

Mine Tailings Management: Integrated Solutions for Re-Handling and Re-Processing

Tailings deposits are found everywhere in the world that has ongoing or legacy mining activity. These man-made deposits present both a challenge and can represent an interesting economic value source, if the still interesting constituents of such tailings resources can be economically and effectively recovered. The value of such deposits has only recently become increasingly of interest, and is based on the realization that many tailings facilities hold mineral grades comparable with competing virgin deposits and/or minerals, particularly in cases where virgin ore quality is deteriorating caused by factors like grades and/or liberation particle sizes.

Besides their latent economic value, tailings deposits also pose significant risks, such as possible dam breaches or failures, groundwater and surrounding ecosystem contamination as well as post-closure costs and balance sheet liabilities. Effective tailings management is required in order to mitigate these risks and still enable profitable project development. This requires integrated solutions in which all important aspects around tailings re-handling and re-processing are taken into account. This paper gives a short overview of these factors.

Tailingsmanagement: Integrierte Lösungen für die Rückgewinnung und Wiederaufbereitung

Tailingsablagerungen sind überall dort auf der Welt zu finden, wo es laufende oder abgeschlossene Bergbauprojekte oder -aktivitäten gegeben hat. Diese vom Menschen geschaffenen „Lagerstätten“ stellen sowohl eine Herausforderung als auch eine interessante wirtschaftliche Rohstoffquelle dar. Dies gilt insbesondere dann, wenn die relevanten Rohstoffe und Bestandteile derartiger Ressourcen wirtschaftlich und effektiv gewonnen werden können. Der Mehrwert dieser Lagerstätten wurde erst in jüngerer Vergangenheit zunehmend interessanter und basiert auf der Erkenntnis, dass viele Tailingslagerstätten noch Rohstoffgehalte enthalten, die mit natürlich entstandenen Lagerstätten vergleichbar sind. Dies gilt insbesondere in den Anwendungsfällen, in denen sich die Qualität der natürlichen Erze beispielsweise in

Bezug auf Gehalt und/oder Korngrößenverteilung der freigesetzten Erze verschlechtert.

Neben ihrem latenten wirtschaftlichen Wert bergen Tailingslagerstätten auch erhebliche Risiken, wie z.B. mögliche Dammschäden oder -brüche, Kontaminationen des Grundwassers und der umliegenden Ökosysteme sowie Nachsorgekosten und finanzielle Verbindlichkeiten. Um diese Risiken zu mindern und dennoch eine profitable Projektentwicklung zu gewährleisten, ist ein effektives Tailingsmanagement notwendig. Dies erfordert integrierte Lösungen, bei denen die wichtigen Aspekte rund um die Tailingsrückgewinnung und -aufbereitung berücksichtigt werden. Dieser Beitrag gibt einen zusammenfassenden Überblick über einige relevante Faktoren.

Tailings Deposits

Tailings deposits originate from mining operations and therefore can contain any mineral or combination of minerals. This sets requirements to the processing operation to be used when recovering these minerals from tailings. Furthermore, most of the tailings deposits are a result of crushing, milling and processing hard rock deposits in which water plays an important role. Tailings are therefore mostly deposited as a wet waste product of the processing operation. As a result we are mostly faced with fine sized wet tailings deposits. This not only poses specific constraints to tailings re-handling and re-processing, but also to remediation and de-risking of tailings dam structures.

Tailingslagerstätten

Tailingslagerstätten stammen aus dem Abbau und der Aufbereitung von natürlichen Rohstoffquellen und können daher jedes Mineral oder jede Kombination von Rohstoffen enthalten. Bei der Rückgewinnung und Aufbereitung der Rohstoffe aus Tailings werden besondere Anforderungen an den zugrundeliegenden Aufbereitungsprozess gestellt. Häufig sind Tailingslagerstätten das Ergebnis von Zerkleinerungs-, Mahl- und Aufbereitungsvorgängen bei Rohstoffvorkommen aus Hartgestein. Innerhalb der dortigen Aufbereitungsprozesse nimmt die Ressource Wasser eine entscheidende Rolle ein. Tailings entstehen oftmals als nasses Abfallprodukt des Aufbereitungsprozesses und werden in der Folge oftmals als feinkörnige, feuchte Tailings deponiert. Dies stellt nicht nur beson-

The latter topic became more urgent with the dam breaches of Samarco and Brumadinho in Brazil (1). Following earlier mine tailings dam breaches over the last decades, these dam disasters resulted in a global focused attention and public awareness. Instead of being regarded as one of the lower cost carriers in mining operations, this topic became rightfully a focus point influencing mining operation results and endangering the license to operate. The high risk profile of tailings dams led to board room focus and evaluation and assessment of tailings dam status.

However, tailings deposits also provide an interesting economic value based on their minerals content. Either of interest because mineral grades of tailings deposits match these of new virgin deposits and can be re-processed with innovative processing technologies or the tailings deposit contains minerals not of interest at times when the tailings deposit was created.

From waste to a sustainable mining potential based on minerals content. This is enhanced by a relatively low geological risk as the tailings deposits are easily accessible and lower energy requirements as crushing and milling have been part of earlier processing of these deposits. This certainly is of importance with the growing attention for a circular economy. Even contaminated tailings deposits can contain interesting mineral contents. When re-handling and re-processing these deposits, mitigating measures can be taken to solve the contamination.

Tailings management approach

Lower grade qualities and finer sized mineral composition of virgin deposits, require finer sizing for liberation and processing of the virgin ores. This is enabled by the evolution of innovative processing equipment and refining techniques. However, as a consequence, tailings are becoming finer in size and can contain greater levels of silts and clays. Filtration and separation technologies need to be adapted or complemented to enable their effective separation, dewatering and deposition in wet, paste and filtered tailings scenarios. This also applies to tailings re-handling, whether as part of a recovery process or a risk reduction program, where final dry stacking may be a desired outcome (2).

The following steps in provided tailings management approach can be defined:

- tailings re-handling;
- tailings processing;
- tailings dewatering and deposition.

In general, tailings re-handling alone will only be applied when a tailings deposit has to be replaced in order to achieve new storage volume for an ongoing mining operation or when the tailings dam pose a danger due to breakage or failure. For both cases only a wet tailings deposit requires an integrated approach as the re-handling step should be followed by a de-watering step to allow dry stacking. Dry tailings storages do not require re-handling or can be easily moved using dry means. Tailings re-processing requires wet processing, which also has to be followed by dewatering in order to allow dry stacking. In that sense, when tailings re-processing is involved, wet re-handling can be applied for both a wet and a dry tailings deposit (2). In this respect a tailings management approach as shown in figure 1 can be used.

dere Anforderungen an die Rückgewinnung, den Umschlag und die Wiederaufbereitung, sondern auch gleichermaßen an die Sanierung und die Risikoreduzierung von derartigen Dammbauwerken.

Letzteres wurde gerade durch die noch nicht lange zurückliegenden Dammbüche von Samarco und Brumadinho in Brasilien noch dringlicher (1). Neben früheren Dammbüchen in den vergangenen Jahrzehnten führten leider gerade diese Katastrophen zu einer global fokussierten Aufmerksamkeit und einem gestiegenen öffentlichen Bewusstsein. Statt lediglich als Beiprodukt und damit als niedriger Kostenträger im bergbaulichen Abbauprozess zu gelten, wurde das Thema „Tailings“ zu Recht zu einem Schwerpunkt, der die Bilanz eines Bergbaubetriebs beeinflusst und die Betriebsgenehmigungen gefährden kann. Das hohe Risikopotential führte zu einer Diskussion der Problematik und Herausforderungen in den Führungsetagen und zu einer genaueren Einordnung und Beurteilung von Tailingsdämmen.

Durch ihren Rohstoffgehalt bieten einige Tailingsdämme jedoch auch einen interessanten wirtschaftlichen Wert. Dies liegt zum einen darin begründet, dass die noch vorhandenen Rohstoffe in derartigen Tailings mit innovativer Aufbereitungstechnik heutzutage extrahiert werden können. Des Weiteren können derartige Tailings Rohstoffe enthalten, die bei ursprünglicher Gewinnung der natürlichen Lagerstätte noch nicht von Interesse waren und somit als Abfallprodukt im Tailingsdamm verbaut worden sind.

Begründet im Rohstoffgehalt eröffnen diese als Abfallprodukt deklarierten Tailings somit ein nachhaltiges Bergbaupotential. Hinzu kommen ein relativ geringes geologisches Risiko, da die Tailingslagerstätten leicht zugänglich sind, und ein geringerer Energiebedarf in der Aufbereitung, da Brechen und Mahlen bereits Bestandteil der früheren Prozesskette waren. Selbst kontaminierte Tailings können als interessante Rohstoffquelle bewertet werden. Bei der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung dieser Ablagerungen können geeignete Maßnahmen zur Behandlung der Kontamination getroffen werden.

Ein möglicher Ansatz für das Tailingsmanagement

Geringere Qualitäten und die feinere mineralische Zusammensetzung heutiger natürlicher Lagerstätten erfordern neuartige Technologien für die Gewinnung und Aufbereitung dieser Rohstoffe/Erze, gerade im feinkörnigen Bereich. Dies wird technisch durch die Entwicklung von innovativen Aufbereitungsanlagen und Veredelungsmethoden ermöglicht. Als Folge davon werden die Tailings jedoch immer feiner und können größere Mengen an Schlamm und Lehm enthalten. Filtrations- und Separationstechnologien müssen angepasst oder ergänzt werden, um eine effektive Trennung, Entwässerung und Ablagerung in nassen, pastösen und gefilterten Tailings zu ermöglichen. Dies gilt gleichermaßen für die Wiederaufbereitung von Tailings, sei es als Teil eines Rückgewinnungsprozesses oder eines Risikominderungsprogramms. Gerade bei letzterem ist eine abschließende, trockene Ablagerung das erstrebenswerte Endergebnis (2).

Dazu werden die folgenden Schritte des vorgesehenen Tailingsmanagement-Ansatzes wie folgt definiert:

- Rückgewinnung/Umschlag von Tailings,
- Wiederaufbereitung des Tailingsmaterials,
- Entwässerung und Ablagerung von Tailings.

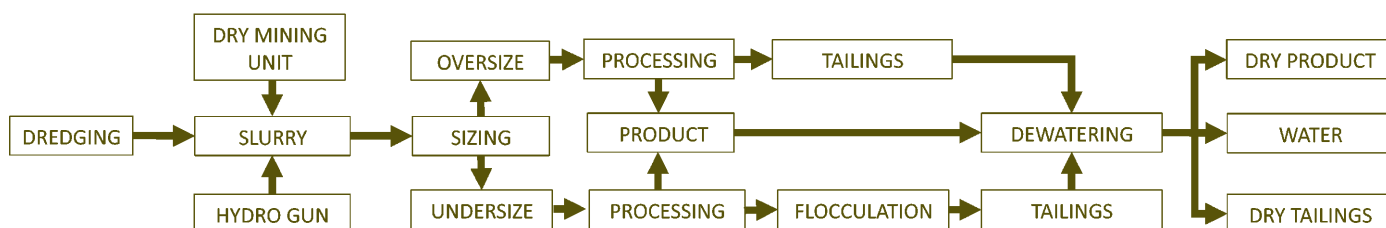


Fig. 1. Tailings management approach. // Bild 1. Integrierter Ansatz zum Tailingsmanagement. Source/Quelle: IHC

An integrated approach for tailings management combines the re-handling stage with possible processing and final dewatering for a dry product, water that can be recirculated or released and tailings to be dry stacked. The latter step is of importance to reduce the risk of tailings storage as experienced with the recent dam breakages in Brazil (2).

Re-handling: dry vs. wet mining and transportation

As can be seen in figure 1, a number of possible re-handling scenarios can be used consisting of the actual re-handling mining operation itself and onwards transportation. Thus, dry or wet methods for mining and transportation can be used. Dry mining is only possible when the tailings deposit allows this type of operation. Onwards transportation can then be effected by trucks, conveyors, but also by slurrying to allow hydraulic transportation (3).

Slurry transportation is by far the cheapest method of transportation, certainly for materials with the typical tailings soil characteristics (fine sized, loose material with liberated minerals, processed and deposited with water). This advantage can be used by combining a dry mining method and slurification unit as shown in figure 2. Another method to achieve onwards hydraulic transportation of the dry tailings deposit can be by using high pressure water jets to slurify the tailings deposit (3).

When the tailings deposit is too wet to allow dry mining methods or high pressure water jets, dredging can be used. This



Fig. 2. // Bild 2. IHC DMSU (Dry Mining Slurryfication Unit) (4).

Im Allgemeinen wird eine Rückgewinnung von Tailings nur dann durchgeführt, wenn eine Tailingslagerstätte ersetzt werden muss, um neues Lagervolumen für einen laufenden Abbaubetrieb zu erstellen oder wenn der Tailingsdamm durch einen möglichen Bruch eine potentielle Gefahr darstellt. In beiden Szenarien erfordert lediglich eine wasserführende Tailingslagerstätte einen integrierten Ansatz, da der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung eine Entwässerung folgen muss, um eine finale, trockene Ablagerung zu ermöglichen. Der Prozessschritt Entwässerung entfällt bei einem rein trockenen Umschlag einer Halde. Die Gewinnung von Rohstoffen aus vorhandenen Tailingslagerstätten erfordert sowohl für trockene als auch für wasserführende Tailings eine nachgeschaltete Nassaufbereitung inklusive Entwässerung, um den anschließenden trockenen Wiederaufbau zu ermöglichen (2). Ein möglicher Tailingsmanagement-Ansatz dazu ist in Bild 1 dokumentiert.

Ein Ansatz für das Tailingsmanagement kombiniert die Nassrückgewinnung, -aufbereitung sowie Entwässerung in einem integrierten Ansatz. Als Ergebnis liefert die Prozesskette ein trockenes Produkt, Wasser, das recirkuliert oder freigesetzt werden kann, sowie eine trockene Ablagerung der Abfallprodukte in einer neuen Tailingslagerstätte. Der letztgenannte Schritt ist von relevanter Bedeutung, um Risiken hinsichtlich eines Versagens, wie es bei den jüngsten Dammbürchen in Brasilien zu beobachten war, zu minimieren (2).

Rückgewinnung: trockener vs. nasser Abbau und Transport

Wie Bild 1 dokumentiert, können verschiedene Szenarien zur Rückgewinnung und zum Transport des Materials in den Gesamtprozess integriert werden. Dies beinhaltet sowohl trockene als auch nasse Methoden für den Abbau und den Weitertransport zur eigentlichen Wiederaufbereitung. Eine trockene Rückgewinnung ist nur dann möglich, wenn die Abraumhalde diese Art des Abbaus zulässt. Der Weitertransport kann dann „klassisch“ durch LKWs oder Förderbänder erfolgen. Eine weitere Möglichkeit besteht in der „Slurrifizierung“ des Materialstroms, bei der ein anschließender hydraulischer Transport angestrebt wird (3).

Der Transport in Form eines Schlammes (Slurry) ist vor allem dann eine kostengünstige Transportmethode, wenn das zu transportierende Material die typischen Tailingsmaterial-Eigenschaften aufweist (feinkörniges, loses Material mit freigesetzten Rohstoffen, mit Wasser aufbereitet und abgelagert). Dieser Vorteil kann durch die Kombination von Trockenabbauverfahren und anschließender Slurrifizierung genutzt werden. Eine beispielhafte Anordnung dokumentiert Bild 2. Eine weitere Methode, um einen hydraulischen Weitertransport der trockenen Tailings zu ermög-



Fig. 3. IHC cutter suction dredge for tailings re-handling (5).
Bild 3. IHC Schneidkopfsaugbagger zur Rückgewinnung von Tailings (5).

can be achieved by using a mechanical dredge like a back-hoe or grab feeding a slurrification unit. When using a hydraulic dredge like a cutter suction dredge (Figure 3) or a wheel dredge, the in-board centrifugal pumping system will allow onwards hydraulic transportation after the deposit material has been mined by the cutting system (3).

Tailings re-processing

As tailings deposits can contain any mineral or combination of minerals, various processing methods can be used as is shown in figure 4.

The more and more smaller size distributions of tailings deposits set requirements to feed preparation and the processing steps to be applied. If possible single steps of separation will be used, however more and more we see that a combination of separation techniques has to be used to get proper results. Innovation in separation makes it possible to process tailings deposits efficiently and cost effective. It will be clear that flowsheets will have to be designed in such a way that remaining tailings from these processes can be disposed in such a way that they will not harm environment and allow de-risked new tailings deposits. In that sense, dewatering and dry stacking have to be integrated in the flowsheet design (6, 7).

lichen, kann durch den Einsatz von Hochdruckwasserstrahlen zur Slurrifizierung des Materials erfolgen (3).

Ist das Tailingsbauwerk für eine trockene Rückgewinnung zu feucht, besteht die Möglichkeit zur Rückgewinnung im Nassabbau unter Einsatz der sogenannten Nassbaggertechnik. Für den Abbau können zum einen mechanische Bagger, wie z.B. Tieflöfel oder Schwimmgreifer eingesetzt werden. Im nachfolgenden Schritt beschickt dieser das Material auf eine Slurrifizierungseinheit. Wird das Lagerstättenmaterial durch einen hydraulisch arbeitenden Bagger abgebaut, wie z.B. bei einem Schneidkopfsaugbagger (Bild 3) oder einem Schneidradsaugbagger, dann ermöglicht das innenliegende Zentrifugalpumpensystem den weiteren hydraulischen Transport (3).

Tailingsaufbereitung

Da Tailingslagerstätten prinzipiell jeden beliebigen Rohstoff oder jede Kombination von Rohstoffen enthalten können, sind für den allgemeinen Ansatz verschiedene Aufbereitungstechnologien in der weiteren Prozesskette von Bedeutung (Bild 4).

Sinkende Korngrößenverteilungen innerhalb der Tailings stellen unterschiedliche Anforderungen an die anzuwendenden Aufbereitungsschritte und -technologien. Dabei werden, solange technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll, einzelne Separationsverfahren eingesetzt. Zur Erzielung eines erfolgreichen Trennergebnisses (und damit Aufbereitungsprozesses) wird jedoch eine Kombination von Separationstechnologien unabdingbar. Innovationen in der Separation ermöglichen es, Tailingsablagerungen effizient und kostengünstig wiederaufzubereiten. Zukünftig müssen Fließdiagramme so gestaltet/angepasst werden, dass die verbleibenden Tailings aus diesen Prozessen auf eine Art entsorgt werden können, bei der sie als risikolose Ablagerung verbleiben, ohne dabei der Umwelt zu schaden. In diesem Sinne müssen speziell die Entwässerung und die finale, trockene Ablagerung in das Fließbilddesign integriert werden (6, 7).

Entwässerung und trockene Ablagerung

Die Entwässerung mit anschließender Trockenablagerung ermöglicht einen risikominimierten Einbau von Abfallprodukten nach der Wiederaufbereitung und/oder dem Umschlag von nassen Tailingslagerstätten. Die immer feinere Korngrößenverteilung erfordert dabei spezielle Entwässerungstechnologien. Die Kombination von

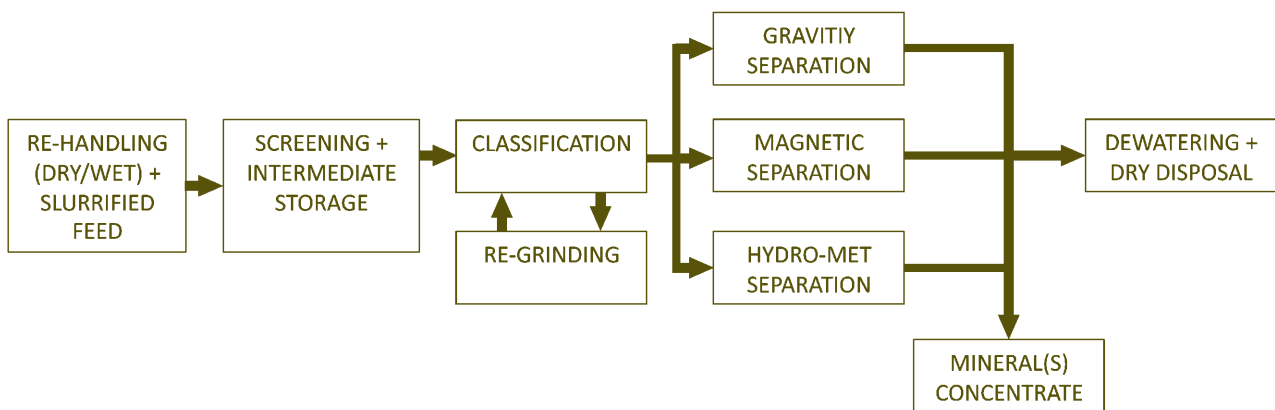


Fig. 4. Modern processing steps in tailings re-processing. // Bild 4. Technologien für die Tailingsrückgewinnung und -wiederaufbereitung. Source/Quelle: IHC



Fig. 5. Dewatering of tailings: experiment (8), plant (9), geotextiles (10).
Bild 5. Entwässerung: Experimentell (8), Aufbereitungsanlage (9), Geotextilien (10).

Flockungs- und speziellen Entwässerungsmitteln, wie z.B. Invoque®, mit modernen Technologien ermöglicht eine risikofreie Trockenablagerung von Abfallprodukten als Tailingsbauwerk. Der Einsatz von In-line-Filtertechniken unterstützt einen direkten Bandtransport zum Einbau der Tailings. Ist dies nicht möglich, kann die Entwässerung auch durch den Einsatz von Geotextilien erfolgen. Neben der Entwässerung können sie auch als Bewehrung im Tailingsdamm eingesetzt werden (Bild 5).

Dewatering and dry stacking

Dewatering and dry stacking ascertain the risk free deposition of remaining tailings after re-processing and/or re-handling of wet tailings deposits. The more and more finer size distributions require higher order of dewatering technologies. Combining flocculants and special dewatering agents, like e.g. Invoque®, with modern dewatering processing techniques allow dry stacking of tailings streams in a risk free manner. Using in-line filter techniques allow direct belt transportation to stack tailings. When this is not possible, dewatering can be accomplished by using geo textiles. Besides for dewatering they can also be used as reinforcements in tailings dam construction (Figure 5).

Tailings as value drivers

There are many interesting tailings re-handling and re-processing possibilities to be mentioned as example of economically viable projects.

Due to its unique deposit forming process, oil sands not only contain bitumen, but also titanium and zirconium. These minerals can be recovered from oil sands tailings. In a pilot plant delivered to Titanium Corporation by IHC Robbins in 2006, successful trials proved that this is possible in an efficient way (Figure 6). Besides the recovery of these minerals, bitumen could also be recovered, thereby reducing the environmental impact of the oil sands tailings. Continued process development resulted in a decision to



Fig. 6. IHC Robbins oil sands tailings pilot plant to recover Ti-Zr minerals (11). // Bild 6. IHC Robbins Pilotanlage zur Rückgewinnung von Ti-Zr aus Ölsand-Tailings (11).

Tailings als wertvolle Rohstoffquelle

Es gibt verschiedene Projekte, in denen die Rückgewinnung und Wiederaufbereitung von Tailings wirtschaftlich erfolgreich durchgeführt werden konnte.

Aufgrund des einzigartigen Entstehungsverfahrens enthalten Ölsande neben Bitumen auch Titan und Zirkonium. Demnach enthalten auch frühere Tailingslagerstätten derartige Rohstoffe. In einer Pilotanlage, die IHC Robbins im Jahr 2006 an die Titanium Corporation geliefert hat, konnten Versuche erfolgreich belegen, dass eine Rückgewinnung auf effiziente Weise möglich ist (Bild 6). Neben der Rückgewinnung der Rohstoffe Titan und Zirkonium konnte auch weiterer Bitumen zurückgewonnen werden, wodurch die Umweltbelastung durch die Ölsand-Tailings reduziert werden konnte. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Aufbereitungstechnologien sowie ergänzende Versuche inklusive einer weiteren, konzeptionellen Engineering-Phase für speziell diese Art von Tailings ermöglichte eine Kommerzialisierung im Jahr 2018 (11).

Ein weiteres interessantes Beispiel ist die Gewinnung von Kupfer und Kobalt aus alten Kupfer-Tailings im Rahmen von ERG's Metakol Roan Tailings Reclamation Project in der Demokratischen Republik Kongo, die ab 1950 im Musonoi-Flusstal abgelagert wurden. Als relativ alte Tailingslagerstätte weist sie noch einen Kupfergehalt von etwa 1,3 % sowie einen Kobaltgehalt von etwa 0,3 % auf. Beim Abbau der ursprünglichen Lagerstätte war Kobalt nicht von besonderem Interesse. Der Rohstoff wird aber heute für die Herstellung beispielsweise von Batterien benötigt. Gerade dieser hohe Rohstoffgehalt macht diese Tailingslagerstätte zu einer herausragenden und wertvollen Lagerstätte. Die Rückgewinnung erfolgt im Trocken- sowie Nassabbau. Anschließend wird das gewonnene Material hydraulisch zur Aufbereitungsanlage transportiert. Innerhalb eines hydrometallurgischen Prozesses wird sowohl das Kupfer als auch das Kobalt extrahiert. Abschließend erfolgt der ordnungsgemäße Einbau der Abfallprodukte in einen neuen Tailingsdamm. Neben einer wertorientierten Rohstoffrückgewinnung reinigt dieser Vorgang auch die alte Tailingsablagerung. Demnach kann gerade dieses Projekt auch prinzipiell als Sanierungsprojekt betrachtet werden (12).

Sanierungsprojekte

Eine Reihe von alten Tailings stellt aufgrund ihres kontaminierten Charakters ein Risiko für die Umwelt dar. Durch die Rückgewinnung und -aufbereitung könnten die Auswirkungen auf die

commercialize this tailings processing possibility starting with a feed study phase in 2018 (11).

Another interesting example is ERG's Metalkol Roan Tailings Reclamation Project in the Democratic Republic of Congo to recover copper and cobalt from old Cu-tailings deposited as from 1950 in the Musonoi river valley. As a relatively old tailings deposit, copper grade is still around 1.3% and cobalt grade is 0.3%. When mining the virgin deposit, cobalt was not of interest, but today is required for e.g. battery manufacturing. The mineral grades makes this tailings deposit a world class deposit. Re-handling is effected by dry mining units and dredging, followed by slurry transportation to the plant. A hydrometallurgical process recovers the copper as well as the cobalt, followed by proper handling of the remaining tailings. Besides a value driven mineral recovery project, this operation also cleans the old river valley tailings deposit. As such it can also be considered as a remediation project (12).

Remediation projects

A number of old tailings deposits pose a risk to environment due to their contaminated character. Re-handling and re-processing might reduce environmental impact. In a number of instances the mineral content is not enough to pay for the remediation completely. In those circumstances the remaining costs should be paid by the owner of the deposit or other means like governmental subsidy.

An example is presented by the old tailings deposit in Portman Bay in Spain (Figure 7). As disposal of 33-years of pyrite and older geologically complex Pb-Zn deposit mining, around 60 Mt of contaminated tailings have been deposited in this bay. Studies have been contemplated to recover the Fe-containing tailings, but so far project economics are not viable. A combination of mining and remediation would certainly present a possibility (13).

Conclusions

Tailings deposits possess both interesting latent economic potential as well risk factors that have to be solved. Effective tailings management is required in order to mitigate these risks and still enable profitable project development. This requires integrated solutions in which all important aspects around tailings re-handling and re-processing are taken into account.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Brumadinho Dam Disaster – Vale updates information on the dam breach in Brumadinho: www.vale.com/
- (2) van Muijen, H.: Tailings Rehandling and Reprocessing using Dredge Technology and Slurry Transportation. AIMS-Mines of the Future, 24th May 2018, Aachen/Germany.
- (3) Hogeweg, A.; Drost, A.: Tailings remediation with dredge mining technology. Tailings 2015, 19. – 21. August 2015, Santiago/Chile.
- (4) Property of IHC Robbins: www.royalihc.com/en/products/mining/processing-equipment/dry-mining-slurrification-units
- (5) Property of Royal IHC: www.royalihc.com
- (6) van Muijen, H.: Reprocessing and Dewatering Solutions for Tailings Deposits. AIMS-Mines of the Future, 13th June 2019, Aachen/Germany.
- (7) Fleming, C. A.; Bron, J. A.; Otha, M.: An Economic and Environmental Case for Re-Processing Gold Tailings in South Africa. Proceedings 42 Annual Meeting of the Canadian Mineral Processors. 19. – 21. January 2010, Ottawa, Ontario/Canada.
- (8) Property of Clariant Spezialchemie: www.clariant.com



Fig. 7. Portman Bay in Spain (14). // Bild 7. Portmán Bucht in Spanien (14).

Umwelt verringert werden. In einer Vielzahl von Fällen reicht der Rohstoffgehalt jedoch nicht aus, um die Sanierung wirtschaftlich auszugleichen. Dann sollten die verbleibenden Kosten vom Eigentümer der Lagerstätte oder auf andere Weise, z.B. durch staatliche Subventionen, umgelegt werden.

Ein Beispiel dafür ist die alte Tailingsablagerung in der Portmán Bucht in Spanien (Bild 7). Während der 33-jährigen Gewinnung von Pyrit und weiteren komplexen Blei-Zink-Erzen wurden in dieser Bucht rd. 60 Mio. t kontaminiertes Material abgelagert. Es wurden verschiedene Studien zur Rückgewinnung der eisenhaltigen Tailings angefertigt, jedoch kann bislang eine wirtschaftliche Realisierung des Projekts nicht gewährleistet werden. Eine Kombination aus Abbau und Sanierung wäre sicherlich in diesem Fall eine Möglichkeit (13).

Schlussfolgerungen

Tailingslagerstätten besitzen sowohl interessante latente Wirtschaftspotentiale als auch Risikofaktoren und Herausforderungen, die es zukünftig zu lösen gilt. Um diese Risiken zu mindern und dennoch eine profitable Projektentwicklung zu ermöglichen, ist ein effektives Tailingsmanagement erforderlich. Dies erfordert integrierte Lösungen, bei denen alle wichtigen Aspekte rund um die Rückgewinnung und Aufbereitung des Tailingsmaterials berücksichtigt werden.

- (9) Property of IHC Robbins: www.royalihc.com/en/about-us/specialised-business-units/ihc-robbins
- (10) Property of Netics: <https://www.netics.nl/>
- (11) Titanium Corporation – Oil Sands Project, www.titaniumcorporation.com/oil-sands-projects/projects
- (12) Metalkol Roan Tailings Reclamation Project, www.ergafrica.com
- (13) Manteca, J. I.; Lopez García, J. A.; Oyarzun, R.; Carmona, C.: The Beach Placer Iron Deposit of Portman Bay, Murcia, SE Spain: The Result of 33 Years of Tailings Disposal (1959 – 1990) to the Mediterranean Seaside. Mineralium Deposita, August 2014, Volume 49, Issue 6, pages 777 – 783, Springer Verlag.
- (14) www.igemyork.wordpress.com/author/igemyork/page/4/

Authors / Autoren

Ir. Henk van Muijen, Dr.-Ing. Tobias Vraetz, IHC Mining & Tunnelling, Kinderdijk/Netherlands