BHM (2018) Vol. 163 (2): 52–56
<https://doi.org/10.1007/s00501-018-0701-4>
 © Der/die Autor(en) 2018.
 Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.

BHM Berg- und
Hüttenmännische
Monatshefte

Das europäische Horizon 2020-Forschungsprojekt „Sustainable Low Impact Mining – SLIM“

Finn Ouchterlony¹, Nikolaus A. Sifferlinger¹ und Angelika Brechelmacher²

¹Institut für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich

²MinPol GmbH, Markt Piesting, Österreich

Eingegangen 14. November 2017; angenommen 15. November 2017; online publiziert 29. Januar 2018

Zusammenfassung: Die wesentlichen wirtschaftlichen, technologischen und umweltmäßigen Herausforderungen kleiner Bergbaubetriebe beinhalten die Reduktion der hohen Investmentkosten, des anfallenden Taubmaterials und der Halden oder Schlammbecken sowie die Verringerung der Einflüsse auf die Umwelt. Gleichzeitig soll die Flexibilität, der Automationsgrad und die Sicherheit der Betriebsabläufe verbessert werden.

Das europäische Horizon 2020 Forschungsprojekt „Nachhaltige, umweltfreundliche Bergbau-Methode zur Gewinnung kleiner Lagerstätten durch fortschrittliche Sprengtechnologien und Umwelttechnologien – SLIM“ begann im November 2016, hat eine Dauer von 48 Monaten und ein Budget von 6.979.200 €.

SLIM zielt auf die Entwicklung einer kosteneffizienten und nachhaltig selektiven Bergbaumethode, basierend auf nicht-linearer Gesteinszerkleinerung durch neue Sprengplanungsmodelle. Dabei sollen Staub, Vibrationen und Nitrat-Leckage reduziert werden. Durch eine neue Generation von Sprengstoffen und eine fortschrittliche Sprengplanungssoftware, die verbesserte Rock Mass-Charakterisierung und Zerkleinerungsmodelle bietet, soll die Sprengwirkung optimiert und die Umwelteinflüsse reduziert werden.

Schlüsselwörter: Bergbau, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Kleinere Lagerstätten, Forschung, Horizon 2020

The European Horizon 2020 Research Project “Sustainable Low Impact Mining Solution for Exploitation of Small Mineral Deposits Based On Advanced Rock Blasting and Environmental Technologies—SLIM”

Abstract: The main economic, technological and environmental challenges of small mining operations include reducing high investment costs, reducing generation of waste and large tailings, identifying and addressing environmental impacts, and improving flexibility, automation and safety of operations. However, at the moment there is no quick-fix available to reduce the environmental impact of mines, neither is it realistic to expect production solutions very distant from today’s technologies. Considering that the present mining technology is based on rock blasting and mobile mining equipment for loading and transportation, the major challenge is to generate a new sustainable systemic solution that affects positively the relevant mining value chain.

SLIM aims at developing a cost-effective and sustainable selective low impact mining solution based on non-linear rock mass fragmentation by blasting models, reducing airborne particulate matter, vibration affections and nitrate leaching mitigation actions, for exploitation of small mineral deposits (including those with chemically complex ore-forming phases) through a new generation of explosives and an advanced automatic blast design software providing improved rock mass characterisation and fragmentation models for optimal fragmentation and minimal rock damage and far-field vibrations.

SLIM started in November 2016, has a duration of 48 months and a budget of 6,979,200 €.

Keywords: Mining, Sustainability, Environmental Protection, Small mineral deposits, Research, Horizon 2020

Nach einem Vortrag, gehalten am Österreichischen Bergbautag in Bad Ischl, Oberösterreich, 9. bis 11. Mai 2017

Univ.-Prof. DI. Dr. mont. N. A. Sifferlinger (✉)
 Institut für Bergbaukunde, Bergtechnik und Bergwirtschaft,
 Montanuniversität Leoben,
 Erzherzog Johann Straße 3/5,
 8700 Leoben, Österreich
nikolaus-august.sifferlinger@unileoben.ac.at

Abb. 1: Projektlogo des Horizon 2020 SLIM

1. Einleitung

Die wesentlichen wirtschaftlichen, technologischen und umweltmäßigen Herausforderungen kleiner Bergbaubetriebe beinhalten die Reduktion der hohen Investmentkosten, des anfallenden Taubmaterials und der Halden oder Schlammbecken sowie die Verringerung der Einflüsse auf die Umwelt. Gleichzeitig soll die Flexibilität, der Automationsgrad und die Sicherheit der Betriebsabläufe verbessert werden.

Die Bemühungen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass es keine schnelle und einfache Lösung für diese Herausforderungen im Bergbau gibt und dass es derzeit unrealistisch ist, auf Produktionstechnologien zu setzen, die noch eine Entwicklungszeit von vielen Jahren bis zur Einsatzreife haben dürften. Da die derzeitige Hartgesteinsbergbautechnologie auf Sprengtechnologie und mobilem Gerät für Laden und Transport basiert, wurde vom Projektkonsortium die Entscheidung getroffen, sich auf die Verbesserung der Sprengtechnologie zu konzentrieren.

Das europäische Forschungsvorhaben SLIM „Nachhaltige, umweltfreundliche Bergbaumethode zur Gewinnung von kleineren Rohstofflagerstätten durch fortschrittliche Sprengtechnologien und Umwelttechnologien“ wurde im Rahmen der EU-Forschungsinitiative Horizon 2020 im Jahre 2016 genehmigt (Abb. 1).

Das Projekt SLIM hat eine Laufzeit von 48 Monaten und ein Förderungsbudget von 6.979.200 € (Tab. 1).

2. Ziele

Das SLIM-Projekt zielt auf die Entwicklung kosteneffizienter und nachhaltiger, selektiver Bergbauverfahren für kleinere, komplexe Lagerstätten. Dies erfolgt basierend auf nichtlinearer Gesteinszerkleinerung durch Sprengmodellierung und Aktionen zur Reduktion der Staubeentwicklung, der Vibrationsauswirkungen und der Nitratverluste. Zu diesem Zweck wird eine neue Generation von Sprengstoffen angewendet. Eine fortschrittliche automatisierte Sprengplanungssoftware wird entwickelt, aufbauend auf einer verbesserten Gebirgscharakterisierung und der Optimierung der Gesteinszerkleinerung. Die Reduktion der Vibrationen in der Umgebung des Bergbaus soll die Akzeptanz des Bergbaubetriebes durch die Anrainer verbessern.

Dazu wird in den Teilnehmerstaaten des Projektes auch die Zivilgesellschaft durch verschiedene öffentliche Veranstaltungen involviert.

3. Vorgangsweise

Die verschiedenen Aktivitäten des SLIM-Projektes beinhalten eine umfassende Beurteilung der Sprengstoff-Technologien und ihres Verhaltens in kleinen Rohstofflagerstätten.

Auch die Gesteinszerkleinerung wird durch neu entwickelte Technologien für die Vermessung der Haufwerkeigenschaften und ein neues dynamisches Modell für die Gesteins-/Fels-Interaktion während des Sprengvorganges weiterentwickelt.

Dies erfolgt durch Versuche im Labor und in den teilnehmenden Bergwerksbetrieben.

4. Die verschiedenen Arbeitspakete

Das Projekt SLIM umfasst 11 verschiedene Arbeitspakete, die hier kurz vorgestellt werden.

Das *Arbeitspaket 1 „Koordination und Management“* unter der Leitung der Universidad Politecnica de Madrid beinhaltet die administrative Abwicklung des Projektes.

TABELLE 1
Projektteilnehmer

Projektpartner	Land	Bemerkung
Universidad Politecnica de Madrid	Spanien	Projekt Koordination
3GSM GmbH	Österreich	Planungs-Software
Benito Arno e Hijos S.A.U.	Spanien	Bergbau
Bureau de Recherches Géologiques et Minières	Frankreich	Forschungsinstitut
VA Erzberg GmbH	Österreich	Bergbau
InvestorNet Gate2Grow	Dänemark	Investor
Luleå Tekniska Universitet	Schweden	Universität
Maxam Corporation International	Spanien	Sprengstoffhersteller
MinPol GmbH	Österreich	Bergbaupolitik
Montanuniversität Leoben	Österreich	Universität
Minera de Orgiva S.L.	Spanien	Bergbau
Technische Universität Graz	Österreich	Universität
ZABALA Innovation Consulting S.A.	Spanien	Projektmanagement

Abb. 2: Das internationale SLIM-Projektteam nach der Begrüßung durch den Rektor der Montanuniversität Leoben Univ.-Prof. Wilfried Eichlseder am 23. Oktober 2017 (Foto: Montanuniversität Leoben)

Abb. 3: Peter Schimek von VA Erzberg GmbH erklärt der SLIM-Projektteam den laufenden Betrieb am Erzberg (Foto: Sifferlinger)

Abb. 4: Vorbereitung der Messung von Beschleunigung und Vibration einer Sprengung bei ARNO in Spanien (Foto: ARNO)

Dies umfasst auch die Treffen des Konsortiums und die technischen und finanziellen Berichte an den Forschungsgeldgeber. Das erste 12-Monatstreffen aller Projektpartner fand am 23./24. Oktober 2017 an der Montanuniversität Leoben statt. Dabei wurde den 35 internationalen Teilnehmern auch der Bergbaubetrieb VA Erzberg GmbH im Detail präsentiert (Abb. 2 und 3).

Das *Arbeitspaket 2 „Gesteins-/Sprengstoff-Interaktion“* steht ebenfalls unter der Leitung der Universidad Politecnica de Madrid. In diesem Arbeitspaket wird die freigesetzte Energie der bestehenden zivilen Sprengstoffe und ihre Wirkung im Einsatz evaluiert. Auch die freigesetzten Stickoxide (NO , NO_2) und das Kohlenmonoxid werden im Detail quantifiziert. Eine an jeden Sprengvorgang angepasste „Rock Mass Characterisation“ durch ein laufend aktualisiertes Geoinformationsmodell soll die Produktivität des

Bergbaus erhöhen. Die Umweltauswirkungen und die Produktion von taubem Gestein sollen reduziert werden. Die Planung und Vorhersage der Gesteinszerkleinerung durch die Sprengstoffeinwirkung werden im Detail erforscht und neue Verfahren erprobt.

Das *Arbeitspaket 3 „Umwelteinflüsse und Sicherheit“* wird von der Montanuniversität Leoben geleitet. Nahfeld-Vibrationsmessungen werden von Universidad Politecnica de Madrid und ARNO durchgeführt und dann mit der Technischen Universität Luleå in ein numerisches Modell eingebracht. (Abb. 4) Fernfeldmessungen werden am Erzberg von der Montanuniversität Leoben durchgeführt und ein topografisch heterogenes unterirdisches Modell des Bergbaus der VA Erzberg GmbH erstellt. In Spanien werden Versuche zur Reduktion der Staubentwicklung bei Sprengungen durchgeführt. Die Montanuniversität Leoben erprobt

Abb. 5: Vermessungs-Drohne der Montanuniversität Leoben (Foto: Montanuniversität Leoben)

Prototypen mit Auskleidung der Bohrlöcher beim Sprengstoffeintragen zur Reduktion der Nitrat-Leckage im Labor und am Erzberg.

Das *Arbeitspaket 4 „Neue Sprengstofftechnologien für Anwendungen in kleinen Lagerstätten“* steht unter der Leitung des Sprengstoffherstellers Maxam. Das Ziel ist die Entwicklung von Sprengstoffanwendungstechnologien mit verschiedenen Eigenschaften, um die unterschiedlichen Gesteinshärten effizient lösen zu können. Maxam wird auch seine Sprengplanungssoftware Rioblast® weiterentwickeln. Durch Integration der Sprengstoffcharakteristika und der Rock Mass-Charakteristika in einem 3D-Modell soll die Sprengplanung an jedem neuen Abschlag optimiert werden. Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt ist die Reduktion von Ammoniumnitrat- und Nitrat-Auslaugungen im Sprenggut. Die neuen Verfahren und Sprengstoffe werden dann im Feldtest im Bergbau erprobt.

Abb. 6: Sprengung auf drei Etagen mit 120 Sprenglöchern und 60 t Sprengstoff am Erzberg (Foto: VA Erzberg GmbH)

Das *Arbeitspaket 5 „Rock Mass Modelling Software“* wird von 3GSM geleitet. Durch rechnergestützte Haufwerkscharakterisierung sollen Eigenschaften wie Form, Größe und Zerkleinerung von Material in Tagebausprengorten durch die Verwendung von unbemannten Flugvehikeln („Drohnen“) mit fotogrammetrischen Computervisionssystemen erfasst und verarbeitet werden. Die Arbeiten umfassen auch die Entwicklung eines neuen Algorithmus zur Interpretation visueller und geometrischer Daten vom Haufwerk zur Identifikation der Zerkleinerungsgrößenverteilung, der Anwesenheit von Felsbrocken, der Identifikation von teilweise verdeckten Fragmenten und Feinmaterial an der Bildauflösungsgrenze. Auch 3GSM arbeitet an einer Softwareanwendung, die eine automatische Sprengplanung an Hand der präzisen Kenntnis der Geometrie des Sprengortes und der strukturellen Information über die Gesteinsinformation („Rock Mass“) ermöglicht. Diese Software schafft die Voraussetzung für die automatische Positionierung der Sprenglöcher und die automatische Ladung mit Sprengstoff unter Berücksichtigung der aktuellen Geometrie der freien Wand (Abb. 5).

Das *Arbeitspaket 6 „Upstream System Validierung und Aufbereitungsüberwachung“* unter der Leitung von Universidad Politecnica de Madrid evaluiert die Verbesserungen im Sprengverfahren durch das SLIM-Projekt betreffend die Versorgung der Aufbereitungsanlage mit dem geeigneten Material. Dazu wird auch ein Satz von „Key Performance Indicators (KPIs)“ entwickelt. Die entsprechenden Versuche werden bei Orgiva und am Erzberg durchgeführt. Dabei wird die Prozesskette vom Sprengvorgang bis zur Aufbereitung in den Erzmühlen in den Bergwerken messtechnisch überwacht und die Veränderungen dokumentiert (Abb. 6).

Das *Arbeitspaket 7 „Beurteilung der ökonomischen und umwelttechnischen Auswirkungen“* wird vom Bureau de Recherches Géologiques et Minières geleitet. In Form einer Lebenszyklusanalyse werden die Auswirkungen des SLIM-Projektes auf die Spreng- und Aufbereitungsarbeiten

untersucht. Bei den Umwelteinflüssen wird besonders der Verbrauch an Mineralien, Wasser, Energie und sonstigen Betriebsstoffen untersucht. Die Emissionen in die Luft, die Erde und das Wasser durch Staub, Nitrate, Stickoxide usw. werden quantifiziert, ebenso die Störungen der Umgebung durch Lärm und Vibrationen. Als Teil der ökonomischen Bewertung werden neben einer Kosten-/Nutzen-Rechnung auch die Möglichkeiten der Verwertung der Forschungs- und Testergebnisse durch Innovationsmanagement und Suche nach weiteren Geschäftsmöglichkeiten durch den Projektpartner Gate2Grow untersucht.

Das *Arbeitspaket 8 „Dissemination und Kommunikation“* wird von MinPol GmbH mit allen Partnern durchgeführt. Dabei sollen alle von dem Bergbaubetrieb betroffenen Anrainer und sonstige Stellen und Personen der Zivilgesellschaft entsprechend eingebunden und informiert werden. Dies soll durch entsprechende Pressearbeit und Informationsveranstaltungen erfolgen.

Das *Arbeitspaket 9 „Zusammenarbeit mit anderen Projekten“* unter der Leitung der Universidad Politecnico de Madrid hat die Aufgabe, das SLIM-Projekt mit anderen Forschungsprojekten zu vernetzen. Dies sind vor allem Aktivitäten im Rahmen des europäischen Horizon 2020 Programms und von EIT Raw Materials mit Sitz in Berlin. Insgesamt wurden bisher neun Forschungsprojekte identifiziert.

Das *Arbeitspaket 10 „Öffentliche Wahrnehmung, Akzeptanz, Vertrauen und Kommunikation“* unter der Führung von Zabala analysiert die derzeit gängigen Kommunikationsstrategien der Bergbauindustrie in Europa und Übersee. Anhand von fünf ausgewählten Fallstudien wird ein Kommunikationsplan für neue Bergbautechnologien entwickelt. Dieser soll unter Einbindung von Politik und Zivilgesellschaft in Schweden, Spanien und Österreich verfeinert werden. Für die universitäre Ausbildung im Rohstoffbereich wird ein Ausbildungsprogramm zum Thema „Öffentliche Wahrnehmung und Bergbau“ entwickelt.

Das *Arbeitspaket 11 „Ethische Anforderungen“* unter der Leitung der Universidad Politecnico de Madrid ist seit 2016 ein Pflichtarbeitspaket in den europäischen Horizon

2020 Projekten, das die Einhaltung der „Ethischen Anforderungen“ zu Beginn und während der Projektarbeiten sicherstellt.

5. Auswirkungen

Mit den Verbesserungen des Horizon 2020 Projektes SLIM im Bereich der Sprengtechnologien, Sprengplanung und Sprengverfahren wird die Produktivität und die Umweltverträglichkeit im europäischen Bergbau wesentlich gesteigert.

Diese Verbesserungen werden auch unter Einbindung der Zivilgesellschaft, die vom Bergbau betroffen ist, erreicht und kommuniziert.

Damit leistet dieses von der Europäischen Kommission unter dem Grant Agreement Nr. 730294 [1] geförderte Projekt einen wichtigen Beitrag zur umweltschonenden und effizienten Versorgung der Europäischen Gemeinschaft mit Rohstoffen.

Über die weiteren Forschungsergebnisse im H2020-Projekt SLIM wird in kommenden Ausgaben im Detail berichtet werden.

Funding. Open access funding provided by Montanuniversity Leoben.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Grant Agreement Number 730294—SLIM, European Commission, Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME), 730294-SLIM-H2020-SC5-2016-2017/H2020-SC5-2016-OneStageB