sustainability will crucially depend on the efforts that are made during the exploitation phase to invest in the post-mining years. There are many examples where the foundations of sustainable development were initially laid by the mining industry. Dresden owes its growth to the added value generated by silver mining, the Ruhr Basin has now become a multifaceted academic and cultural landscape and many other vibrant cities around the world, from Johannesburg to San Francisco, also owe their existence to mining and the search for resources.

fekte, die durch eine Auftragsvergabe von 150 Mio. €/a und durch die Lohnzahlungen an die Beschäftigten erzeugt werden. Diese Belebung der regionalen Wirtschaft kommt letztlich der gesamten Region zugute.

Im vorliegenden Beitrag wurde neben dem gegenwärtigen Status des KSL-Projekts besonders auf die in der Planungsphase „eingebauten“ Merkmale der Nachhaltigkeit eingegangen. Wichtig ist der KSL die Planung und der Einsatz moderner Technik, um die Einwirkung des Bergbaubetriebs auf die Umwelt gering zu halten.

Dazu kommen noch wesentliche Effekte für die Nachhaltigkeit, die erst in der Betriebsphase umgesetzt werden können. Dazu zählen alle Maßnahmen des Bergwerks als Partner der Region, wie z. B. Ausbildung von jungen Menschen, Förderung von Kultur, Unterstützung des öffentlichen Lebens und vieles mehr.

Natürlich ist auch die Kupfer-Silber-Lagerstätte Spremberg-Graustein endlich. Entscheidend für die langfristige Nachhaltigkeit ist, dass während der Betriebsphase des Bergbaus bereits in die Zeit nach dem Bergbau investiert wird. Beispiele für solch eine nachhaltige Entwicklung auf der Grundlage von Bergbau sind vielfältig. Dresden konnte sich durch die Wertschöpfung des Silberbergbaus entwickeln, das Ruhrgebiet ist heute eine vielfältige Hochschul- und Kulturlandschaft, und von Johannesburg bis San Francisco verdanken viele lebendige Metropolen ihre Existenz dem Bergbau.

## References / Quellenverzeichnis

- (1) KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH: Interne Unterlagen (Studien, Gutachten, Forschungsberichte, etc.), Spremberg 2009–2023.
- (2) Kopp, J.; Simon, A.; Göthel, M. (2006): Die Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein in Südbrandenburg – Brandenburg. In: Geowiss. Beitr., 13(1/2): S. 117–132, Kleinmachnow.
- (3) GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik e.V. (2010): Weg der Nichteisen-Metallurgie. Goslar.
- (4) Wellmer, F.-W. et al. (1989): Economic Evaluations in Exploration. Springer-Verlag, Heidelberg, ISBN: 978-3-540-73557-1.
- (5) Mining Magazine (02/2010): Europe’s copper hub. [www.miningmagazine.com/mine-of-the-month/europes-copper-hub](http://www.miningmagazine.com/mine-of-the-month/europes-copper-hub). Last access: (04/2012).
- (6) Dehler, W. (2004): Optische Sortierung von mineralischen Rohstoffen. SCHÜTTGUT 2004.
- (7) Zech, H. (2012): Untersuchung verschiedener Möglichkeiten für die Wärmeversorgung des zukünftigen Kupfererzbergwerkes in Spremberg hinsichtlich einer wirtschaftlichen Anwendbarkeit. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.

## Author / Autor

Dipl.-Geol. Ralph Braumann, GLU Geologische Landesuntersuchung GmbH, Freiberg, KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Spremberg