

# KAVERNEN



## KAVERNEN ALS LÖSUNG

Infrastrukturanlagen, Industrieanlagen, Forschungsstätten, Wasserkraftanlagen, Freizeitanlagen, Schutzbauten, Lagerstätten, Endlager und Steinbrüche haben ähnliche Merkmale. Sie beanspruchen grosse Flächen, welche immer knapper werden und massgebliche Erwerbskosten zur Folge haben. Stehen sie in der Nähe von Siedlungsgebieten, ist mit Widerstand gegen die Anlagen und deren Errichtungen zu rechnen, was zu Auflagen und Verzögerungen führt. Anforderungen an die Umweltverträglichkeit wie beispielsweise die Reduktion von Emissionen führen zu zusätzlichen Massnahmen. Weitere Anforderungen können ein erhöhter Schutzbedarf der Anlage oder der darin gelagerten Stoffe sowie möglichst gleichmässige Umweltbedingungen in Bezug auf Klima und Vibrationen sein.

Die Anlage in einer Kaverne zu erstellen, kann die beste Lösung sein – unterirdische Anlagen benötigen weniger Land, bedingen geringere Eingriffe in die Landschaft, verhindern einzelne Einsprachen und Auflagen, bieten gleichmässige Umweltbedingungen, führen zu weniger Emissionen und bieten höheren Schutz.

### **Was ist zu beachten?**

Die Nutzung der Anlage bestimmt den Standort und das Layout der Kaverne. Meist sind grosse Abmessungen notwendig, welche für die Erstellung eine Herausforderung sind. Die Kavernen bedingen eine sorgfältige Analyse und Berechnung des Gebirgsverhaltens und der einzubringenden Sicherungsmittel, insbesondere in schlechten Gebirgsverhältnissen.

Erschliessung, Ver- und Entsorgung, Lüftung und Kühlung sowie Sicherheitseinrichtungen sind für Bauten unter Tage anders zu planen als über Tag. Ebenso weisen der Unterhalt und die Erhaltung von Kavernen spezielle Eigenschaften auf. Die Herausforderung bei einer Kavernenanlage besteht darin, die Bedürfnisse, welche sich aus dem Zweck und den technischen Einrichtungen ergeben, richtig zu erkennen, damit eine technisch und wirtschaftlich optimale Lösung gefunden werden kann. Die Lösungsfindung ist dabei vielfach ein iterativer Prozess.

### **Kompetent und mit dem nötigen Über- und Weitblick**

Amberg Engineering verfügt über langjährige Erfahrung und vertieftes Wissen in allen Arten des Kavernenbaus. Diese Erfahrung konnten wir über Jahrzehnte sammeln. Bei der Planung von komplexen militärischen Kavernen gehören wir weltweit zu den führenden Ingenieurunternehmen. Unser ständiges Streben nach innovativen Lösungen und die Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse ermöglichen es uns, bedürfnisgerechte und wirtschaftliche Lösungen zu erarbeiten.

Kavernen müssen an die jeweiligen Bedingungen angepasst werden. Es ist uns wichtig, die Bedürfnisse des Erstellers, Nutzers und Betreibers zu verstehen, um eine optimale Lösung zu erarbeiten.



# DIE DIENSTLEISTUNGEN IM DETAIL

Amberg Engineering realisiert innovative und massgeschneiderte Lösungen für Kavernen. Von der Planung über die Realisierung bis hin zum Betrieb stehen Ihnen während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes unsere Spezialisten zur Seite.

## Phase 1 – die Planung

- Geologische Erkundung
- Machbarkeitsstudie
- Vorprojekt
- Bauprojekt
- Ausschreibung
- Geomechanische und statische Modellberechnung
- Stabilitätsanalyse und -kontrolle
- Dynamische Untersuchung
- Brandschutzkonzept und -prüfung
- Sicherheitskonzept
- Evakuierungsplanung

## Phase 2 – die Realisierung

- Ausführungsprojekt
- Bauüberwachung
- Oberbauleitung
- Messtechnische Überwachung
- Spreng- und Erschütterungsüberwachung
- Einsatzplanung für unterirdische Anlagen
- Qualitätskontrolle

## Phase 3 – der Betrieb

- Bauwerksinspektion
- Zustandsanalyse
- Werterhaltung und Unterhaltsplanung
- Instandsetzung und Erneuerung
- Bauwerksveränderung
- Umnutzung und Rückbau

## Leistungen in allen Phasen

- Project Review
- Projektleitung als Bauherrenvertreter
- Controlling
- Risk Management
- Beratung und Expertise
- Schulung
- Sicherheitsprüfung



Unterirdischer Steinbruch Lüntigen – Schweiz

## ERSCHLIESSUNG EINES NEUEN ABBAUGEBIETES

In Lüntigen am Vierwaldstättersee entsteht unter Tage ein Abbau von Kieselkalk mit einem Abbauvolumen von rund 15 Millionen Tonnen. Das abgebaute Gestein wird als Bahnschotter oder Hartsplitt aufbereitet. Die Anlage wird auf ein jährliches Abbauvolumen von 0,5 Millionen Tonnen ausgelegt. Amberg Engineering erarbeitet die Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie sowie das Vor- und Auflageprojekt für den Abbau unter Tage.

### Die Herausforderung

Der Abbau unter Tage ist wirtschaftlich nur sinnvoll mit einer Optimierung der Kavernengeometrie und der Sicherungsmittel. Dabei ist eine Überlagerung von mehreren 100 Metern zu berücksichtigen. Im Abbaugebiet ist auf bestehende und geplante Tunnelbauwerke Rücksicht zu nehmen. Der Gesteinsabtransport sowie

die Versorgung des Abbaugebietes über die Strasse sind aus Umweltgründen und aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht möglich.

### Die Lösung

Die systematisch auf mehreren Ebenen liegenden Kavernen sind günstig zu den Hauptspannungen des Gebirges ausgerichtet und auf die dazu erforderlichen Felspfeiler zwischen den Kavernen bemessen. Die Kavernenbreite und die Kavernenhöhe betragen 13 Meter. Der dazwischen liegende Felspfeiler weist eine Mächtigkeit von 17 Metern auf. Im Konzept für die Anordnung der Kavernen sind die bestehenden und geplanten Tunnelbauwerke sowie die optimale interne Erschließung der Abbauebene integriert. Die Ver- und die Entsorgung des Abbaugebietes sind über Zugangstollen und einen Schiffs- oder Bahnverlad gelöst.





Ölterminal JTC – Singapur

## UNTER WASSER LIEGENDE ÖLSPEICHER

Die Jurong Town Corporation (JTC) in Singapur erstellt im Rahmen des Baus neuer Hafenanlagen auch einen neuen Ölterminal. Teil dieses Terminals bilden unterirdische Kavernen mit einer Ölspeicherkapazität von 1470 000 Kubikmeter. Die Anlage soll durch einen Auftragnehmer schlüsselfertig errichtet werden. Im Rahmen der Bewerbung der Totalunternehmer projiziert Amberg Engineering die Kavernenanlage. Bei Erfolg wird Amberg Engineering die Ausführungsprojektierung und Überwachung der Kavernenarbeiten übernehmen.

### Die Herausforderung

Da die gesamte Anlage unter dem Meeresspiegel gebaut werden muss, sind die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sehr anspruchsvoll. Die Zone, in welche die Anlage zu liegen kommt, weist mehr Klüfte auf, als dies beim Bau von Kavernen normalerweise der Fall ist.

### Die Lösung

Den Zugang zu den Kavernen ermöglichen zwei Schächte, welche je einen Durchmesser von rund 25 Metern und eine Tiefe von etwa 130 Metern aufweisen. Von diesen Schächten aus führen Zugangsstollen zu den einschalig gesicherten Felskavernen. Die Sicherungsmittel sind auf die Exposition von Meerwasser auszulegen. Das Gebirge und das Kluftsystem werden mit Injektionen aus dem Vortrieb vorkonsolidiert. Die Abdichtung geschieht durch einen Wasserschild, der gegen die Kaverne fließt und somit verhindert, dass das Öl in den Grund gelangt.

#### **Weitere Kavernen-Referenzen:**

- Wafer Fab, Mikrochipfabrik (Schweiz)
- Militärkavernen (Schweiz)
- Unterirdischer Steinbruch Schollberg (Schweiz)
- Unterirdischer Steinbruch Zirl (Österreich)
- Multifunktionsstellen Gotthard-Basistunnel (Schweiz)
- Gonzen-Bergwerk, unterirdischer Besucher- und Eventraum (Schweiz)
- VSH VersuchsStollen Hagerbach, unterirdische Forschungsanlage (Schweiz)



Amberg Engineering AG  
Trockenloostrasse 21  
Postfach  
CH-8105 Regensdorf-Watt  
Schweiz

Telefon +41 44 870 91 11  
Telefax +41 44 870 06 20  
info@amberg.ch, www.amberg.ch

Niederlassungen: Regensdorf, Bern, Sargans, Chur, Brünn (CZ), Bratislava (SK), Singapur (SG), Madrid (ES)  
Partnerunternehmen: Amberg Technologies AG (CH), VersuchsStollen Hagerbach AG (CH)