

WALDVIERTLER-OXY

Development of new explosive and AI simulator for quarries based on sustainable and resource-saving raw materials

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| Programm / Ausschreibung | IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023 | Status | abgeschlossen |
| Projektstart | 01.10.2023 | Projektende | 30.09.2024 |
| Zeitraum | 2023 - 2024 | Projektlaufzeit | 12 Monate |
| Keywords | | | |

Projektbeschreibung

WALDVIERTLER-OXY ist ein auf drei Jahre angelegtes Projekt mit dem Ziel, die Sicherheit von Sprengverfahren zu verbessern, insbesondere durch den vollständigen Verzicht auf Ammoniumnitrat (AN) und NOX, und gleichzeitig die Sprengleistung zu erhöhen. In diesem Zusammenhang zielt WALDVIERTLER-OXY darauf ab, einen ganzheitlichen "Connected Bench"-Managementansatz zu demonstrieren, der auf (1) der Lieferung einer neuartigen Sprengstoffformulierung auf Basis von flüssigem Sauerstoff (LOX) basiert; (2) einem auf maschinellem Lernen basierenden Simulationswerkzeug, das eine Echtzeitüberwachung der geoökologischen Merkmale ermöglicht und somit die Gesamtmenge (und Stöchiometrie) der für eine optimale Sprengung erforderlichen Sprengstoffenergie, den ökologischen Fußabdruck, die Produktqualität und die Rückgewinnungsraten für jedes einzelne Bohrloch vorhersagt, und (3) einem "intelligenten" Lieferwagen für die automatisierte Herstellung von Sprengstoffen mit unterschiedlichen Detonationsgeschwindigkeiten vor Ort.

Bei dem von uns im Rahmen des Projekts WALDVIERTLER-OXY entwickelten Sprengstoff handelt es sich um eine "grüne" und kosteneffiziente, zum Patent angemeldete Technologie, die auf der Verwendung eines engen Kreislaufs von flüssigem Sauerstoff (O₂ bei -183° C) mit reinem Kohlenstoff (C) beruht, der aus Industrieabfällen zurückgewonnen werden soll. Der WALDVIERTLER-OXY-Sprengstoff enthält weder Stickstoff noch andere Verbindungen, die zu ähnlichen Kontaminationsergebnissen führen. Bei der Detonation zerfällt die WALDVIERTLER-OXY-Emulsion in Kohlendioxid und eine minimale Menge Kohlenmonoxid ohne NOx-Gas (Einzelheiten siehe Abschnitt 1.2). Derzeit sind wir das einzige Unternehmen weltweit, das Flüssigsauerstoff für zivile Sprengzwecke kommerziell vertreibt, was eine echte Neuerung in diesem Bereich darstellt. Ziel des Projekts ist es, diese einzigartige Technologie in den Pilotmaßstab (TRL4) zu bringen, zu industrialisieren und auf den Markt zu bringen.

PROJEKTZIELE

Das Hauptziel des WALDVIERTLER-OXY-Projekts ist die Entwicklung eines effizienten "grünen" Prozesses zur Herstellung von LOX-Sprengstoffen für die Steinbruch- und Bergbauindustrie, bei dem O₂ und C, die aus Industrieabfällen zurückgewonnen werden, als Rohmaterial verwendet und im Endprodukt chemisch gebunden werden.

ZUSÄTZLICHE ZIELE

Wirtschaftliche Ziele

- Marktfähige, kostengünstige Technologie für die Herstellung von LOX-Sprengstoffen mit hoher Leistung/Stabilität/Lebensdauer

Technische Ziele

- Verbesserung der Detonationsparameter neuer LOX-Sprengstoffe, der Qualität der Abraumfraktion, der Schockempfindlichkeit von LOX-Sprengstoffen und Verringerung ihres kritischen Durchmessers sowie Verbesserung der Stabilität der LOX-Leistung im Laufe der Zeit
- Entwicklung eines integrierten proprietären Vorhersagemodells für optimale Gesteinsfragmentierung, sprengungsinduzierte Bodenvibrationen und Druckwelle unter Verwendung eines MATLAB-basierten künstlichen neuronalen Netzwerks in Kombination mit einer der anderen ML-Methoden unter Berücksichtigung der Kohlenstoff-Sauerstoff-Stöchiometrie, des Gesamtenergieverbrauchs, der Umweltauswirkungen und der technisch-wirtschaftlichen Auswirkungen...
- Entwurf, Entwicklung und Einsatz von zwei LOX-Prototypen: (1) ein klassisches Gehäuse auf Kartuschenbasis und (2) eine hochinnovative MMU™-Technologie auf Slurry-Basis, die es dem Betreiber ermöglichen würde, mehrere Dichten von gasförmiger Emulsion in dasselbe Bohrloch zu laden
- Demonstration der Machbarkeit der Synthesekonzepte in zwei Stufen: Stufe 1 mit einer kleinen mobilen Produktionseinheit und Stufe 2 mit einem Demonstrationsprototyp an drei Industriestandorten

Endberichtkurzfassung

The WALDVIERTLER-OXY project has achieved significant progress in developing sustainable LOX explosives using industrial waste-derived oxygen (O₂) and carbon (Cn). Preliminary formulations demonstrated improved detonation velocities (up to 5,393 m/s) and superior environmental performance, including the elimination of NO_x emissions. High-quality carbon materials, such as Lamp Black 101 and biochar, were sourced and purified through multi-stage processes to meet LOX-grade standards.

Field testing across three quarries (Pulkau, Atzesdorf, and Limberg) compared LOX to traditional ANFO explosives. Results highlighted LOX's superior oxygen retention, fragmentation efficiency, and significantly reduced toxic fume emissions. A Simplified Life Cycle Assessment (LCA) indicated a 45% reduction in greenhouse gas emissions and a 30% reduction in particulate matter compared to ANFO. Preliminary cost evaluations confirmed LOX's competitive potential, particularly in compliance and mitigation expenses.

Rock mass characterization tests established the Natural Breakage Characteristics (NBC) of various rock types, enabling optimized blasting designs tailored to quarry-specific conditions. Initial testing protocols, simulation models, and automation concepts were developed to ensure operational safety and compliance with international standards. Collaborative efforts with partners such as HENGL, SCHADN, and Austin Powder provided advanced testing and technical input, while standardization opportunities were identified to support the broader adoption of LOX systems.

Key challenges, such as delays in material procurement due to indirect sourcing policies and technical complexities, were mitigated by engaging senior expertise and extending testing phases. The project has demonstrated significant environmental sustainability impacts, including reduced greenhouse gas emissions, improved material recovery, and enhanced worker safety. Economic analyses show LOX as a cost-effective alternative to traditional explosives, with savings in compliance and operational costs.

The WALDVIERTLER-OXY project is on track to deliver sustainable, high-performance LOX technologies in subsequent phases, positioning itself as a leader in green quarrying solutions.

Projektpartner

- AEEG Applied Explosives & Energetics GmbH