issa | INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION
International Section on Prevention in the Mining Industry
www.issa.int/prevention-mining

VISION ZERO.

Safety and Health in Mining

Safe and healthy jobs in mining, worldwide: that is the aim of the International Section of the ISSA on Prevention in the Mining Industry, in short ISSA Mining. As a not-for-profit organization, ISSA Mining unites operators, sector associations, experts and regulators to improve occupational safety and health as well as emergency response by means of international exchange on good practice, proven strategies and training concepts. ISSA Mining is one of thirteen prevention sections of the Social Security Association, headquarters in Geneva.

In this section of Mining Report Glückauf we will regularly introduce innovations, new findings and trends from an international point of view, helping to design mining work safer and health supporting.

Do you know of more efficient examples? We are looking forward to your advice as well as your feedback on this section. Send an e-mail to helmut.ehnes@issa-mining.org.

Sicherheit und Gesundheit im Bergbau

Sichere und gesunde Arbeitsplätze im Bergbau, weltweit: das ist das Ziel der International Section of the ISSA on Prevention in the Mining Industry, kurz ISSA Mining. Als Non Profit-Organisation vereint ISSA Mining Unternehmen, Branchenverbände, Experten sowie Regelsetzer, um durch den internationalen Austausch von Guter Praxis, bewährten Strategien und Ausbildungskonzepten den Arbeitsschutz und das Rettungswesen zu verbessern. ISSA Mining ist eine von dreizehn Sektionen für Prävention unter dem Dach der International Social Security Association mit Sitz in Genf.

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen regelmäßig Innovationen, neue Erkenntnisse und Trends aus dem internationalen Umfeld vor, die dabei helfen, die Arbeit im Bergbau sicherer und gesundheitsgerecht zu gestalten.

Kennen Sie weitere wirksame Beispiele aus der Praxis? Über Ihre Hinweise freuen wir uns ebenso wie über Rückmeldungen zu dieser Rubrik. Senden Sie eine E-Mail an: helmut.ehnes@issa-mining.org.

Alexander Hutwalker, Angela Binder, Oliver Langefeld, Robert Galler, Jan Johansson, Lucas Weimer, Tobias Braun, Bernd Lottermoser

SafeMine PhD-Programme – Educating the Mine Health and Safety Workforce of Tomorrow

For a modern mining company with attractive and safe workplaces a new type of leader for tomorrow's health and safety at work is needed. This was the reason for four leading European mining universities to working closely together with industrial partners in order to develop a PhD-programme with a focus on increasing mine safety, using the most up to date research data and basing their studies on industry-driven, real scenarios and projects. This programme, SafeMine, aims to develop a holistic, timely and resilient PhD-programme in health and safety in mining and to train a cadre of qualified professionals who can lead the future of health and safety work in the European mining industry based on a modern view of how an attractive and safe mine should be designed and organized.

SafeMine – Doktorandenausbildung im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bergbau

Moderne Bergbauunternehmen, welche attraktive und sichere Arbeitsbedingungen bieten möchten, brauchen zukünftig entsprechend ausgebildetes Führungspersonal. Aus diesem Grund arbeiten vier der führenden europäischen Bergbauuniversitäten mit Industriepartnern zusammen, um ein gemeinsames, koordiniertes Programm zur Doktorandenausbildung mit Fokus auf Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bergbau ins Leben zu rufen. Die Forschungsthemen basieren dabei auf aktuellen, industrierelevanten Forschungsfragen und Herausforderungen. Dieses Programm, SafeMine, bietet einen ganzheitlichen und strukturierten Ansatz, um den zukünftigen Bedarf an hochqualifiziertem Führungspersonal für den europäischen Bergbausektor im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz auszubilden.

Fig. 1. Linkage of the Project Phase with the whole PhD-Programme. // Bild 1. Einordnung der Projektphase in das Gesamtkonzept.

Situation and demand

Over the past decades, the safety work of the European mining industry has been most successful. This is demonstrated by the accident rates, which have been decreasing since the 1980s, and the increasing relevance of occupational safety and health in corporate mission statements of major mining companies (1). However, like in many other parts of the world, there is a distinct lack of skilled miners and mining engineers in Europe (2). The present workforce is ageing and the companies have difficulties recruiting young people that can fill the vacancies. Moreover, the young people's view of mining is that it is dark, dirty and dangerous, and that a career in mining is not fulfilling.

The industry has a profound knowledge of the technical and engineering aspects of resource extraction, including the necessary risk assessments for safe underground and surface mining conditions. However, it remains a significant challenge for companies to communicate the job tasks of today's mining professionals in a modern mining operation. In this context, mining companies also need to know more about what, in fact, constitutes safe and attractive workplaces. They also need to understand how they can change their own present mining operations so that mining work in their company will become safer and thus truly attractive. These changes should be based on current research and relevant facts about health and safety as well as work attractiveness.

This was the reason for four leading European mining universities to initiate the SafeMine project, a project funded by European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union. SafeMine is a three-year European joint PhD-Programme, which aims to train the next wave of qualified professionals who can lead the future of health and safety work in the European mining industry, based on a modern view of how an attractive mine should be designed and organized. The health and safety of employees and operations should always have the highest priority for mining companies.

Approach, scope and objective of SafeMine

The project period of two years comprises the development and preparation of the PhD-Programme SafeMine and the kick-off in the subsequent pilot implementation phase (Figure 1). During this first pilot implementation, four PhD-Students, one at each

Ausgangssituation und Bedarf

In den letzten Jahrzehnten hat die europäische Bergbauindustrie die Arbeitssicherheit in ihren Unternehmen erfolgreich verbessern können. Die Unfallzahlen sinken konstant seit den 1980er Jahren und die Themen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz finden immer mehr Berücksichtigung in den Leitbildern der großen Rohstoffunternehmen (1). Jedoch gibt es aktuell in Europa, wie auch weltweit, einen Mangel an gut ausgebildeten Bergleuten und Bergbauingenieuren (2). Die zur Zeit beschäftigte Belegschaft altert und die Unternehmen finden nicht ausreichend junge, qualifizierte Menschen, um die freien Stellenangebote zu besetzen. Die Jugendlichen, die nach der Schule dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen, haben das alte Bild des Bergbaus im Kopf: Bergbau ist dunkel, dreckig und gefährlich und wird daher nicht als Karriereoption angesehen.

Die Industrie verfügt im Bereich der Rohstoffgewinnung über tiefes technisches Wissen und erstklassiges Engineering, ebenso wie umfassende Kenntnisse zur Gefährdungsbeurteilung im untertägigen Bergbau sowie im Tagebau. Jedoch ist die Kommunikation und Vermittlung der Ansprüche an junge Fachleute im modernen Bergbau für die Unternehmen eine Herausforderung. Daher ist es wichtig, dass diese sich damit beschäftigen, wie sichere und attraktive Arbeitsplätze im Bereich Bergbau aussehen sollten. Weiterhin müssen sie sich damit auseinandersetzen, wie die Abläufe und Arbeiten der eigenen Betriebe derart angepasst werden können, dass sie sicherer und damit attraktiver werden. Um einen größtmöglichen Erfolg zu erzielen, sollten diese Änderungen auf aktuellen Forschungsergebnissen in den Bereichen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bergbau sowie Attraktivität von Arbeitsplätzen beruhen.

Aus diesen Überlegungen heraus initiierten vier der führenden europäischen Bergbauuniversitäten das Projekt SafeMine, welches durch das Europäische Innovations- und Technologieinstitut (EIT), eine unabhängige Einrichtung der EU, gefördert wird. SafeMine ist ein gemeinsames, strukturiertes Programm zur Doktorandenausbildung, welches hochqualifizierte Führungskräfte im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bergbau für die europäische Bergbauindustrie ausbilden wird. Dabei wird besonders berücksichtigt, wie nach aktuellen Forschungsergebnissen ein modernes, sicheres und

partner university, will start the programme. The four individual students' research projects will be selected in consultation with the companies involved in the consortium in order to ensure that it is industry relevant problems to be studied. In order to do this, an Advisory Board was set-up, compromising one member from each industrial partner.

The objective of SafeMine is to create a holistic joint PhD-Programme. Thus, in a first step the future industrial needs need to be identified. Hence, the project starts with a profound stakeholder analysis, including the identification of future industry requirements in Mine Health, Safety and Environment (MHSE) by using a survey, which will be developed target-specifically for the needs of the SafeMine programme by the consortium. The results, together with a review on current MHSE programmes worldwide, will be adduced for a thorough gap analysis, considering also recent studies and surveys as well as a broad and target-oriented engagement of relevant stakeholders to gain knowledge on the gap of future industrial needs and the current education status. This gap analysis will be the basis for the design of the curriculum and courses on different MHSE topics create an excellent and sophisticated graduate programme. The courses will be held at the different partner universities.

During the pilot-implementation phase, there will be one course offered in Luleå/Sweden and one course in Leoben/Austria. The four PhD-candidates participating in the SafeMine project implementation-phase will participate in these courses. Using a synergy effect, the courses developed for SafeMine may also be visited by other PhD- or graduate students from master-programmes of the partner universities. This will not only lead to new knowledge and skills of the course-participants, but also foster communication and cooperation between the students from numerous European countries. Furthermore, besides participants from the university-context, mining professionals from industrial companies may participate in the workshops, who aim for further education in the field of MHSE.

But not only the students will meet twice a year. Besides the courses for students, internal workshops supplement the program to ensure vital and high-quality discussions within the consortium as well an efficient progress of the project. These workshops will be performed at different locations of the university partners. Members of the partner universities as well as participants from our industrial partners will join these internal workshops.

The programme will be advertised via a website in due course.

Consortium

The SafeMine consortium is a well-balanced alliance, with complementary skills and experiences as well as regional and thematic diversification. The founding partner universities are Clausthal University of Technology (Germany), Luleå University of Technology (Sweden), RWTH Aachen University (Germany) and Montanuniversität Leoben (Austria), representing three European countries by four renowned mining universities.

Clausthal University of Technology (TU Clausthal) contributes with its long-term experience especially in the field of occupational safety and health (OSH), namely risk assessment, dust control and ventilation as well as emergency prevention and control

damit attraktives Bergwerk aufgebaut und organisiert sein sollte. Denn die Gesundheit und Sicherheit der Belegschaft sollte stets die höchste Priorität der Bergbauunternehmen haben.

Vorgehensweise, Umfang und Ziel von SafeMine

Die Projektlaufzeit von zwei Jahren umfasst die Entwicklung und Vorbereitung des Doktorandenprogramms sowie den Start in der anschließenden Pilot-Umsetzungsphase (Bild 1). An dieser ersten Einführung des Programms werden vier Doktoranden, einer an jeder Partneruniversität, teilnehmen. Deren Forschungsthemen, auf welchen die anzufertigenden Dissertationsschriften basieren, werden in enger Zusammenarbeit mit den im Konsortium vertretenen Unternehmen ausgewählt, um sicherzustellen, dass sich die Teilnehmer mit aktuell relevanten Themen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes im Bergbau beschäftigen. Dazu wurde ein Advisory Board, bestehend aus einem Vertreter jedes Industriepartners, gegründet.

Das Ziel von SafeMine ist es, ein umfassendes, gemeinsames Doktorandenprogramm zu entwickeln. Dazu wird im Projekt in einem ersten Schritt der zukünftige Bedarf der Bergbauindustrie im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz identifiziert. Zu diesem Zweck wird eine umfassende Umfrage, entwickelt vom Projektkonsortium und spezifisch auf die Anforderungen des Projekts zugeschnitten, mit Unternehmen aus dem Bereich Bergbau und Bergbauzulieferer durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Umfrage, zusammen mit den Ergebnissen einer zeitgleich stattfindenden Recherche zu bereits existierenden Ausbildungsprogrammen in diesem Bereich, bilden die Grundlage für eine Gap-Analyse. Mit deren Hilfe wird der Bedarf an Ausbildungsinhalten der zukünftigen Führungskräfte analysiert und darauf angepasst ein Curriculum für SafeMine entwickelt. Die hierfür konzipierten Kurse sind die Grundpfeiler des neuen, anspruchsvollen und zukunftsorientierten Doktorandenprogramms zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Bergbau. Die Kurse werden jeweils an den unterschiedlichen Partneruniversitäten angeboten.

Während der ersten Umsetzungsphase des Programms wird je ein Kurs in Luleå/Schweden und einer in Leoben/Österreich stattfinden. Neben den vier Doktoranden der ersten SafeMine-Runde können weitere Doktoranden sowie Masterstudierende der Partneruniversitäten an den Kursen teilnehmen, um ein größeres Publikum zu erreichen. Dadurch werden den Kursteilnehmern nicht nur neues Wissen und neue Fähigkeiten vermittelt, die Teilnahme an den Kursen steigert auch die internationale Kommunikation und Zusammenarbeit auf europäischer Ebene. Neben den Teilnehmern des universitären Umfelds können auch interessierte Industrieangehörige, welche eine Fortbildung in diesen Bereichen anstreben, an den Kursen teilnehmen.

Neben den halbjährlichen Treffen der Doktoranden in den Workshops findet ebenfalls ein halbjährliches, internes Treffen des Konsortiums statt, um einen effizienten Ablauf und qualitativ hochwertige Inhalte in SafeMine garantieren zu können. Diese Treffen, an denen sowohl die universitären als auch industriellen Partner teilnehmen, finden an den unterschiedlichen Standorten der Konsortiumspartner statt.

In naher Zukunft werden weitere Informationen zu SafeMine über eine Website zur Verfügung stehen.

Fig. 2. Historic Main Entrance of Clausthal University of Technology.
Bild 2. Historischer Haupteingang der Technischen Universität Clausthal.
Photo/Foto: TU Clausthal

and the development and implementation of innovative learning concepts. TU Clausthal runs several students laboratories and a Research and Teaching Mine in cooperation with the World Cultural Heritage Rammelsberg in Goslar, a former ore mine with more than 1,000 years of production and supports a well-established network to regional and nationwide industrial partners (Figure 2).

Luleå University of Technology (LTU) is a leading Swedish technical university with a focus on mining. The team involved in this project is part of the Center of Advanced Mining and Metallurgy (CAMM) and has long experience of teaching and research in collaboration with the mining industry actors. Research covers the whole chain from exploration for ores, mining and processing to the final product. Furthermore, LTU focusses on research regarding attractiveness of workplaces in the mining industry, which gives a valuable benefit for SafeMine (Figure 3).

RWTH Aachen University is one of the nine leading technical universities in Germany that together make up the TU9 university network of excellence. The Institute of Mineral Resources Engineering (MRE) has contributed continuously to further development and improvement of raw materials supply through research and education since 1880. Today, the main research activities consider both open pit and underground mining with focus on the prediction of mineral deposit properties, resource efficiency and

Fig. 3. Department of Business Administration, Technology and Social Sciences at Luleå University of Technology. // Bild 3. Department of Business Administration, Technology and Social Sciences an der Technischen Universität Luleå. Photo/Foto: Luleå University of Technology.

Konsortium

Das SafeMine-Konsortium ist ein Zusammenschluss von Partnern aus Forschung und Industrie unterschiedlicher regionaler und thematischer Herkunft, welche sich mit ihren Erfahrungen und Schwerpunkten ausgezeichnet ergänzen. Die Gründungsuniversitäten, die Technische Universität Clausthal (Deutschland), die Technische Universität Luleå (Schweden), die RWTH Aachen University (Deutschland) und die Montanuniversität Leoben (Österreich), sind vier renommierte Bergbauhochschulen aus drei europäischen Staaten.

Das Institut für Bergbau der Technischen Universität (TU) Clausthal bringt seine langjährigen Erfahrungen im Bereich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz unter Tage in das Projekt ein. Insbesondere liegt der Fokus auf den Gefährdungsbeurteilungen, der Staubunterdrückung und Bewetterung, außerdem der Notfallprävention und den Notfallmaßnahmen. Auch die Entwicklung und Einführung innovativer Lehr- und Lernkonzepte ist ein wichtiger Punkt in der Ausbildung an der TU Clausthal. Die Universität verfügt über diverse Labore für studentische Arbeit und Forschung, weiterhin besteht eine Kooperation mit dem Weltkulturerbe Rammelsberg in Goslar. Dieses ehemalige Bergwerk dient nach über 1.000-jähriger Produktion nun als Lehr- und Forschungsbergwerk der TU Clausthal (Bild 2).

Die Technische Universität Luleå (LTU) ist eine der führenden technischen Hochschulen in Schweden mit einem Themenschwerpunkt im Bergbau. Das Team des Center of Advanced Mining and Metallurgy (CAMM), welches die LTU bei SafeMine repräsentiert, verfügt über langjährige Erfahrungen in der Ausbildung und Forschung in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Bergbauindustrie. Der Forschungsbereich umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette, von der Erkundung von Lagerstätten über die Gewinnung und Verarbeitung bis zum fertigen Produkt. Weiterhin ist die Attraktivität von Arbeitsplätzen im Bergbau einer der zentralen Forschungsbereiche der LTU (Bild 3).

Die RWTH Aachen University ist eine der neun führenden technischen Hochschulen in Deutschland (TU9). Das bei SafeMine teilnehmende Institute of Mineral Resources Engineering (MRE) beschäftigt sich in seiner Forschung seit dem Jahr 1880 mit allen Aspekten rund um die Kernthemen Bergbau und Rohstoffe. Heute konzentriert sich das MRE auf die drei Forschungsfelder Analyse und Bewertung von Lagerstätten, effiziente Erschließung von Lagerstätten und deren nachhaltige Gewinnung sowie dem Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz im Bergbau unter sowie über Tage (Bild 4).

Die Montanuniversität Leoben (MUL) ist eine technische Universität mit Forschung in den Feldern Bergbau, Metallurgie und Materialwissenschaften. Das Forschungs- und Lehrprofil der MUL konzentriert sich dabei auf die Wertschöpfungskette von der Lagerstättenerkundung über die Produktion bis hin zum Recycling der Endprodukte. Neben dem Department Mineral Resources Engineering, welches sich intensiv mit Forschung zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz im Bergbau beschäftigt, beteiligt sich auch der Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik (TPT) an SafeMine. TPT trägt mit seiner Expertise in der Feuer- und Explosionsverhütung sowie im Notfallmanagement zu SafeMine bei. Gute Kontakte zur Industrie und Rettungsorganisationen so-

Fig. 4. Institute of Mineral Resources Engineering (MRE) at RWTH Aachen University. // Bild 4. Institute of Mineral Resources Engineering (MRE) an der RWTH Aachen. Photo/Foto: MRE, RWTH Aachen

process optimization as well as environmental protection and mine health and safety (Figure 4).

Montanuniversität Leoben (MUL) is a technical university covering the field of mining, metallurgy and material sciences. The research and education profile is set along the value chain from mineral deposits to production processes, to product design and recycling of end of life products. The two chairs at the Department of Mineral Resources Engineering are participating in SafeMine, as they are both carrying out research in Mine Safety, which will benefit the scope of the PhD-Programme. Furthermore, the Chair of Thermal Processing Technology (TPT) will contribute expertise in industrial safety to SafeMine. Especially in the field of fire and explosion prevention as well as emergency management and hazard control, TPT can offer a safety and combustion technology laboratory as well as good connections to industry, rescue organizations and authorities (Figure 5).

Industrial partners from Austria (AUVA – Allgemeine Unfallversicherungsanstalt), Germany (Dräger Safety AG & Co. KGaA) and Sweden (Boliden AB) are part of the consortium to develop a PhD-Programme with a focus on improved mine safety, using up-to-date data and industry-driven real scenarios and issues.

The SafeMine KickOff meeting took place at Clausthal University of Technology earlier this year. In vivid discussions on two days, the participating partners set the structure for a successful new PhD-Programme.

Outlook

The two years implementation phase of the graduate school SafeMine is covered by EIT funding. This phase is also seen as a test phase to evaluate the concept and elaborate minor changes on the process. If the project is successful, it is intended to continue with the courses and provide a full program of six workshops to the candidates. Every year two courses will be held at the participating universities – in alternating order – and the students work on their PhD-research topics and finish their theses after three years. In addition, the design of the courses as Massive Open Online Courses (MOOC) for the following time period will be discussed after the implementation period. At this point it is necessary to express that the participating PhD-candidates are enabled to finish their PhD-degree, whether a follow-up project will be granted or not. In case

wie ein eigenes Sicherheits- und Verbrennungstechniklabor runden das Profil des TPT ab (Bild 5).

Neben den vier universitären Partnern umfasst das SafeMine Konsortium ebenfalls Industriepartner. Die drei Gründungspartner aus der Industrie sind Dräger Safety AG & Co. KGaA (Deutschland), AUVA – Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (Österreich) und Boliden AB (Schweden). Diese Diversität des Konsortiums garantiert die Entwicklung eines umfassenden Doktorandenprogramms mit aktuellen, industrierelevanten Themen und Forschungsschwerpunkten im Umfeld der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes im Bergbau.

Das SafeMine KickOff-Meeting fand im ersten Halbjahr 2018 an der TU Clausthal statt. In lebhaften und engagierten Diskussionen an zwei Tagen legten die teilnehmenden Partner den Grundstein für ein erfolgreiches und einmaliges Programm zur Doktorandenausbildung.

Ausblick

Die Förderung des EIT umfasst die zweijährige Entwicklungs- und Pilot-Einführungsphase von SafeMine. Diese Phase dient auch der Evaluierung des Konzepts und bietet noch die Möglichkeit zu kleineren Änderungen. Fällt die Bewertung des Projekts positiv aus, werden das Programm fortgeführt und weiterhin jährlich zwei Workshops für die Doktoranden an wechselnden Standorten durchgeführt. Nach einer Dauer von drei Jahren sollten die Teilnehmer ihre Forschungen abschließen und das SafeMine-Ausbildungsprogramm mit der Promotion beenden. Weiterhin ist angedacht, im Fall einer Fortführung des Programms die halbjährlich angebotenen Workshops als offene Online-Kurse (Massive Open Online Courses – MOOC) zu gestalten, um ein größeres, globales Publikum zu erreichen.

Unabhängig von der Entscheidung über die Fortsetzung des SafeMine-Programms wird den ersten vier teilnehmenden Doktoranden selbstverständlich ermöglicht, ihre Promotion fortzusetzen – auch bei einer möglichen Einstellung des Programms.

Fig. 5. R&D, training and education facility "Zentrum am Berg" (ZAB) of Montanuniversität Leoben. // Bild 5. F&E, Trainings- und Lehreinrichtung „Zentrum am Berg" (ZAB) der Montanuniversität Leoben. Photo/Foto: Subsurface Engineering, Montanuniversität Leoben

SafeMine will be evaluated as a successful project a continuous further development of SafeMine beyond the first round of graduates will be pursued, aiming at a long term financial, as well as scientific sustainability. Furthermore, the consortium aims at an EIT labelling for the SafeMine PhD-School. This process will be initiated after the first participants finished the program successfully.

Is your company interested in joining the consortium as an industrial partner? Do not hesitate to get in contact with one of the authors!
You are a master's student and interested in the SafeMine PhD-programme? Contact the authors and stay informed!

Im Fall einer positiven Bewertung des Programms wird eine Verstetigung von SafeMine als finanziell und wissenschaftlich nachhaltiges Ausbildungsprogramm angestrebt. Weiterhin strebt das Konsortium in diesem Fall ein EIT-Labeling für SafeMine an, um die Einzigartigkeit und den wissenschaftlichen Nutzen dieses Programms zu unterstreichen.

Ihr Unternehmen ist interessiert, als Industriepartner dem Konsortium beizutreten? Bitte melden Sie sich bei einem der Autoren für weiterführende Informationen!
Sie sind Student in einem Masterstudiengang und interessieren sich für die SafeMine-Doktorandenausbildung? Bitte schreiben Sie den Autoren, um laufend informiert zu bleiben!

References / Quellenverzeichnis

(1) Shooks, M.; Johansson, B.; Andersson, E.; Lööw, J. (2014): Safety and Health in European Mining. Luleå University of Technology.
(2) Jamasmie, C. (2013): Mining industry to solve lack of skilled workers with technology: study. Hg. v. mining.com. Online verfügbar unter www.mining.com/mining-industry-to-solve-lack-of-skilled-workers-with-technology-study-68927, zuletzt geprüft am 27.07.2018.

Authors / Autoren

Dipl.-Ing. Alexander Hutwalker, Angela Binder M. Sc., Prof. Dr. Oliver Langefeld, Clausthal University of Technology, Clausthal-Zellerfeld/Germany, Prof. Dr. Robert Galler, Montanuniversität Leoben, Leoben/Austria, Prof. Dr. Jan Johansson, Luleå University of Technology, Luleå/Sweden, Lucas Weimer M. Sc., Tobias Braun M. Sc., Prof. Dr. Bernd Lottermoser, RWTH Aachen University, Aachen/Germany