

Design-Studie zur Realisierung einer europäischen Untergrund-Forschungsinfrastruktur für die Untersuchung eines adiabatischen Druckluftspeicherkraftwerks

Design Study for the European Underground Research Infrastructure related to Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage

Projekträger | Fördermittelgeber: Europäische Union (EU)
Executing Organisation: European Union (EU)

Aufgabenstellung

Im Zuge der Entwicklung eines adiabatischen Druckluftspeicherkraftwerks (engl. AA-CAES *Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage*) wird die Möglichkeit der Nutzung von Laserenergie im Tiefbau, insbesondere beim Aushub von flexibel geformten und luftdichten Kavernen, untersucht. Hierbei soll untersucht werden, wie verschiedene Gesteine auf Laserbestrahlung reagieren und wie Laserenergie im Tunnelbau eingesetzt werden kann. Dazu werden Bestrahlungsversuche unternommen und Konzepte entwickelt, wie Laser entweder alleine oder in Kombination mit mechanischen Abtragsmethoden im Tunnelbau eingesetzt werden können.

Vorgehensweise

Die spezifischen Energien von verschiedenen Gesteinsorten unter verschiedenen Bedingungen werden untersucht. Aus den Ergebnissen werden Konzepte entwickelt, wie mittels Anwendung von Lasertechnik bereits bekannte Methoden des Berg- und Tunnelbaus verbessert bzw. komplett neue Methoden ermöglicht werden können.

Ergebnisse

Es wurden Konzepte entwickelt, die die thermische Expansion des laserbestrahlten Gesteins ausnutzen oder die Ortsbrust vorbereiten, um die mechanischen Bohrelemente bei hartem Gestein zu schonen. Die thermische Expansion nutzt den Energieeintrag eines CW-Lasers in die Gesteinsortsbrust aus, der zu einer Wärmeausbreitungszone innerhalb des Gesteins führt. Die dabei entstehende thermische Expansion des Gesteins zusammen mit dem umgebenden Gesteinsdruck führt zu einer tiefgehenden Rissbildung in der Ortsbrust und einem verschleißfreien Ausbruch des Gesteins (Abb. 1). Eine Alternative ist die Verwendung eines konventionellen mechanischen Bohrkopfes, der die oberflächliche Zerstörung des Gesteins durch einen Laser ausnutzt, um einen verschleißärmeren Ausbruch durch Schwächung der Oberfläche zu ermöglichen (Abb. 2).

Task

The possibility of using laser energy in mining operations is studied as part of the development of an Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage (AA-CAES) power plant, especially for the excavation of flexibly shaped and airtight caverns. For this the interaction of various rock materials with laser irradiation and the possibilities of using laser power in tunneling applications are studied. The focus is on ablation tests and concepts to use laser power on its own or in combination with mechanical ablation methods in tunnel drilling.

Approach

The specific energies of various rock types under different conditions were studied. From these experiments concepts were developed to utilize laser technology to supplement and improve or replace conventional mining technologies.

Results

Concepts using the thermal expansion of laser-irradiated rock as well as pre-treating the rock face with lasers to reduce wear on the cutting tools were developed. The thermal expansion uses the energy input of a CW laser into the rock face and the resulting thermal expansion of the heated rock material. The heat zone with the surrounding rock pressure results in deep cracks in the rock face and an abrasion-free removal of rock material (fig. 1). An alternate method is the usage of a conventional cutting head that takes advantage of a laser-carved path in the rock surface that weakens the rock face, decreasing wear on the cutting tools (fig. 2).



Abb. 1: Risse und Brüche durch thermische Expansion
Fig. 1: Cracks and fissures caused by thermal expansion



Abb. 2: Oberflächliche Kerben mittels Laserstrahlung
Fig. 2: Surface carved by laser irradiation