

Requirements Related to Renewable Energy Solutions for the Mining Sector

Renewable power options are fairly new to the mining sector and are now just at the beginning of the scaling stage. However, they have gained a lot of momentum in recent years and an increasing number of projects are being realized across the globe and in various climate zones. Nonetheless, the largest share of the overall potential is still untapped – largely due to low electricity or

diesel prices and to the on-going low commodity prices that put mine operations under extreme cost saving pressure and don't allow for any larger upfront investments. Once the current market conditions change it is expected that renewables will see an additional surge in the mining sector.

Anforderungen an den Einsatz erneuerbarer Energien im Bergbau

Obgleich der Einsatz erneuerbarer Energien im Bergbau noch relativ neu ist, wird derzeit eine wachsende Anzahl von Projekten auf mehreren Kontinenten und damit in verschiedensten Klimazonen realisiert. Das Potential ist jedoch bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Dies liegt vor allem an den derzeit niedrigen Strom- und Dieselpreisen und dem anhaltenden Preisverfall bei einer Mehr-

zahl der Rohstoffe, was die Bergbaubetreiber unter großen Kostendruck bringt, weshalb größere Investitionen derzeit zurückgestellt werden. Sobald sich die Marktbedingungen ändern, ist jedoch mit einem weiteren Anstieg des Einsatzes erneuerbarer Energien im Bergbausektor zu rechnen.

The biggest incentive for applying renewables in the mining sector – and the motivation of the renewables sector for turning to the mining industry – is the extremely high energy demand (and energy cost) of operating mines and the implied cost saving potential through the use of renewables. Due to their often remote locations, mining companies have to pay a premium for electricity compared to companies from other sectors that are located closer to the energy grid. In fact, many mines are not connected to the grid at all. Depending on how far away the mine is located from the national grid, the costs for grid connections can be significant and the only alternative then is to generate electricity on-site, which is currently being done through diesel or heavy fuel oil (HFO) generators. Diesel fuel then has to be transported to the site by truck and stored on-site for times when the site cannot be accessed by road, e.g. sites that depend on ice-roads that only exist for a limited number of months a year. In remote locations, energy costs can therefore account for over 30 % of the OPEX of a mine, whereas energy costs generally make up 10 to 20 % of operating costs.

Consequently, the most important economic driver is the significant cost saving potential of renewables – especially in remote locations. However, in Chile and Mexico, there also exist huge grid connected solar and wind power plants that supply electricity to mines showing that remoteness is not a necessary

Der größte Anreiz für den Einsatz erneuerbarer Energien im Bergbau – und die Motivation des Erneuerbare-Energien-Sektors sich dem Bergbau zuzuwenden – ist der extrem hohe Energiebedarf und die damit zusammenhängenden Kosten der Bergbaubranche sowie die potentiellen Einsparungsmöglichkeiten durch den Einsatz von erneuerbaren Energiequellen. Da sich Bergwerke oft in entlegenen Gegenden befinden, müssen deren Betreiber verglichen mit anderen Unternehmen, die sich näher am Energienetz befinden, eine Stromprämie zahlen. Viele Bergwerke sind jedoch gar nicht mit dem Stromnetz verbunden. Je nachdem, wie weit die Mine vom nationalen Stromnetz entfernt ist, kann der Anschluss daran mit erheblichen Kosten verbunden sein. Die einzige Alternative ist es dann, die Energie direkt auf dem Mininggelände selbst zu erzeugen, was derzeit durch Diesel- oder Schweröl- (HFO) Generatoren erreicht wird. Der Dieselmotorkraftstoff muss dann per LKW geliefert und vor Ort für Zeiten, in denen kein Zugang über die Straße möglich ist – z.B. in Regionen, die nur während einiger Monate im Jahr über Eisstraßen zugänglich sind – gelagert werden. In entlegenen Gegenden können Energiekosten daher über 20 % der Betriebskosten eines Bergwerks ausmachen, während sie normalerweise bei 10 bis 13 % der Betriebskosten liegen.

Der größte ökonomische Anreiz, gerade für Bergwerke in entlegenen Gegenden, ist daher das Einsparpotential durch

precondition for renewables to become economically viable. Especially in areas with unreliable supply of power by the national grid, renewables can provide a more stable and reliable supply of energy to mine sites. In these cases the mining company typically does not own the renewable energy assets, but purchase solar or wind energy through power purchase agreements (PPAs) from independent power providers (IPPs). Generally, each project with its specific location and climatic conditions has to be evaluated individually and a solution has to be designed site-specific taking into account economic, social and environmental aspects. Existing cases show that both options are economically viable under certain conditions.

The projects that are being realized in the mining sector to date differ in renewable energy types based on their location. To date most projects apply either solar or wind energy with geothermal and hydro energy being evaluated in certain regions. Solar is typically applied in warmer regions and wind energy is being used mostly in remote and often colder areas or areas with higher altitude and strong winds. Solar and wind projects can now be found on several continents including Australia, Africa, and North- and South America. The types of mining companies opting for renewable energy range from large multinational companies such as Rio Tinto and BHP Billiton, and leading mid-tier producers such as Sandfire Resources or Shanta Gold to various junior miners who are developing projects at the moment.

Importance of energy for mines

Energy costs for mines in remote locations make up a significant share of their overall operating costs and savings of just 5 to 10% diesel generated power can provide savings in the double-digit million dollar range for very remote sites. Therefore, the biggest opportunities for the application of renewables, at the moment, lie in the off-grid mining sector. Mines in remote locations often require the construction of power plants and gas and materials have to be transported to the remote region at high cost due to limited existing infrastructure. In many mining regions "losses" or "theft" and taxes are additional factors that increase the electricity price. Therefore, off-grid mines are one of the first to adopt new alternative energy sources, simply because they have the greatest incentive to do so. But even mines that are part of the grid have started looking at integrating renewable energies technology into their operations. This is especially true for mines that operate in places where the supply of grid-power is unreliable and power outages are common. These mines then also look at energy storage solutions for improving the reliability of power generation.

Estimates are that, without energy storage, 25% of the total energy consumption can be replaced by solar in regions with high irradiation and 30% by wind energy. If a mining company has many remote locations with high diesel prices, substantial fuel savings are achievable by systematically adding solar to remote mines. The situation for wind is more difficult as the wind profile is much more site-specific. At many mining locations it will not be economically viable to build wind turbines whereas in areas with a strong wind profile the savings can actually be higher than those achieved with the use of solar energy.

den Einsatz der Erneuerbaren. Auch in Regionen, in denen ein Anschluss ans Stromnetz besteht, die Stromversorgung jedoch unzuverlässig ist, können Erneuerbare eine stabilere und verlässlichere Stromversorgung bieten. In Chile und Mexiko existieren jedoch auch sehr große, an das Stromnetz angeschlossene Solar- und Windanlagen, die umliegende Bergwerke mit Energie versorgen. Die abgelegene Lage einer Mine ist daher keine notwendige Bedingung für den kosteneffizienten Einsatz erneuerbarer Energien, auch die verlässliche Versorgung mit Energie kann einen Anreiz für Erneuerbare darstellen. In diesen Fällen erwerben die Minenbetreiber die erneuerbare Energiequelle nicht selbst, sondern kaufen Solar- oder Windenergie durch Stromabnahmeverträge von unabhängigen Stromanbietern. Dies zeigt, dass jedes Projekt mit seinen spezifischen geographischen und klimatischen Bedingungen individuell evaluiert werden muss, um eine Lösung speziell für die Bedürfnisse des jeweiligen Betriebs unter Berücksichtigung ökonomischer, sozialer und umweltbezogener Aspekte entwickeln zu können. Es gibt verschiedene Beispiele dafür, dass beide Optionen ökonomisch sinnvoll sein können, wenn bestimmte Bedingungen gegeben sind.

Die Projekte, die bis dato in der Bergbauindustrie umgesetzt werden, setzen je nach geographischer Lage auf unterschiedliche Arten erneuerbarer Energie. Die meisten Projekte verwenden heute entweder Solar- oder Windenergie, wobei geothermische Energie und Wasserkraft in einigen Regionen evaluiert werden. Solarenergie wird typischerweise in wärmeren Regionen verwendet, während Windenergie meist in entlegenen und oft kälteren Zonen oder höher gelegenen Regionen mit starken Winden Anwendung findet. Solar- und Windprojekte befinden sich derzeit auf verschiedenen Kontinenten, so in Australien, Afrika und Nord- und Südamerika. Bergbauunternehmen ganz unterschiedlicher Größe nutzen erneuerbare Energien, sowohl Global Player wie Rio Tinto und BHP Billiton, als auch mittelgroße Produzenten wie Sandfire Resources oder Shanta Gold bis hin zu Explorationsunternehmen.

Bedeutung der Energie für Bergwerke

Die Energiekosten von Bergwerken in entlegenen Regionen stellen einen bedeutenden Teil ihrer Betriebskosten dar. Einsparungen an von Dieselgeneratoren erzeugter Energie von nur 5 bis 10% des Verbrauchs können bei sehr entlegenen Bergbauanlagen zu Kostenersparnissen in zweistelliger Millionenhöhe (US-Dollar) führen. Die vielversprechendsten Möglichkeiten zur Anwendung von erneuerbaren Energien liegen daher derzeit bei den Bergwerken, die nicht ans Stromnetz angeschlossen sind. Bergwerke in entlegenen Regionen müssen häufig eigene Kraftwerke bauen und Kraftstoff und Materialien wegen mangelnder Infrastruktur teuer transportieren lassen. In vielen Bergbauregionen sind zudem „Verlust“, „Diebstahl“ und Steuern zusätzliche Faktoren, die den Strompreis in die Höhe treiben. Bergwerke, die nicht ans Stromnetz angeschlossen sind, sind daher die ersten, die erneuerbare Energiequellen nutzen, da bei ihnen dafür der größte Anreiz besteht. Zudem bestehen Anreize für Bergwerke, die an Orten mit unzuverlässiger Stromversorgung mit häufigen Stromausfällen gelegen sind. Diese Betriebe sind dann auch an Speichermöglichkeiten interessiert, da es hier primär um die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Stromversorgung geht.



Fig. 1. Diavik Diamond Mine in Canada.
Bild 1. Diavik Diamantbergwerk in Kanada. Photo/Foto: Courtesy of Diavik Diamond Mines

Examples of solar and wind power solutions in the mining industry

Chile is one of the most advanced countries in bringing electricity to mines through solar power plants (see pp 528–537). Most of the mines in Chile are actually grid-connected. Missing power generation capacity used to be a particularly severe issue in Northern Chile. This shortage had a negative effect on electricity prices. High costs for grid electricity made solar and wind energy highly competitive. Many Chilean mines therefore signed long term PPAs with IPPs in order to decrease their electricity costs and to stop the constant increase of their electricity prices. Antofagasta Minerals signed a PPA that guarantees the off-take from a 191,56 MW plant from SunEdison.

With respect to wind energy the situation is similar. In Chile, 70% of the electricity that is produced at El Arrayan, a 115 MW wind farm, is delivered to Los Pelambres copper mine. El Arrayan will provide Los Pelambres with 20% of its energy needs.

Another example is Mexico, where Industrias Penoles will be buying electricity from a 180 MW wind farm that is being built by Portugal's EDP Renováveis (EDPR).

In terms of capacity, the largest off-grid solar plant at a mine is a 10.6 MWp PV plant with energy storage capacity for Sandfire's DeGrussa mine in Western Australia. The plant was commissioned in the summer of 2016. It was built and operated by juwi AG from Wörrstadt/Germany (see pp 512–517) and is owned by the French IPP Neoen. For off-grid wind, the largest wind-farm is located 300 km northeast of Yellowknife in Northern Canada: the 9.2 MW wind farm at the Diavik mine (Figure 1) was commissioned in 2012 and reduced diesel consumption in 2013 by 3.8 m litres and provided 8.5% of the mine's power needs (see pp 504–511). Diavik Diamond mine is a joint venture between Rio Tinto and Dominion Diamond Corporation.

Many other projects are under development, mainly in Australia, the Americas, Africa (Figures 2, 3) and Asia.

Decreasing cost of renewable energy and storage

The cost for solar power plants and solar electricity varies with each location based on different solar irradiations and interest rates for financing the investment. In 2014, extremely competi-

Schätzungen zufolge können ohne Speichermöglichkeit 25% des gesamten Stromverbrauchs in Regionen mit hoher Sonneneinstrahlung durch Solarenergie und 30% durch Windenergie ersetzt werden. Wenn ein Bergbauunternehmen mehrere entlegene Bergwerke mit hohen Dieselpreisen betreibt, können durch den systematischen Einsatz von Solarenergie erhebliche Kraftstoffeinsparungen erzielt werden. Bei Windenergie ist die Situation komplexer, da das Windprofil je nach Lage variabler ist und es sich für viele Bergbauregionen ökonomisch nicht rechnen wird, Windräder aufzustellen. In Gegenden mit einem starken Windprofil hingegen kann Windenergie zu höheren Kosteneinsparungen führen als Solarenergie.

Beispiele für den Einsatz von Solar- und Windenergie im Bergbau

Chile ist eines der Länder, die am weitesten fortgeschritten sind bei der Stromversorgung von Bergwerken durch Solaranlagen (s.S. 528ff). Die meisten Bergwerke in Chile sind ans Stromnetz angeschlossen, jedoch waren besonders in Nordchile mangelnde Kapazitäten in der Stromerzeugung ein großes Problem. Dieser Mangel hatte einen negativen Effekt auf den Strompreis. Hohe Stromkosten machten Solar- und Windenergie deshalb in Chile sehr wettbewerbsfähig. Viele chilenische Bergwerke haben daher langfristige Stromabnahmeverträge mit unabhängigen Stromerzeugern abgeschlossen, um so ihre Stromkosten zu senken und dem stetigen Anstieg des Strompreises Einhalt zu gebieten. Antofagasta Minerals unterschrieb entsprechend einen Stromabnahmevertrag, der die Abnahme von einer 191,56 MW-Anlage von SunEdison garantiert.

Bei der Windenergie ist die Lage ähnlich. In Chile werden 70% des Stroms, der in El Arrayan, einer 115 MW-Anlage, erzeugt wird, an die Los Pelambres Kupfermine geliefert. Damit deckt El Arrayan 20% des Energiebedarfs von Los Pelambres ab.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Windenergie im Bergbau befindet sich in Mexiko, wo Industrias Penoles Strom von einer 180 MW-Windanlage, die von Portugals EDP Renováveis (EDPR) errichtet wird, beziehen soll.

Was die Kapazitäten betrifft, ist die größte im Bergbau existierende Solaranlage, die nicht ans Stromnetz angeschlossen ist,



Fig. 2. Zimbi project in South Africa.

Bild 2. Zimbi-Projekt in Südafrika. Photo/Foto: Cronimet

tive calls for tenders demonstrated how inexpensive solar electricity had become in just a few years. PV energy prices below 60 US\$/MWh were observed e.g. for a project in Dubai. Recently, the price for large solar PPA has fallen to below the 30 US\$/MWh thresholds with prices at 24.2 US\$/MWh in Abu Dhabi (1) and 2.91 US\$/MWh in Chile (2). These can be considered best-in-class examples for the solar generation cost within a favorable context. These examples show how the cost-competitiveness of solar electricity has quickly progressed and how PV is producing at similar price ranges at new conventional generation plants. While large-scale PV generation costs are already comparable with conventional electricity production at the distributed level, solar power production is now competitive with retail distribution prices in many countries.

In 2015, 50.6 GW of new solar PV capacity had been installed globally. The total installed solar capacity could grow to over 600 GW by 2020, which is more than a 160% growth rate from 229 GW of commissioned PV systems at the end of 2015 (3). The situation for wind energy is similar.

For the future growth of renewables as intermittent energy sources, storage will play an important role. Storage solutions are still in a much earlier market phase than PV power plants. Expectations are that the price of storage will soon considerably decrease. Currently, it is not clear whether a single technology will prevail and, if so, which technology. It can be expected that the best technology differs from application to application. The growth of both, renewable energy and storage, gives rise to expectations of further falling prices in the coming years. This effect would also have a positive influence on renewable energy applications in the mining industry.

Drivers beyond pure cost savings

Power price stability is a significant factor in favour of renewable energy solutions. Solar and wind energy require very low operating costs. That means that the power prices can already be determined to a large extent when the renewable power plants are built. The predictability of power prices is a strong advantage for mining companies. Most of the other key factors are subject to

eine 10,6 MWp PV-Anlage mit Speicherkapazität für das DeGrussa Bergwerk von Sandfire in Westaustralien. Die Anlage wurde im Sommer 2016 in Auftrag gegeben. Sie wurde von der juwi AG aus Würzburg gebaut und betrieben (s. S. 512ff) und gehört der französischen IPP Neoen. Die größte nicht ans Stromnetz angeschlossene Windkraftanlage befindet sich 300 km nordöstlich von Yellowknife in Nordkanada. Die im Jahr 2012 in Auftrag gegebene 9,2 MW-Windkraftanlage des Diavik Diamantbergwerks (Bild 1) reduzierte den Dieserverbrauch im Jahr 2013 um 3,8 Mio. Liter und lieferte 8,5% des Strombedarfs des Bergwerks (s. S. 504ff). Das Diavik Diamantbergwerk ist ein Joint Venture zwischen Rio Tinto und der Dominion Diamond Corporation.

Viele andere Projekte befinden sich derzeit in der Entwicklung, hauptsächlich in Australien, Amerika, Afrika (Bilder 2, 3) und Asien.

Sinkende Kosten für Erneuerbare Energien und Speichertechnologien

Die Kosten für Solaranlagen und Solarenergie variieren je nach geographischer Lage basierend auf unterschiedlicher Solarstrahlung und Zinssätzen für die Finanzierung.

Ausschreibungen aus dem Jahr 2014 haben gezeigt, wie kostengünstig Solarstrom innerhalb nur weniger Jahren geworden ist. Beispielsweise wurden Solarenergiepreise unter 60 US-\$/MWh für ein Projekt in Dubai festgestellt. Kürzlich ist der Preis für Solarenergie-Abnahmeverträge mit 24,2 US-\$/MWh in Abu Dhabi (1) und 2,91 US-\$/MWh in Chile (2) unter die Schwelle von 30 US-\$/MWh gefallen. Dies sind ermutigende Beispiele für niedrige Kosten von Solarenergie unter günstigen Bedingungen. Diese Beispiele zeigen zudem, wie sich die Wirtschaftlichkeit von Solarstrom in kurzer Zeit verbessert hat und nun in einer ähnlichen Preisspanne produziert werden kann wie Strom in herkömmlichen modernen Kraftwerken. Während die Generierung von Solarenergie in großem Maßstab auf Abnahmeebene bereits vergleichbar mit herkömmlichem Strom ist, wird Solarstrom in vielen Ländern nun auch für Endkunden wettbewerbsfähig.

Im Jahr 2015 wurden weltweit 50,6 GW neue Solarkapazität hinzugebaut. Die gesamte installierte Solarkapazität könnte bis zum Jahr 2020 auf über 600 GW zunehmen, was einem Anstieg um mehr als 160% bezogen auf 229 GW im Jahr 2015 (3) in Auftrag gegebener Photovoltaiksysteme entspricht. Die Zuwächse bei der Windenergie bewegen sich in ähnlicher Größenordnung.

Für das zukünftige Wachstum der Erneuerbaren als intermittierende Energiequellen werden Speichertechnologien eine entscheidende Rolle spielen. Speichertechnologien befinden sich in einer sehr viel früheren Marktphase als Photovoltaikanlagen. Derzeit ist noch nicht absehbar, ob sich eine bestimmte Technologie durchsetzen wird und wenn ja, welche. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die beste Technologie sich von Fall zu Fall nach Anwendung und Bedarf unterscheiden wird. Das Wachstum in beiden Bereichen – bei den erneuerbaren Energien und den Speichertechnologien – lässt erwarten, dass die Preise in den nächsten Jahren weiter fallen werden. Dieser Effekt hätte auch einen positiven Einfluss auf den Einsatz erneuerbarer Energieanwendungen im Bergbausektor.



Fig. 3. Redavia project in Tanzania.

Bild 3. Redavia-Projekt in Tansania. Photo/Foto: Redavia

severe price changes and make it difficult for mining companies to plan ahead. This is particularly true for the highly volatile commodity market that makes it difficult for mining companies to plan their future investments. Stable power prices improve the situation for the mining management.

An important social driver for mining companies is keeping their license to operate. This can include providing power not only for the mine site but for surrounding communities in rural areas. Environmental drivers are, e.g., carbon emission tax regulations and the focus on climate change, which are encouraging mines to act quickly. Furthermore, the sustainability imperative means that many mining companies are publishing their Greenhouse Gas (GHG) and energy reduction targets and implement focused action plans. Mining companies face a constant risk of stigmatization. It is probable that many mining companies are traded at a discount because they are not considered as environmentally friendly. Renewable energy is therefore an excellent solution to countering that perception and risk. Financial markets reward companies that are actively pursuing uncommon solutions. Renewable energy commitment emphasizes that management is open for new solutions and is not stuck in the past, especially if the benefits are large on the financial side and improve the image of the corporation.

Key challenges

Given these drivers, there are several key challenges that exist when it comes to mines trying to employ renewable energy. Mine operators have to develop an understanding of what the technology can do, what costs are involved and whether a viable solution exists or can be developed for their specific situation. In-house expertise for these issues is not always available. Second, a solar, wind or geothermal operation is a capital intensive technology, with a high upfront investment and a very long – 20 years or more – amortization period, which may be longer than many a mine's lifespan. Additionally, mining companies' investment decisions are based on continually changing commodity prices which makes a mine's ability to contract power under long-term contracts even more uncertain. When long-term purchase agreements outlive the duration of mine operations, the question aris-

Anreize jenseits der Kostenersparnis

Die Stabilität des Energiepreises ist ein bedeutender Grund für den Einsatz erneuerbarer Energien. Solar- und Windenergie verursachen sehr geringe Betriebskosten. Dies führt dazu, dass der Energiepreis bereits bei der Installation der Anlagen mit großer Zuverlässigkeit bestimmt werden kann. Die Vorausschbarkeit von Strompreisen ist ein großer Vorteil für Bergbauunternehmen. Ein Großteil der übrigen Faktoren im Bergbau unterliegt starken Preisschwankungen und macht die Planung für die Unternehmen schwierig. Dies betrifft vor allem die stark fluktuierenden Rohstoffpreise, die es den Bergbaubetreibern erschweren, ihre Investitionen zu planen. Stabile Strompreise verbessern die Lage für das Management im Bergbaubereich.

Ein wichtiger sozialer Anreiz für Bergbauunternehmen ist es, ihre Betriebsgenehmigung zu erhalten. Dies kann bedeuten, nicht nur Strom für das Bergwerk, sondern auch für die umliegenden Orte in ländlichen Gegenden zu liefern. Anreize im Umweltschutz sind etwa CO₂-Steuern und der Fokus auf den Klimawandel, die Bergbauunternehmen zu schnellem Handeln auffordern. Des Weiteren führt der Nachhaltigkeitsgedanke dazu, dass Bergbauunternehmen ihre Treibhausgas- und Energieeinsparungsziele veröffentlichen und Aktionspläne einsetzen. Bergbauunternehmen belastet häufig das Risiko, stigmatisiert zu werden. Der Einsatz erneuerbarer Energien kann der negativen Wahrnehmung entgegenwirken und das Image der Branche verbessern. Die Finanzmärkte belohnen Unternehmen, die aktiv unkonventionelle Lösungen verfolgen. Eine Entscheidung für erneuerbare Energien macht zudem deutlich, dass das Management für neue Lösungen offen und nicht in der Vergangenheit verhaftet ist, insbesondere, wenn die finanziellen Vorteile überzeugen und das Image des Unternehmens verbessert werden kann.

Die größten Herausforderungen

Obwohl viele Anreize bestehen, gibt es auch eine Reihe von Hürden, die Bergwerke überwinden müssen, wenn sie erneuerbare Energien erfolgreich einsetzen wollen. Die Bergwerksbetreiber müssen ein Verständnis dafür entwickeln, was die Technologie leisten kann, welche Kosten mit Installation und Betrieb verbunden sind und ob eine Technologie existiert, die für das Projekt wirtschaftlich ist, oder ob für die Situation des Bergwerks eine spezielle Lösung entwickelt werden kann. Bei dieser Evaluierung ist nicht immer ausreichend Kapazität im eigenen Unternehmen vorhanden. Weiterhin ist eine Solar-, Wind- oder Geothermieanwendung eine kapitalintensive Technologie, die eine hohe Anfangsinvestition erfordert und eine sehr lange Amortisationszeit – 20 Jahre und mehr – aufweist. Letztere ist oft länger als die Lebensdauer des Bergwerks. Hinzu kommt, dass Investitionsentscheidungen von Bergbauunternehmen ständig schwankenden Rohstoffpreisen unterliegen, so dass unsicher ist, ob ein Unternehmen in der Lage sein wird, Strom im Rahmen eines langfristigen Abnahmevertrags zu beziehen. Wenn langfristige Abnahmeverträge die Lebensdauer eines Bergwerks überschreiten, stellt sich die Frage, wer die restliche Energie abnehmen und wie eine Vertragsabwicklung aussehen kann. Daher bevorzugen viele Bergbauunternehmen kurzfristige Stromeinkäufe und erwarten sehr kurze Amortisationszeiten für ihre Investitionen in eine Infrastruktur, die nicht unbedingt Teil ihrer Kernkompetenz ist.

es of who will buy the remaining power or how else to deal with the contract in place. Many mining companies prefer to buy the power short term and expect very short pay-back periods for investments into infrastructure that is not necessarily part of their key competencies.

External financing of renewable energy solutions

More and more investors are willing to invest in renewable energy infrastructure and to sell the electricity to the mine on a PPA basis. For remote mines, risk is higher than for grid-connected projects. The main difference is that in isolated locations there are no other buyers/consumers for the electricity in case the mining company does not fulfill its obligations under the contract. In other words, the counterpart risks are much higher than for standard grid-connected projects. There are several strategies for reducing the counterpart risk which can be combined. However, two aspects need to be emphasized: First, a mobilization of the solar power plant is a technical solution for mitigating parts of the risk. Second, on the financial side it is to be expected that in the initial project phase the investor requires higher payments in order to minimize the counterpart risk. This is valid for PPAs as well as for rental agreements. First rental and PPA solutions are already available on the market. A growing number of solar companies and investors see the mining industry as a reliable partner for rental or PPA models. This development is very likely to accelerate the extension of solar applications at mines.

Mineral exploration and specialized applications

Mineral exploration is the process of finding economically valuable mineral deposits. Due to the remote locations and the often missing infrastructure, power generation for mineral exploration camps is particularly expensive. Typically, power is generated by gensets, and the diesel fuel needs to be transported over long distances by truck or sometimes even by helicopter. Renewable energy could potentially contribute substantial cost savings in comparison to diesel power.

One of the main challenges in this area again lies in relatively long lifetime of traditional renewable energy power plants. They are normally designed for operations of 25 years or more. However, mineral exploration camps typically cover only a relatively short part of the mining value chain and power requirements are still low in comparison to the subsequent mineral extraction phase. Furthermore, at the exploration stage, there is no guarantee of finding a mineral deposit valuable enough to justify setting up a mining infrastructure. These challenges outline why exploration companies have little interest in committing to 25 or more years of electricity supply at a specific site. Therefore, exploration companies require semi-portable, flexible solutions that minimize the effort of dismantling them and rebuilding them at a new location.

Containerized solutions address the requirements of the mineral exploration sector. Generators, controllers and sometimes also energy storage systems and solar arrays or wind turbines are built into robust containers that allow relocating them cost-effectively after relatively short periods of application. The use of renewable energy at the exploration stage could lay the foundation for selecting renewable energy solutions at a later stage for

Drittfinanzierung des Einsatzes erneuerbarer Energien

Eine zunehmende Zahl von Investoren ist bereit, in Infrastruktur für erneuerbare Energien zu investieren und den Strom an Bergwerke auf Basis langfristiger Abnahmeverträge zu liefern. Für entlegene Bergwerke ist das Risiko höher als für Projekte, die ans Stromnetz angeschlossen sind. Der größte Unterschied ist, dass in isolierten Gegenden keine Käufer/Konsumenten für den Reststrom zur Verfügung stehen, wenn das Bergbauunternehmen den Vertrag nicht vollständig erfüllen kann. Mit anderen Worten, das Risiko des Zahlungsausfalls ist wesentlich höher als bei Projekten, die an das Stromnetz angeschlossen sind. Verschiedene Strategien können diesem Risiko entgegenwirken, wobei diese sich auch kombinieren lassen. Zwei Aspekte sollten jedoch besondere Beachtung finden: Erstens sind transportable Solaranlagen eine technische Möglichkeit, um einen Teil des Risikos abzufangen. Zweitens sollte auf der finanziellen Seite bedacht werden, dass der Investor voraussichtlich höhere Zahlungen während der Anfangsphase des Projekts benötigen wird, um das Risiko von Zahlungsausfällen zu vermindern. Dies trifft sowohl auf langfristige Abnahmeverträge als auch auf Leihverträge zu. Erste Angebote für beide Varianten sind bereits auf dem Markt. Eine steigende Anzahl von Solarunternehmen sieht die Bergbauindustrie als verlässlichen Partner sowohl für Dauerverträge als auch für Leihverträge an. Diese Entwicklung wird sehr wahrscheinlich die Ausweitung der Anwendung von Solartechnologien im Bergbau beschleunigen.

Exploration und spezielle Anwendungen

Exploration bezeichnet den Prozess des Auffindens von Mineralvorkommen, deren Abbau sich unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit lohnt. Angesichts der Abgelegenheit der Vorkommen und der dort häufig fehlenden Infrastruktur ist die Stromerzeugung für Explorationsprojekte besonders teuer. Typischerweise wird der Strom durch Generatoren erzeugt und der Dieselmotortreibstoff muss über lange Distanzen per LKW oder teilweise sogar per Hubschrauber transportiert werden. Erneuerbare Energien haben das Potential erheblicher Kostenvorteile gegenüber Diesel. Eine der größten Herausforderungen in diesem Bereich ist die relativ lange Lebensdauer von herkömmlichen Anlagen. Diese sind im Allgemeinen auf eine Betriebszeit von 25 Jahren und mehr ausgelegt. Explorationsprojekte hingegen stellen nur einen kleinen Teil der Wertschöpfungskette im Bergbau dar und benötigen im Vergleich mit der darauf folgenden Abbauphase wenig Energie. Außerdem gibt es während der Explorationsphase keine Garantie, dass auch Mineralvorkommen aufgefunden werden, die wertvoll genug sind, um die Schaffung einer Infrastruktur zu rechtfertigen. Dies erklärt, warum Explorationsunternehmen wenig Interesse daran haben, sich auf eine für 25 Jahre oder mehr ausgelegte Stromversorgung auf einem bestimmten Gelände einzulassen. Explorationsunternehmen benötigen vielmehr transportable und flexible Technologien, die mit möglichst wenig Aufwand abzubauen und an einem anderen Ort wieder aufzubauen sind.

In Containern transportierbare Technologien können den Bedürfnissen dieses Sektors gerecht werden. Generatoren, Steuerungen und teilweise auch Speichersysteme und Solarzellen oder Windturbinen werden in robusten Containern installiert,

the extraction process itself, where the energy requirements are much higher and which typically lasts much longer – often 20 years and more.

Summary and outlook

Renewable energy solutions offer distinct advantages over conventional energy for the mining industry. For many mine operators the main advantage is a significant cost saving potential. Especially for remote mines solar and wind energy present an attractive business case, as electricity from diesel power is extremely expensive. A considerable number of wind and solar projects has already been built: not only for off-grid mines, but also for grid-connected mining operations. Many obstacles have lately been overcome: the technology is mature, renewable energy prices have fallen dramatically over the last years; external investors are willing to make the investments and to sell the electricity to the mines. Moving forward, energy storage solutions will be an important part of the solution as it allows for increasing the wind or solar energy share at remote mines and allows for a more reliable energy supply. However, there is still untapped potential hindered by current low oil and diesel prices which have slowed down the development to some extent. Therefore, it can be expected that the market will pick up as soon as oil and diesel prices recover and the current low commodity price cycle ends. When that time comes, mine operators will be in a position to utilize competitive advantages by integrating cost effective renewable energy plants.

References / Quellenverzeichnis

- (1) <http://renewables.seenews.com/news/update-abu-dhabi-con-firms-usd-24-2-mwh-bid-in-solar-tender-540324> (abgerufen am 18.10.2016).
- (2) <http://cleantechnica.com/2016/08/18/new-low-solar-price-record-set-chile-2-91%C2%A2-per-kwh/> (abgerufen am 18.10.2016).
- (3) Schmela, M., et al. (2016): Global Market Outlook for Solar Power, 2016–2020, S. 3.

die nach relativ kurzem Einsatz einen kostengünstigen Transport ermöglichen. Der Einsatz erneuerbarer Energien in der Explorationsphase kann als Grundlage dienen, um auch in der späteren Phase des Abbaus, in der der Energiebedarf wesentlich höher ist und die typischerweise länger dauert – oft 20 Jahre und mehr – erneuerbare Energien einzusetzen.

Zusammenfassung und Ausblick

Erneuerbare Energien bieten für die Bergbauindustrie deutliche Vorteile gegenüber konventioneller Energie. Für viele Bergwerksbetreiber ist das erhebliche Kosteneinsparungspotential der größte Anreiz. Besonders für entlegene Bergwerke stellen Solar- und Windenergie eine attraktive Alternative dar, da mit Dieseldieselkraftstoff erzeugter Strom sehr teuer ist. Eine erhebliche Anzahl von Wind- und Solarprojekten ist bereits in Betrieb, nicht nur für Bergwerke außerhalb des Stromnetzes, sondern auch für solche, die ans Stromnetz angeschlossen sind. Viele Hürden sind in jüngster Zeit überwunden worden: Die Technologie ist ausgereift, die Preise für erneuerbare Energien sind während der letzten Jahre dramatisch gefallen. Externe Investoren sind bereit zu investieren und die Energie an Bergwerke zu verkaufen. Für die Zukunft werden Speichertechnologien ein wichtiger Teil der Lösung sein, da sie es Bergwerken fernab des Stromnetzes ermöglichen, den Anteil an Wind- und Solarenergie zu erhöhen und eine zuverlässigere Stromversorgung garantieren zu können. Es gibt dennoch ein großes, bisher nicht ausgeschöpftes Potential, dessen Realisierung durch die derzeit niedrigen Öl- und Dieselpreise verlangsamt wird. Es wird erwartet, dass sich der Markt für erneuerbare Energie im Bergbau positiv entwickelt, sobald sich die Öl- und Dieselpreise erholen und der aktuelle Zyklus niedriger Rohstoffpreise endet. Zu jeder Zeit werden weitere Bergbaubetreiber in der Lage sein, kosteneffiziente erneuerbare Energieanlagen in ihren Betrieb zu integrieren und von den Wettbewerbsvorteilen zu profitieren.

Authors / Autoren

Aarti Mona Soerensen, Projektmanagerin Kompetenzzentrum für Bergbau und mineralische Rohstoffe der deutsch-kanadischen Industrie- und Handelskammer, Toronto/Kanada, und Dr. Thomas Hillig, THEnergy Sustainable Consulting, München