

CAESAR

Compressed Air Energy Storage in WeAk Rock

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, KS 24/26, IraSME 36.Call	Status	laufend
Projektstart	01.05.2026	Projektende	31.10.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	30 Monate
Projektförderung	€ 489.252		
Keywords	Druckluftspeicherung, Energiespeicher, Druckluftkavernen, Glasfaser-Sensorik, Wasserpressungssystem, Hochdrucktore, Basaltfaser-verstärkter Innenschale		

Projektbeschreibung

Das internationale Verbundprojekt CAESAR – Compressed Air Energy Storage in WeAk Rock hat zum Ziel, ein neuartiges Konzept für die untertägige Druckluftspeicherung zu entwickeln und in einem Demonstrator praktisch zu erproben. Während bisherige CAES-Anlagen fast ausschließlich in Salzstöcken oder sehr homogenen Felsformationen betrieben werden, geht CAESAR einen entscheidenden Schritt weiter: Die sichere, effiziente und wirtschaftliche Realisierung von Druckluftspeichern in weniger stabilen Gesteinsformationen („weaker rock“). Damit soll eine neue Klasse von Energiespeichern erschlossen werden, die geografisch viel breiter einsetzbar ist und den großskaligen Ausbau erneuerbarer Energien unterstützt. Die Ausgangslage ist geprägt von einem stark wachsenden Bedarf an großvolumigen Energiespeichern. Kurzfristige Speicherlösungen wie Batterien sind für Netzstabilisierung und Regelenergie geeignet, stoßen jedoch bei längeren Speicherdauern an ökonomische und ökologische Grenzen. Pumpspeicherkraftwerke haben sich zwar als leistungsfähige Speicher etabliert, sind aber aufgrund topographischer Einschränkungen und großer Eingriffe in Landschaft und Ökosystem nur begrenzt ausbaubar. Druckluftspeicher bieten grundsätzlich eine hohe Speicherkapazität und lange Lebensdauer. Hier setzt CAESAR an: Durch die Entwicklung innovativer Bau- und Betriebstechnologien soll das Potenzial von CAES auf eine Vielzahl weiterer Regionen übertragen werden.

Der Innovationskern des Projekts liegt in fünf komplementären Bereichen:

1. Geotechnische Machbarkeit: Mit Hilfe numerischer Simulationen werden die Belastungsgrenzen von Druckluftkavernen in weniger stabilen Gesteinen bestimmt. Ziel ist es, genau zu definieren, unter welchen Bedingungen ein sicherer Betrieb möglich ist.
2. Auskleidung und Abdichtung: Neuartige Materialsysteme wie Basaltfaser-verstärkter Beton und Tübbing sowie die Entwicklung gasdichter Hochdrucktore sollen die strukturelle Integrität und Dichtheit der Kaverne gewährleisten. Ergänzend wird ein Abdichtungskonzept mit speziell entwickelten Membranen erarbeitet.
3. Monitoring und Datenanalyse: Glasfaser-Sensorik wird direkt in die Auskleidung integriert und liefert hochaufgelöste Informationen zu Dehnungen, Temperaturen und möglichen Leckagen. Eine KI-gestützte Auswertung ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Anomalien sowie die Prognose der Restlebensdauer der Systeme.

4. Sicherheit und Betriebsstrategien: Ein innovatives Wasserpressungssystem stabilisiert den Betriebsdruck und reduziert Materialbeanspruchungen. Ergänzt wird dies durch ein umfassendes Sicherheits- und Notfallkonzept sowie durch die thermodynamische Modellierung des Gesamtsystems.

5. Demonstrator: Am Zentrum am Berg (ZaB) in Österreich wird eine Versuchskaverne errichtet, in der alle Innovationen zusammengeführt und unter realen Druck- und Temperaturbedingungen validiert werden.

Der Marktbedarf für Speicherlösungen ist erheblich. Mit dem massiven Ausbau erneuerbarer Energien in Europa wächst die Notwendigkeit für Energiespeicher, die große Energiemengen über mehrere Stunden bis Tage zuverlässig bereitstellen können. CAESAR adressiert diesen Bedarf, indem es eine Technologie entwickelt, die nicht auf seltene Salzvorkommen beschränkt ist, sondern in breiter verfügbaren Gesteinsformationen einsetzbar ist. Für die beteiligten KMU eröffnen sich dabei neue Geschäftsfelder - von innovativen Baustoffen über Hochdruckkomponenten bis hin zu digitalen Monitoring- und Analyseplattformen.

Abstract

The international joint project CAESAR – Compressed Air Energy Storage in WeAk Rock aims to develop a novel concept for underground compressed air storage and to test it in practice in a demonstrator. While previous CAES plants were operated almost exclusively in salt domes or very homogeneous rock formations, CAESAR is going one decisive step further: the safe, efficient and economical implementation of compressed air storage systems in less stable rock formations ("weaker rock"). The aim is to open up a new class of energy storage systems that can be used much more geographically and supports the large-scale expansion of renewable energies.

The initial situation is characterized by a rapidly growing demand for large-volume energy storage systems. Short-term storage solutions such as batteries are suitable for grid stabilization and balancing energy, but come up against economic and ecological limits with longer storage periods. Although pumped storage power plants have established themselves as high-performance storage facilities, they can only be expanded to a limited extent due to topographical restrictions and high interventions in the landscape and ecosystem. Compressed air storage systems generally offer a high storage capacity and long service life, but have so far been dependent on the rare geological conditions of salt domes. This is where CAESAR comes in: By developing innovative construction and operating technologies, the potential of CAES is to be transferred to a large number of other regions.

The innovation core of the project lies in five complementary areas:

1. Geotechnical feasibility: Numerical simulations are used to determine the load limits of compressed air caverns in less stable rocks. The aim is to define exactly under which conditions safe operation is possible.
2. Lining and sealing: Novel material systems such as basalt fibre-reinforced shotcrete and segments as well as the development of gas-tight high-pressure doors are intended to ensure the structural integrity and tightness of the cavern. In addition, a sealing concept with specially developed membranes is being developed.
3. Monitoring and data analysis: Fiberglass sensors are integrated directly into the lining and provide high-resolution information on strains, temperatures and possible leaks. AI-supported evaluation enables the early detection of anomalies as well as the prediction of the remaining service life of the systems.
4. Safety and operating strategies: An innovative water pressure system stabilizes the operating pressure and reduces material stress. This is supplemented by a comprehensive safety and emergency concept as well as thermodynamic modelling of the overall system.
5. Demonstrator: A test cavern is being built at the Zentrum am Berg (ZaB) in Austria, in which all innovations are brought together and validated under real pressure and temperature conditions.

The market demand for such storage solutions is considerable. With the massive expansion of renewable energies in Europe, the need for energy storage systems that can reliably provide large amounts of energy over several hours to days is growing. CAESAR addresses this need by developing a technology that is not limited to rare salt deposits, but can be used in more widely available rock formations. This opens up new business areas for the participating SMEs - from innovative building materials and high-pressure components to digital monitoring and analysis platforms.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben

Projektpartner

- Fiber Elements GmbH
- VA Erzberg GmbH
- ACI Monitoring GmbH