

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, erforscht. Hierbei soll untersucht werden, wie verschiedene Gesteine auf Laserbestrahlung reagieren und wie Laserenergie im Tunnelbau eingesetzt werden kann. Daraus sollen Konzepte mit Fokus auf der Verwendung von Laserstrahlung alleine oder in Verbindung mit mechanischen Abtragsmethoden entwickelt werden.

Vorgehensweise

Gesteinsproben aus der relevanten Region in Österreich werden Beschusstests unterzogen, um die verschiedenen möglichen Abtragsregime der Gesteine festzustellen. In den initialen Experimenten werden neben den für den Abtrag benötigten spezifischen Energien vor allem großflächige Veränderungen der Gesteine unter Laserbestrahlung untersucht, zum Beispiel Bildung oberflächlicher sowie tiefer Risse und die Veränderung der chemischen Zusammensetzung aufgrund der durch die Laserstrahlung eingebrachten Hitze.

Ergebnisse

Es wurden spezifische Energien zum Abtrag von verschiedenen Gesteinen unter unterschiedlichen Bedingungen wie kontinuierlicher und diskontinuierlicher Einstrahlung sowie Wassereinfluss gemessen. Mittels eines Scheibenlasers mit einer Wellenlänge von 1030 nm und bis zu 4 kW Leistung wurden spezifische Energien zwischen 5 J/mm³ und 200 J/mm³ ermittelt, abhängig von Gesteinsart und Bestrahlungsparametern. Oberflächen- und Gefügeveränderungen wurden beobachtet (Bild links) sowie starke Rissbildung bei konzentrierter Bestrahlung (Bild rechts), die möglicherweise für den Ausbruch großer Volumina genutzt werden kann.

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 laser irradiation with various rock materials and the possibilities of using laser power in tunneling applications is investigated. The focus is on ablation tests and concepts to use laser power on its own or in combination with mechanical ablation methods in tunnel boring.

Approach

Rock samples from the relevant region in Austria were used in ablation experiments to study the various ablation regimes of the samples. In the initial experiments the specific energies necessary for ablating a unit volume of rock were measured under various circumstances. Besides that a major focus was the large scale changing of the chemical properties of the rock under laser irradiation and the formation of surface and through cracks due to the heat of the laser.

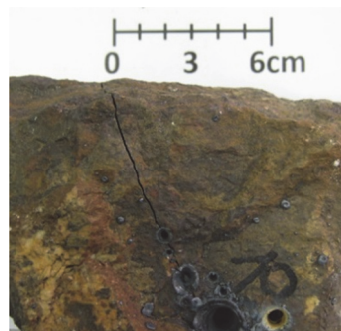
Results

The specific energies of different rock samples under various conditions such as continuous and discontinuous irradiation, and the presence of water were measured. Using a disc laser with a wavelength of 1030 nm and a maximum power of 4 kW the measured specific energies ranged from 5 J/mm³ to 200 J/mm³, depending on the type of rock and the experimental parameters. Surface and compositional changes (left picture) were observed as well as the formation of cracks through the surface and through the entire sample (right picture), the latter of which might be usable for the removal of large volumes.



Gesteinsprobe nach Bestrahlung mit Schmelzbildung sowie chemischem Zerfall durch Hitze

Rock sample after irradiation with melt formation and chemical decomposition due to heat



Gesteinsprobe nach Bestrahlung mit Schlackenbildung und tiefen Rissen durch den gesamten Stein

Rock sample after irradiation with slag formation and cracks through the sample