

Expanding Processing in Chile. A necessary challenge.

Extractive industry is vital for modern civilization, but operations are subject to a number of restrictions centering largely on their negative environmental impacts. This industry is therefore forced to adopt new technologies and processes in order to mitigate factors that drive up costs and threaten profitability. This article sets

out to address a key structural factor in the Chilean mining industry – the presence of complex concentrates – and how one of the projects of EcoMetales Ltd., Santiago/Chile, offers a possible solution, with the additional bonus of answering some of the other challenges outlined above.

Mehr Verarbeitung in Chile. Eine notwendige Herausforderung.

Der Bergbau unterliegt einer Reihe betrieblicher Einschränkungen, insbesondere durch die von ihm erzeugten Umweltbelastungen. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Rentabilität des Geschäfts zwingen die Industrie zur Einführung neuer kostenmindernder Technologien und Prozesse. Dieser Artikel analysiert

insbesondere einen der strukturellen Faktoren des chilenischen Bergbaus: die Präsenz verunreinigter Konzentrate. Davon ausgehend beschreibt er, wie ein spezifisches Projekt von EcoMetales Ltd., Santiago/Chile, eine Lösung anbietet und sich zusätzlich noch einiger weiterer Herausforderungen annimmt.

Introduction

The Chilean mining industry, despite a number of notable features, generally follows global trends in the sector. The extractive industry is vital for modern civilization, but operations are subject to a number of restrictions centering largely on their negative environmental impacts. This conservative industry is therefore forced to adopt new technologies and processes in order to mitigate factors that drive up costs and threaten profitability.

It is our belief that trends in Chile's mining sector during coming years can be understood in terms of four key factors:

1. At first, the country represents a mature mining district, where operators are turning to lower-grade ores and deeper, more complex deposits. There is certainly much room for streamlining exploration and development of new projects, but it would clearly be hard for the country to repeat the dynamics it has achieved in copper production over recent decades.
2. Secondly, copper cathode production is steadily giving way to concentrate production, in a trend that is exacerbated by the exhaustion of leachable resources.
3. Furthermore, a significant proportion of the concentrates produced in the country have complex compositions, with levels of impurities, particularly arsenic, that impose both environmental and commercial impacts.

Einführung

Der chilenische Bergbau reproduziert im Rahmen seiner spezifischen Eigenheiten die weltweite Entwicklung der Industrie. Da es sich um eine für die Gesellschaft kritische Aktivität handelt, unterliegt der Bergbau einer Reihe betrieblicher Einschränkungen, insbesondere durch die von ihm erzeugten Umweltbelastungen. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Rentabilität des Geschäfts zwingen die vom Wesen her konservative Industrie zur Einführung neuer kostenmindernder Technologien und Prozesse.

Vier Faktoren sind unserer Meinung nach entscheidend, um die Dynamik des chilenischen Bergbaus für die kommenden Jahre zu verstehen.

1. Als erstes handelt es sich um eine reife Industrie mit sinkendem Metallgehalt in den Erzen und immer tiefer liegenden und komplexeren Lagerstätten. Ohne Frage können die Explorations- und Entwicklungszeiten neuer Projekte noch verkürzt werden, doch es liegt auf der Hand, dass die Dynamik der Kupferproduktion in den letzten Jahrzehnten kaum zu wiederholen sein wird.
2. An zweiter Stelle werden kontinuierlich weniger Kathoden als Konzentrate produziert, und diese Tendenz verschärft sich durch die Erschöpfung auslaugbarer Ressourcen.

4. Finally, tailings and mine waste products that are currently thought of as worthless material offer potential for the extraction of significant further resources.

In a more general context, public opinion in Chile has turned against the industry due to concerns relating to its technological impact, value added, and contribution to diversification and enhanced complexity of the country's economy. That said, despite progress in diversifying production, copper mining still plays a major role in the country's politics and economy.

This article sets out to address a key structural factor in the Chilean mining industry – the presence of complex concentrates – and how one of the projects of EcoMetales Ltd., Santiago/Chile, offers a possible solution, with the additional bonus of answering some of the other challenges outlined above.

Structural factors in the Chilean mining industry

During coming years, Chile will produce a significant quantity of complex concentrates with arsenic levels that exceed the 0.5% limit that the world's leading market – China – imposes on imports. It is important to bear in mind that limitations on arsenic levels have only recently been imposed, and can be expected to tighten in the future. Margins in the industry are sensitive to such exclusion from markets and penalties or tariffs on complex concentrates. If restrictions and costs similarly increase throughout the logistical chain – domestic transport, storage, loading onto ships, sea freight, and handling in the destination country – the total financial impact will be significant.

The additional costs associated with sales of complex concentrates serve as an incentive to search for alternatives to streamline the industry, ranging from the simple option of mixing them with clean concentrate so as to reach an arsenic concentration lower than 0.5%, through to in situ processing using special hydrometallurgical or pyrometallurgical facilities to handle emissions and ensure that all waste products generated are stable. While local processing offers a means to protect margins on concentrate sales, it comes at higher investment costs that vary depending on the process that is selected. Medium and long-term comparisons must be drawn in the search for an optimal solution, in a multifaceted analysis that includes strategic considerations such as the country's severe exposure to concentrate treatment issues, in a market that contains a shrinking number of buyers. Other variables that must be taken into account include issues relating to technological development and capacity building, as well as byproduct recovery.

Many complex concentrates are mixed with clean concentrates in Chile, but as arsenic levels rise higher above the 0.5% threshold this option becomes prohibitively costly. Most complex concentrates can be smelted, and emission control measures are available. However, these technologies often present high investment costs and can produce unstable waste products.

EcoMetales' PLCC project

The alternative of using hydrometallurgy to process complex concentrates can offer economic benefits mainly by making use of underutilized SX-EW plants, and the chance to use the acid that is generated as a byproduct at leach heaps and in situ

3. Als drittes besteht ein bedeutender Anteil der chilenischen Produktion aus verunreinigten Konzentraten, insbesondere mit Arsenanteilen, was durchaus relevante Auswirkungen auf die Vermarktung und den Umweltschutz mit sich bringt.
4. Zuletzt ist auf das Potential zu verweisen, das in der Ausbeutung relevanter Bergbauressourcen in Rückstandsbecken und Abraumhalden liegt, die heute noch als wertloser Abfall brachliegen.

In einem allgemeineren Kontext ist zu sagen, dass der Bergbau aus Sicht der öffentlichen Meinung bei der Weiterentwicklung von Technologien, der Schaffung von Mehrwert und der Leistung eines Beitrags zur größeren Diversifizierung und Komplexität der Produktionsstruktur des Landes einiges schuldig bleibt. Dazu kommt, dass trotz der fortschreitenden Diversifizierung der Wirtschaft des Landes, der Kupferbergbau noch immer bedeutenden Einfluss auf die Wirtschaft und Politik Chiles hat.

Dieser Artikel analysiert insbesondere einen der strukturellen Faktoren des chilenischen Bergbaus: die Präsenz verunreinigter Konzentrate. Davon ausgehend beschreibt er, wie ein spezifisches Projekt von EcoMetales Ltd., Santiago/Chile, eine Lösung anbietet und sich zusätzlich noch einiger der vorstehend angeführten Herausforderungen annimmt.

Strukturelle Faktoren des chilenischen Bergbaus

Chile wird in den kommenden Jahren eine bedeutende Menge verunreinigter Konzentrate mit einem Arsengehalt von mehr als 0,5% produzieren. Damit wird der Grenzwert für den weltweit wichtigsten Exportmarkt – nämlich China – überschritten. Bis vor wenigen Jahren gab es keinerlei Beschränkungen dieser Art, doch allen Voraussagen nach wird sich die Situation zukünftig weiter verschärfen. Der schwierige Zugang zu den Märkten und die mit dem Kauf oder der Raffination bzw. Verhüttung verbundenen Zusatzkosten verschlechtern die Rentabilität des Geschäfts. Verschärfte Auflagen und steigende Kosten in der Logistikkette – also des nationalen Transports, der Lagerung, der Beladung in den Häfen, dem Seetransport und dem Handling im Empfängerland – summieren sich zu einem bedeutenden finanziellen Aufwand.

Die mit dem Verkauf von verunreinigten Konzentraten verbundenen Zusatzkosten fördern die Suche nach Alternativen zur Verbesserung des Geschäfts. Dazu gehören u.a. Mischverfahren mit sauberem Konzentrat, um einen Arsenanteil von weniger als 0,5% zu erzielen, oder die Weiterverarbeitung der verunreinigten Konzentrate vor Ort, wozu es besonderer pyro- oder hydrometallurgischer Installationen bedarf, um die Emissionen zu kontrollieren und die Stabilität der produzierten Rückstände zu sichern. Die lokale Verarbeitung, welche Zusatzkosten beim Konzentratverkauf verhindert, erfordert allerdings größere Investitionen, die je nach gewähltem Prozess variieren. Auf der Suche nach einer optimalen Lösung müssen im Rahmen einer multifaktoriellen Analyse mittel- und langfristige Vergleiche angestellt und strategische Aspekte einbezogen werden, wie z.B. die hohe Vulnerabilität des Lands angesichts der Anforderungen an die Behandlung der Konzentrate in einem Markt, der immer stärker durch ein Nachfragemonopol geprägt wird. Dazu sind aber auch Variablen wie Lernkurven, Technologieentwicklung und die Gewinnung von Subprodukten zu berücksichtigen.

Die Mischung mit sauberem Konzentrat ist eine gängige Praxis in Chile, doch dazu dürfen die Arsenwerte nicht sehr viel höher

leaching projects. EcoMetales is currently developing a hydrometallurgy technology for leaching complex concentrates in pressure vessels, under the project name PLCC. This is a tried and tested method that has been used by companies around the world for refractory material processing for over 50 years. As with many other technologies, its economic feasibility depends heavily on the specific conditions of the area where it is to be used. Indeed, this project is located at a site where a number of factors come together to open the way for the technique as an economically viable option.

As with the existing EcoMetales smelter dust decontamination process, the objective is to remove arsenic from the concentrate in order to return the copper to CODELCO in solution (PLS), for subsequent treatment at SX-EW plants.

EcoMetales is a subsidiary of CODELCO that provides the mining sector with environmental solutions and technologies to recover metals during mine waste treatment. Its main focus is on removing arsenic and other impurities from production materials and stabilizing these hazardous substances. It possesses a facility located 35 km from Calama that leaches smelter dust and stabilizes arsenic in the form of scorodite – the only industrial-scale plant of its kind – and a pilot plant with attached laboratories for technological development.

The PLCC project comprises a plant for treating complex concentrates and dust produced in the roasting process, containing high levels of impurities. The resulting pregnant leach solution (PLS) is then processed at CODELCO Northern District SX-EW plants, to recover copper metal.

A leach plant has been specified with a capacity to treat 200,000 t of complex copper concentrate and roaster dust per year. These materials will be treated using a hydrometallurgical process featuring high-pressure, high-temperature oxidation (TPOX) to produce an acidic solution rich in copper (PLS). This PLS will be transported to existing SX and EW plants in CODELCO Northern District, for the production of high-purity copper cathodes. The acid generated in the process will be used in nearby leaching operations.

TPOX is a technology that uses compartmentalized pressure vessels with mechanical stirrers and oxygen injectors, operating at a temperature of 220 °C and a total pressure of 2,800 kPa, with an oxygen partial pressure of 500 kPa. Under these operating conditions, copper concentrate fed into the vessel is quickly oxidized by the injected oxygen gas, turning the sulfur content of metal sulfides into dissolved sulfates. This solubilizes the copper content of copper sulfide minerals present in the concentrate, such as chalcocite, bornite, chalcocite, covellite, and enargite.

Under these oxidizing conditions, arsenic present in the copper-bearing minerals also dissolves and can be precipitated with the iron (III) ion, which is present as a result of the oxidation of iron minerals present in the copper concentrate. In summary, the reactions that take place in the pressure vessel consume oxygen to form soluble sulfates of the base metals present in the concentrate (copper, zinc and molybdenum), iron (III) arsenate, and sulfuric acid. The critical parameters that must be controlled in the reaction vessel are:

her als 0,5% liegen, da die Kosten sonst explodieren. Die Verhütung der meisten verunreinigten Konzentrate ist möglich, und die Technologien zur Emissionskontrolle sind vorhanden. Die größten Hürden sind die hohen Investitionskosten und die Instabilität der produzierten Rückstände.

Das PLCC-Projekt von EcoMetales

Als ertragsfähige Alternative der Verarbeitung verunreinigter Konzentrate bietet sich vor allem die Hydrometallurgie an, da man die nicht ausgenutzten Anlagen zur Lösungsmittelextraktion und Gewinnungselektrolyse (SX-EW) und die Säure aus den Auslaughalden verwenden kann. Mit hydrometallurgischen Technologien entwickelt EcoMetales ein Projekt zur Auslaugung verunreinigter Konzentrate (PLCC) in einer Autoklave. Diese bewährte und sehr robuste Technologie wird seit mehr als 50 Jahren in vielen Unternehmen und Ländern zur Verarbeitung hitzebeständigen Materials eingesetzt. Die wirtschaftliche Umsetzbarkeit hängt wie bei vielen anderen Technologien stark von den spezifischen Standortbedingungen ab. Genau das geschieht bei diesem Projekt, da der Standort eine Reihe von Synergien bietet, ohne welche die Rentabilität des Projekts möglicherweise nicht gegeben wäre.

Ebenso wie bei der Säuberung von Gießereistäuben – dem aktuellen Prozess von EcoMetales – handelt es sich hier um die Abtrennung des Arsens vom Kupfer, indem das Kupfer als angereicherte Lösung (PLS) an CODELCO zurückgeliefert wird, um dann in SX-EW-Anlagen weiterverarbeitet zu werden.

EcoMetales ist eine CODELCO-Tochter, die der Bergbauindustrie Umweltlösungen und die Gewinnung von Metallen aus dem Sekundärbergbau bietet. Schwerpunkt ist dabei die Abtrennung des Arsens und anderer Verunreinigungen aus dem Produktionsfluss und die darauf folgende Stabilisierung. Das Unternehmen besitzt 35 km von Calama entfernt eine Anlage zur Laugung von Gießereistäuben und Arsenstabilisierung als Skorodit – die einzige Installation dieser Art in industriellem Maßstab – und eine der Technologieentwicklung gewidmeten Pilotanlage mit Laboratorien.

Das PLCC-Projekt umfasst eine Auslauganlage für verunreinigte Kupferkonzentrate und Röststäube mit hoher Belastung durch Unreinheiten. Die Gewinnung des Kupfers aus der in der Anlage produzierten angereicherten Lauglösung (PLS) findet in den SX-EW-Anlagen des Distrikts Nord von CODELCO statt.

Geplant ist eine Auslauganlage mit einer Verarbeitungskapazität von 200.000 t verunreinigter Konzentrate und Röststäube pro Jahr. Das Material durchläuft einen hydrometallurgischen Prozess mit thermisch partieller Oxidation (TPOX), in dem eine mit Kupfer angereicherte Säurelösung entsteht. Die Lösung wird dann in einer der Anlagen zur Lösungsmittelextraktion und Gewinnungselektrolyse des Distrikts Nord von CODELCO weiterverarbeitet, um hochreine Kupferkathoden zu produzieren. Die im Prozess erzeugte Säure wird im Auslaugbetrieb des CODELCO-Distrikts verwendet.

Für die TPOX-Technologie werden die Kammern der Druckreaktoren mit mechanischen Rührwerken und mit Sauerstoffstoffinjektoren ausgerüstet. Betrieben werden sie mit einer Temperatur von 220 °C und einem Gesamtdruck von 2.800 kPa, bei einem partiellen Sauerstoffdruck von 500 kPa. Unter diesen Betriebsbedingungen kann das in die Autoklave eingebrachte Kupferkonzentrat durch den zugefügten gasförmigen Sauerstoff schnell oxidiert werden, wobei der Schwefel aus Metallsulfiden in gelöste Sulfate verwan-

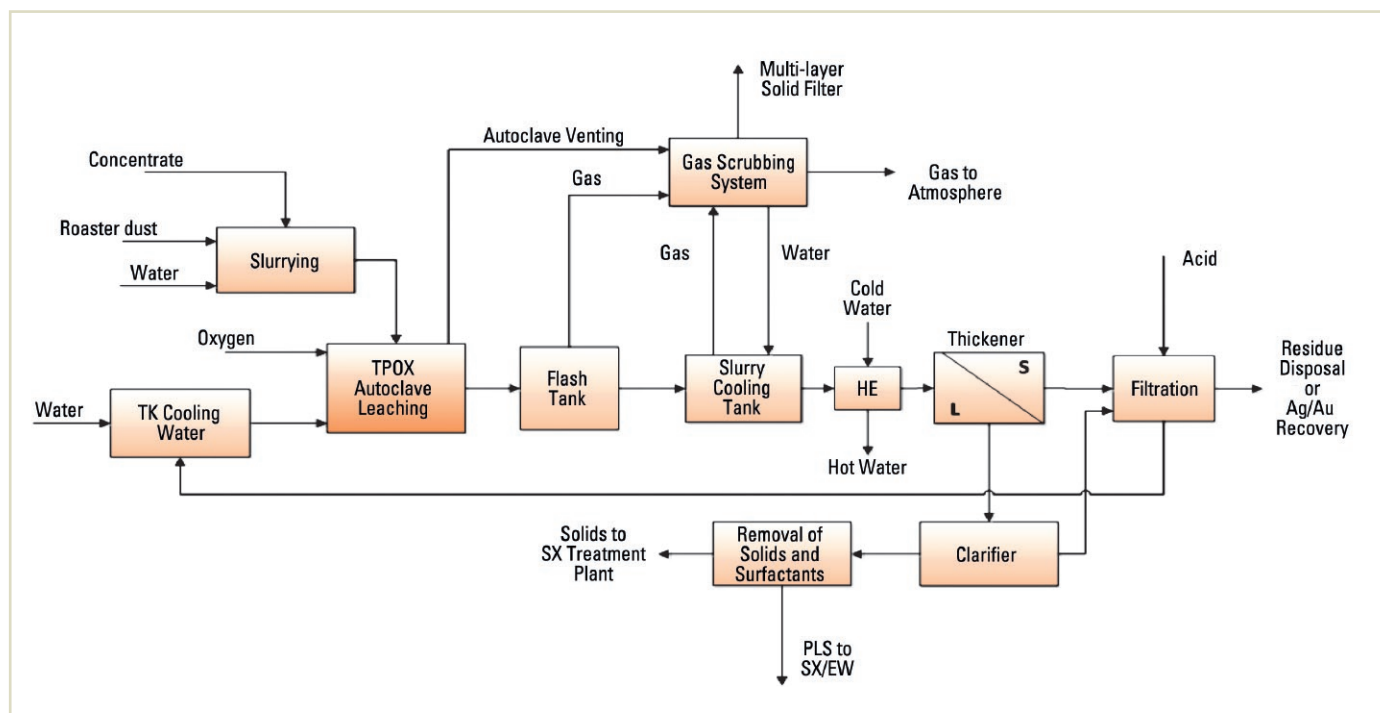


Fig. 1. Block diagram of PLCC. // Bild 1. PLCC-Blockdiagramm.

- temperature, controlled by adjusting the flow rate of coolant water;
- pressure;
- oxygen injection rate; and
- slurry level in the final compartment which defines the residence time in the high-pressure oxidation process.

The copper is left in a rich solution (PLS) that can be removed from the plant and recovered using an SX-EW process, after passing through a number of stages to separate solids from the liquid, clarify it, and clean it with SX diluent. Meanwhile, the arsenic content exits the process as iron (III) arsenate or scorodite, which is removed from the PLS in thickeners and filtration units.

As shown in the block diagram of PLCC (Figure 1), concentrate is fed into the first compartment of the reactor as a slurry. Oxygen and water are also fed into each of the unit's four compartments. The first compartment is the largest and features three stirrers and three water and oxygen injection points. The usage of high-purity oxygen (99.5%) allows arsenic and copper sulfate compounds to be dissolved, generating copper sulfate, arsenic acid, and sulfuric acid. The reactions that take place in the pressure vessel are highly exothermic, so coolant water must be added to all compartments in order to maintain a constant temperature. The dissolved arsenic is subsequently precipitated in the reaction vessel as iron (III) arsenate, an environmentally stable substance that complies with EPA, TCLP, and SPLP standards. Oxidized slurry is removed from the reaction vessel, cooled, and then put through a liquid-solid separation process, producing a PLS rich in copper and sulfuric acid, and a solid residue containing arsenic. The PLS is transported to an existing SX/EW plant, where copper is recovered as cathodes. The PLS is first mixed with solutions produced by heap

delt wird. Dadurch wird wiederum das Kupfer aus den Kupfersulfidmineralen im Konzentrat, wie Chalkopyrit, Bornit, Chalkosin, Covellin und Enargit, gelöst.

Unter diesen oxidierenden Bedingungen löst sich auch das Arsen aus den kupferhaltigen Mineralen und fällt mit dem Eisenion aus, das man durch die Lösung und Oxidierung der Eisenminerale aus dem Kupferkonzentrat erhält. Zusammengefasst verbrauchen die Reaktionen in der Autoklave Sauerstoff, um lösliche Sulfate aus den im Konzentrat vorhandenen Grundmetallen (Kupfer, Zink, Molybdän), Eisen-Arsenat und Schwefelsäure zu bilden. Die in der Autoklave zu kontrollierenden kritischen Parameter sind:

- Temperatur, kontrolliert durch die Zuführung von Kühlwasser in die Autoklave,
- Druck,
- Sauerstoffzusatz und
- Trübefüllstand in der letzten Kammer der Autoklave, der die Verweildauer im Druck-Oxidations-Prozess bestimmt.

Das Kupfer verbleibt in der angereicherten Lösung (PLS), die in der Autoklave erzeugt wird und kann in späteren Etappen über ein SX-EW-Verfahren zurückgewonnen werden, nachdem es die Phasen der Fest-Flüssig-Trennung, Klärung und Säuberung der angereicherten Lösung mit SX-Löser durchlaufen hat. Zum anderen verbleibt das Arsen als finaler Rückstand in Form von Eisen-Arseniat oder Skorodit, das mittels Eindickung und Filtration von der angereicherten Lösung getrennt wird.

Wie dem Blockdiagramm des PLCC zu entnehmen ist (Bild 1), wird das Konzentrat als Trübe in die erste Kammer der Autoklave eingebracht. Zusammen mit der Trübe werden Sauerstoff und Wasser den vier Kammern der Autoklave zugeführt. Die erste Kammer ist größer als die anderen drei und verfügt über drei Rührwerke und drei Punkte zur Zufuhr von Wasser und Sauerstoff. Die

leaching, before being used as SX/EW plant feedstock. Gases produced in the reaction vessel and released from slurry exiting the plant are passed through a cooling and scrubbing system that recovers entrained water and slurry before venting the gases into the atmosphere. The stable arsenic-bearing waste will then be stored in a deposit located at the same site as the plant.

This new process will operate in synergy with smelting and refinement facilities operated by both CODELCO and other companies in Northern Chile. It is sized such as to ensure that suitable complex concentrates will always be available, and can be expanded using a modular approach if necessary; and it is designed for use with concentrates that have high arsenic levels, with lower-grade ores to be processed by smelting. But it can also be used as an efficient and competitive technology for arsenic-free or low-arsenic concentrates.

The project carries an investment cost of 320 m US\$, and subsequent operating costs are competitive with the alternatives of sales on international markets or installation of pyrometallurgical processes (smelter and adjacent refinery).

The process is tested, flexible, and creates synergies with existing SX-EW plants located in the region, while also offering a number of additional advantages:

- high levels of copper recovery (> 99 % for concentrates and 98,5 % for mixtures of concentrate and DMH roaster dust);
- low make-up water requirements (0,3 m³/t concentrate) compared to the roasting process (3,3 m³/t concentrate) and smelting (3,4 m³/t concentrate); and
- potential for using the heat that the process generates in other facilities.
- However, perhaps the most relevant advantages relate to environmental performance. The process does not emit SO₂ or arsenic into the atmosphere, and the arsenic-bearing waste is stable.

Conclusion

In conclusion, this new process offers a solution for a major problem facing Chile's mining sector – the production of concentrates with high arsenic levels – not only by representing lower costs than the penalties and fees attached to sales of complex concentrates, but also developing processes in a critical area for the future profitability and development of the country's mining industry. This also improves the sector's position when negotiating with foreign concentrate processing companies.

The technology also boosts added value in the mining sector, not only by expanding local processing at competitive costs, but also increasing the usage of significant capital assets that would otherwise suffer losses from downtime.

Finally, this new link in the production chain helps to close the gap between concentrate and cathode production, not only providing benefits in production activity levels but also allowing Chile to negotiate with foreign mineral processors and refineries from a position of strength.

A project of this scale is no trivial undertaking, and requires significant capacities and discipline in order to make the transi-

Zufuhr von hochreinem Sauerstoff (99,5 %) ermöglicht die Auflösung der Kupfer- und Arsenschwefelverbindungen in Kupfersulfat, Arsensäure und Schwefelsäure. Die Reaktionen in der Autoklave sind hochgradig exotherm, sodass in allen Kammern der Autoklave zur Beibehaltung der konstanten Temperatur Kühlwasser nachgefüllt werden muss. Das gelöste Arsen wird dann in der Autoklave als stabiles und umweltverträgliches Eisenarseniat ausgefällt und erfüllt die Anforderungen der Leaching-Tests EPA (USA), TCLP und SPLP. Der oxidierten Trübe der Autoklave wird der Druck entzogen, sie wird gekühlt und dann durchläuft sie eine Phase der Fest-Flüssig-Trennung, bei der eine mit Kupfer und Schwefelsäure angereicherte Lösung und ein arsenhaltiger Feststoff als Rückstand entstehen. Das Kupfer aus der angereicherten Lösung wird in der bestehenden SX/EW-Anlage zu Kupferkathoden weiterverarbeitet. Die PLS wird vor der Zuführung in die SX/EW-Anlage mit angereicherten Lauglösungen aus den Halden vermischt. Die Gase aus der Autoklave und aus dem System zum Druckentzug laufen durch ein Kühl- und Säuberungssystem, in dem Wasser und im Prozess mitgeführte Trübe zurückgewonnen werden, bevor das Gas nach außen abgegeben wird. Abschließend werden die stabilen Arsenrückstände in einem Depot neben der neuen Anlage gelagert.

Das Projekt zur Auslaugung verunreinigter Konzentrate ist eine passende Ergänzung zur Verhüttung und Raffinierung im Norddistrikt von CODELCO und bei anderen Unternehmen, da es für die vorgesehene Größe immer ein Angebot verunreinigter Konzentrate geben wird und – falls nötig – kann es modular erweitert werden. Es bietet sich an, den Betrieb auf Konzentrate mit sehr hohem Arsengehalt zu konzentrieren und die Konzentrate mit weniger Gehalt in der Gießerei zu verarbeiten. Wenn es erforderlich ist, können aber auch saubere Konzentrate oder Material mit geringem Arsenanteil unter Beibehaltung der Wirksamkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Verfahrens prozessiert werden.

Die Investitionskosten des Projekts liegen bei 320 Mio. US-\$, und die Betriebskosten sind wettbewerbsfähig, wenn man sie mit den Alternativen des Verkaufs auf dem internationalen Markt oder der Installation pyrometallurgischer Verfahren (Gießerei mit Raffinerie) vergleicht.

Das bewährte und flexible Verfahren, das diverse Synergien mit den SX-EW-Anlagen des Norddistrikts in Calama aufweist, bietet noch eine Reihe zusätzlicher Vorteile:

- hoher Prozentsatz an Kupferrückgewinnung (> 99 % für Konzentrate und 98,5 % für Mischungen aus Konzentrat und DMH-Röststaub),
- geringe Erfordernis an Wasserzusatz (0,3 m³/t Konzentrat) verglichen mit dem Röstprozess (3,3 m³/t Konzentrat) und der Gießerei (3,4 m³/t Konzentrat) und
- Weiterverwendung der erzeugten Wärme in anderen Installationen.
- Einer der bedeutendsten Vorteile liegt aber ohne Zweifel in der Umweltfreundlichkeit. Es gibt keine SO₂- oder Arsenemissionen und der erzeugte Arsenrückstand ist stabil.

Zusammenfassung

Abschließend ist anzumerken, dass das PLCC das Potential hat, das für den chilenischen Bergbau bedeutende Problem der Konzentrate mit hohem Arsenanteil zu lösen. Die Kosten sind geringer

tion to becoming low-cost mineral processors. Although Chilean processors face a number of disadvantages compared to their competitors in China and other markets, existing and future environmental regulations provide Chile with a degree of protection that the country must be able to exploit. This is neither easy nor obvious, but the key issue is that if Chile is not able to achieve such a goal in an area where the country has been industry leader – both pyrometallurgy and hydrometallurgy – then it is hard to see room for a promising future in the mining sector at large, as the country's companies begin to lose the major advantages that they enjoyed for many years through access to high-grade ores, and are forced to turn to mineral resources that are more typical of the industry worldwide.

Chile is a country that has enjoyed and shall continue to face significant exposure to the copper industry, so it needs a more comprehensive and long-term vision, in a bid to garner a leadership position in environmentally sustainable mining while boosting productivity and reducing costs, incorporating new processes and capacities to create new and workable business opportunities based on mining resources that are becoming ever more marginal, in terms of both ore grade and impurities. As a country and as an industry, Chile now faces a unique opportunity to take a front seat in the nascent electric vehicle revolution, a sector that is strongly linked to care for the environment and clean industry. However, this vision cannot remain limited to words and to projects centered on such a goal, such as the one described in this article.

Author / Autor

Iván Valenzuela, General Manager, EcoMetales Ltd., Santiago/Chile

als die mit dem Verkauf verunreinigter Konzentrate verbundenen Strafzahlungen und Aufwendungen und es ebnet darüber hinaus den Weg zur Entwicklung von Prozessen, die für die zukünftige Leistungsfähigkeit und Rentabilität des chilenischen Bergbaus von hoher Relevanz sind. Parallel hierzu wird die Verhandlungsposition gegenüber den internationalen Konzentrateinkäufern gestärkt.

Außerdem wird auf diese Weise ein größerer Mehrwert im Bergbausektor geschaffen, nicht nur weil die lokale Verarbeitung zu wettbewerbsfähigen Preisen gefördert wird, sondern auch weil bedeutende Kapitalgüter genutzt werden, die sonst mit den entsprechenden Verlusten abgeschrieben werden müssten.

Des Weiteren hilft das Projekt, das Ungleichgewicht zwischen Kathoden- und Konzentratproduktion zu kompensieren, was neben der Verbesserung der Produktion zur Stärkung der Verhandlungsposition gegenüber internationalen Konzentrateinkäufern beiträgt.

Ohne Frage bedarf die Projektdurchführung großer Fähigkeiten und Disziplin, um die Verarbeitung tatsächlich mit niedrigen Kosten umzusetzen. Auch wenn es stimmt, dass chilenische Unternehmen gegenüber Konkurrenten aus China und anderen Ländern im Nachteil sind, bieten die bestehenden und zukünftigen Umweltverordnungen einen Schutz, den es auszunutzen gilt. Das ist weder einfach noch selbstverständlich, doch wenn Chile nicht in der Lage ist, sich in einem Geschäft durchzusetzen, in dem das Land sowohl in der Pyro- wie auch in der Hydrometallurgie eine führende Position eingenommen hat, dann wird es sehr schwer, dem Kerngeschäft im Bergbau eine vielversprechende Zukunft vorherzusagen. Denn die absoluten Wettbewerbsvorteile, welche die Bergbauunternehmen lange Jahre durch den hohen Metallgehalt in den Erzen hatten, schwinden dahin, da heute mit Ressourcen gearbeitet werden muss, die den Bedingungen im Rest der Welt entsprechen.

Aufgrund der großen aktuellen und zukünftigen Abhängigkeit Chiles vom Kupfer bedarf es einer integralen und langfristigen Vision, die das Land als führenden Vertreter eines umweltverträglichen und nachhaltigen Bergbaus positioniert, dessen Produktivität steigert und dessen Kosten senkt. Dazu müssen neue Prozesse eingeführt und neue, gute Geschäfte mit Bergbauressourcen mit abnehmendem Metallgehalt und zunehmenden Verunreinigungen entwickelt werden. Als Land und als Industrie hat Chile die einzigartige Chance, sich an die Revolution der Elektromobilität anzukoppeln, die engstens mit dem Umweltschutz und einer „sauberen“ Produktion verbunden ist. Dazu ist es unumgänglich, sich von der Ebene der Diskurse zu lösen. Projekte wie PLCC verfolgen genau dieses Ziel.