

Bei der Gasspeicherung wird das Speichermedium unter einem entsprechenden Druck in die Kaverne eingepresst. Bei der Auslagerung gelangt das Gas aufgrund des in der Kaverne herrschenden Überdrucks wieder an die Oberfläche. Vor Beginn der Speicherung muss jedoch in einem Erstbefüllungsprozess die in der Kaverne befindliche Sole über einen bis tief in die Kaverne reichenden Strang von dem Speichergas nach Obertage verdrängt werden.

Bei der Einlagerung von Flüssigprodukten verdrängt das unter einem entsprechenden Druck injizierte Speicherprodukt die in der Kaverne befindliche Sole über einen in der Bohrung befindlichen Strang. Im Gegenzug wird bei der Produktauslagerung das Speichermedium durch eingespeiste Sole oder Frischwasser verdrängt. Erfolgt die Produktauslagerung mit ungesättigter Sole, so kommt es bei jedem Umschlag zu einer Volumenvergrößerung der Kaverne infolge Nachsolung.

AUFGEGEBENE BERGWERKE(4)

Bergwerke, die nicht mehr zur Wertstoffgewinnung genutzt werden, können als Unterspeicher für gasförmige Medien dienen, wenn das umgebende Gestein eine ausreichende geologische Dichtigkeit aufweist und die zur Tagesoberfläche bestehenden Verbindungen (Schachtröhren, Erkundungsbohrungen etc.) mit einem technisch und wirtschaftlich vertretbaren Aufwand ausreichend abgedichtet werden können. Dabei sind die technischen Schwierigkeiten zur Herstellung einer solchen Dichtigkeit nicht zu unterschätzen. Als Unterspeicher genutzte Bergwerke werden in der Regel mit einem kleinen Druckspiel betrieben.



Aufgegebene Bergwerke können auch ohne Kompressoren als sogenannte Atmungsspeicher betrieben werden. Der veränderliche Pipelinedruck sorgt jeweils für die Ein- und Ausspeisung des Gases.

Auf die Installation von Verdichterkapazität zur Gaseinspeisung kann oft verzichtet werden. Das Gas strömt in einem solchen Falle bei hohem Pipelinedruck in den Speicher hinein und wird bei sinkendem Pipelinedruck von diesem wieder abgegeben.

Wegen der enormen Größe der Stollen und Abbauräume ist dieser Speichertyp auch bei einem geringen Druckspiel in der Lage, beträchtliche Arbeitsgasmengen bei geringsten Betriebskosten aufzunehmen und wieder abzugeben und damit sehr wirtschaftlich.

BERGMÄNNISCH AUFGEFAHREN HOHLRÄUME(5)

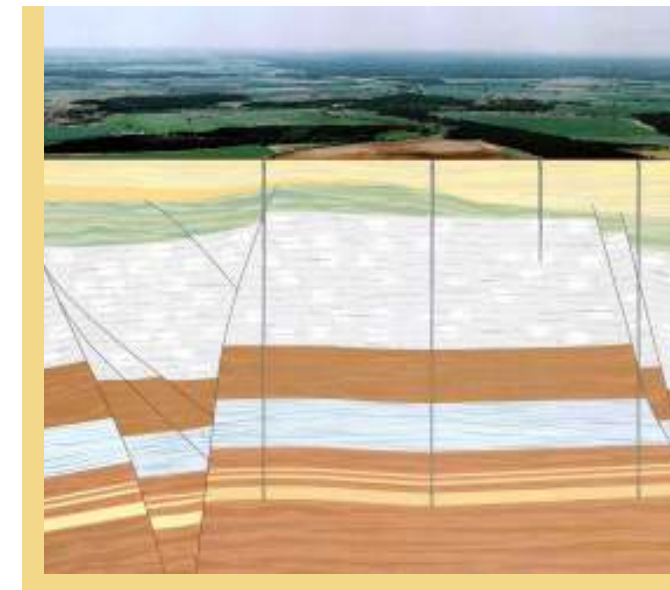
An vielen Standorten, wo weder die Anlage von Salzkavernen noch die Nutzung von Porenraumstrukturen möglich ist, können jedoch die geologischen Voraussetzungen bestehen, um im Festgestein mit konventionellen Bergbautechnologien Hohlräume für die Unterspeicherung anzulegen. Diese eignen sich insbesondere für unter Normalbedingungen flüssige Produkte. Aber auch verflüssigte Gase wie Propan und Butan können in einem Speicher dieses Typs kostengünstig gelagert werden. Das bei der Kavernenherstellung anfallende Gesteinsmaterial wird entweder über einen Schacht oder mit Dumpfern über einen bis nach Obertage führenden Tunnel abtransportiert. Kumulative Speichervolumina von mehreren 100.000 m³ sind üblich. Der Produktumschlag erfolgt über Rohrstränge in einem vertikalen Schacht, der mit einem Stopfen gegen das Speichergestein abgedichtet ist. Für die Produktauslagerung werden Tieftauchpumpen eingesetzt.

Um ein Eindringen von Speicherprodukt in eventuell vorhandene Klüfte des Speichergesteins sicher zu vermeiden, wird mit einer speziellen Technologie bei einem geringen Überdruck ein "Wasserschleier" um den Speicherhohlraum gelegt.

Unterspeicher- und Geotechnologie-Systeme GmbH

Berliner Chaussee 2 •
15749 Mittenwalde •
Germany •
Telephone: +49 (0)33764 820 •
Telefax: +49 (0)33764 82 280
E-Mail: info@ugsnet.de www.ugsnet.de

EINE KURZE EINFÜHRUNG IN DIE UNTERGRUNDSPEICHERUNG



Unterspeicher-
und Geotechnologie-
Systeme GmbH



Unterspeicher-
und Geotechnologie-
Systeme GmbH

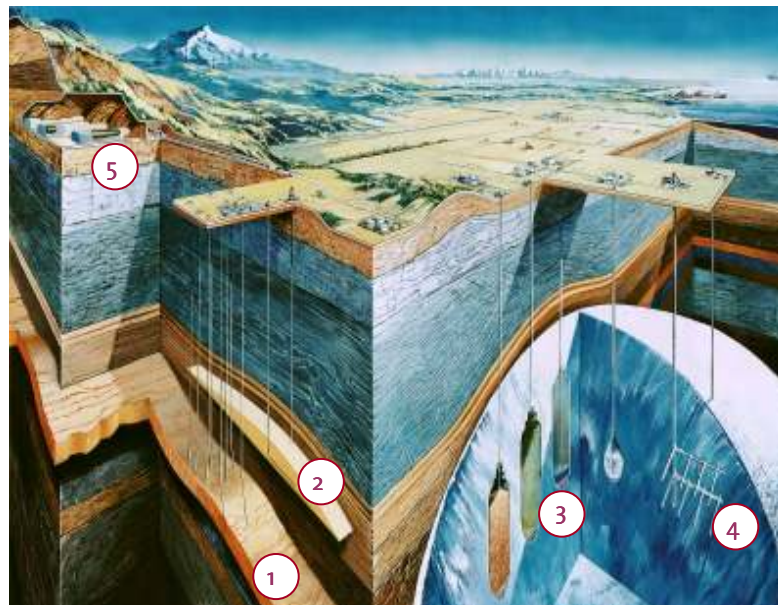
EINE KURZE EINFÜHRUNG IN DIE UNTERGRUNDSPEICHERUNG

WAS IST UNTERGRUNDSPEICHERUNG?

Untergrundspeicher dienen dem Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfschwankungen, der Abdeckung von großen Bedarfsspitzen sowie als strategische und Havariereserve. Sie werden auch zunehmend für Spot-Handelsgeschäfte genutzt. Unter Untergrundspeicherung ist die sichere, kostengünstige und umweltverträgliche Bevorratung großer und größter Mengen an Energieträgern, flüssigen oder gasförmigen Rohstoffen oder chemischen Erzeugnissen in den natürlichen Poren und Klüften oder in künstlich geschaffenen Hohlräumen in tief liegenden geologischen Formationen zu verstehen.

Gespeichert werden Erdgas, Erdöl, Luft, Kraftstoffe, Propan/Butan, chemische und petrochemische Erzeugnisse. Die gespeicherten Mengen sind nach herkömmlichen Vorstellungen riesig; so können einige hundert Millionen m³ Erdgas in einer Speicheranlage bevorratet und mehrere hunderttausend oder sogar einige Millionen m³ pro Stunde ausgelagert werden. Gase werden in der Regel unter sehr hohem Druck gespeichert, der häufig mehr als 100 bar beträgt und gelegentlich auch 200 bar überschreiten kann.

Erschöpfte Kohlenwasserstofflagerstätten (1), Aquiferstrukturen mit einer dichten Abdeckung (2), ausgesolte Kavernen im Steinsalz (3), aufgegebene Bergwerke (4) oder bergmännisch aufgefahrne Hohlräume im Festgestein (5) lassen sich für die Untergrundspeicherung nutzen.



Grafik: Günter Radtke, mit freundlicher Genehmigung KBB UT Hannover

Die Errichtung von Untergrundspeichern ist zwangsläufig an das Vorhandensein geeigneter geologischer Strukturen geknüpft.

ERSCHÖPFTE LAGERSTÄTTEN(1)

Kohlenwasserstofflagerstätten, aus denen bereits ein Großteil des ursprünglich vorhandenen Erdgases oder Erdöls abgefordert wurde, eignen sich grundsätzlich zur Herrichtung als Untergrundspeicher für Erdgas. Da diese Formationen bereits über viele Millionen Jahre die Kohlenwasserstoffe gefangen hielten, ist ihre prinzipielle Eignung als Speicher nachgewiesen und somit kein spezieller Erkundungsaufwand mehr erforderlich. Auch können die bereits vorhandenen Bohrungen für die Gasein- und Gasauspeisung nachgenutzt werden. Dazu wird das Gas unter einem Druck höher als der Lagerstätten- bzw. Speicherdruck injiziert und bei Bedarf expansiv entnommen. Die Umschlagsraten werden dabei von der bestehenden Bohrlochkonstruktion beeinflusst. Darüber hinaus wird die Produktivität von Speicherbohrungen auch durch die Eigenschaften des Speichergesteins bestimmt. Um diesbezügliche Limitierungen zu überwinden werden in geringmächtigen Lagerstätten neue Produktionsbohrungen zunehmend abgelenkt niedergebracht, so dass der untere Teil im Lagerstättenbereich horizontal verläuft. Dadurch werden eine wesentlich größere Gaszutrittsfläche und somit eine gegenüber Vertikalbohrungen mehrfach höhere Leistung erzielt.

Bei diesem Speichertyp kann es in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und vom Restvorrat des Lagerstättengases zu einer Vermischung zwischen dem Speichergas und dem Restgas kommen, die unter Umständen eine Konditionierung des ausgelagerten Gases erforderlich macht.

In Abhängigkeit von der Leistungscharakteristik dienen erschöpfte Lagerstätten sowohl dem Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfschwankungen wie auch zur Spitzenabdeckung.

AQUIFERSTRUKTUREN (2)

Poröse Sandsteinformationen, bei denen die Poren mit mineralisiertem Wasser

gefüllt sind, können sich unter bestimmten Bedingungen für die untertägige Speicherung von Erdgas eignen. Dazu muss die Formation eine Fallenstruktur haben (z. B. die einer Antiklinale) und die darüber liegenden Gesteinsschichten müssen ausreichend dicht sein. Ist mit geologischen und geophysikalischen Methoden diese Eignung nachgewiesen, so werden in den strukturböschungsten Teil Bohrungen niedergebracht und gasdicht installiert. Über diese Bohrungen wird das Speichergas unter einem entsprechenden Druck in die Sandsteinformation eingepresst. Dabei baut das spezifisch leichtere Gas eine Zone mit hoher Gassättigung auf und verdrängt dabei das Schichtwasser in die unteren und Randbereiche der Speicherstruktur. Bei der expansiven Auspeisung nimmt der Druck in den gasgefüllten Poren ab und ein Teil des Schichtwassers kann zurückströmen. Mit lagerstättentechnischen Methoden kann diese zyklische Bewegung des Gas-Wasser-Kontaktes in der Speicherformation verfolgt und vorausgesagt und damit ein unkontrollierter Wassereintrag in die Bohrungen verhindert werden.

Die Produktivität von Speicherbohrungen in einem Aquifer wird maßgeblich durch die Durchlässigkeit und die Mächtigkeit des Speichergesteins bestimmt. Um diesbezügliche Limitierungen zu überwinden, können neue Produktionsbohrungen in geringmächtigen Nutzhorizonten abgelenkt niedergebracht werden, so dass der untere Teil im Lagerstättenbereich horizontal verläuft. Dadurch werden in der Speicherformation eine wesentlich größere Gaszutrittsfläche und somit eine gegenüber Vertikalbohrungen mehrfach höhere Leistung erzielt.

Aquiferstrukturen erfordern einen hohen Aufwand für die Erkundung, das Niederbringen der Bohrungen, den Nachweis der Dichtheit und die Kontrolle des Gas-Wasser-Kontaktes. Sie sind in einer gegebenen Region jedoch häufig die einzige geologische Möglichkeit zur Anlage eines Untergrundgasspeichers in einer akzeptablen Entfernung zum Gasleitungssystem. Dieser Speichertyp ist mit einer geringen Beeinflussung der Biosphäre verbunden.

In Abhängigkeit von der Leistungscharakteristik dienen Aquiferspeicher sowohl dem

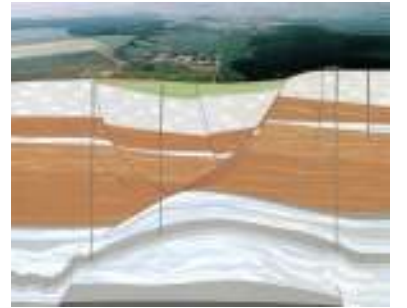
Ausgleich jahreszeitlich bedingter Bedarfschwankungen wie auch zur Spitzenabdeckung..

SALZKAVERNEN (3)

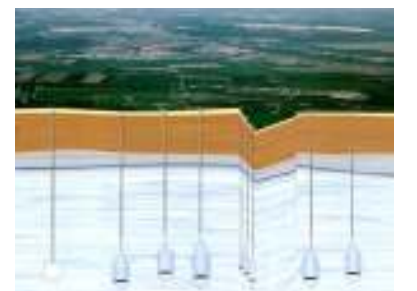
Salzgestein kommt unter bestimmten Bedingungen im Untergrund mit einer beachtlichen Mächtigkeit in Form von Salzschieben oder Salzstöcken vor. Ab einer gewissen Salzmächtigkeit können darin Salzkavernen angelegt werden. Das sind mit Wasser künstlich ausgesolte, große Hohlräume. Zur Herstellung einer solchen Kaverne wird über eine verrohrte Bohrung Wasser bis in jene Tiefe einzirkuliert, in der sich das Salzgestein befindet. Dort löst das Wasser das Salz und sättigt sich auf. Die dabei entstehende Salzsole fließt über einen weiteren in der Bohrung befindlichen Strang nach Übertage. Dadurch können Hohlräume mit einem Volumen von mehreren 100.000 m³ entstehen. Während der Errichtung sowie während des späteren Betriebes erfolgt die Kontrolle der Hohlraumform über Sonarmessungen. Mit geomechanischen Berechnungen wird die Stabilität der so geschaffenen Hohlräume nachgewiesen.

Salzkavernen sind für die Speicherung von Gasen unter hohem Druck (z. B. Erdgas) aber auch von Flüssigkeiten, die gegenüber Salz und Wasser inert sind (z. B. Rohöl, Kraftstoffe, LPG), bestens geeignet. Deren Dichtheit ist durch die plastischen Eigenschaften des Salzgesteins gewährleistet. Mit Salzkavernen können sehr hohe Ein- und Auslagerungsraten erzielt werden, womit sie sich besonders zur Spitzenbedarfsdeckung eignen.

Um 1 m³ Hohlraum zu schaffen müssen ca. 8 m³ Süßwasser aufgewendet werden. Die schadlose Beseitigung der anfallenden Salzsole stellt eine wesentliche Aufgabe bei der Kavernenerrichtung dar. Ist im Binnenland eine stoffwirtschaftliche Nutzung der Sole nicht gegeben, so besteht eine weitere umweltfreundliche Möglichkeit in der Verbringung in tiefe poröse oder klüftige Gesteinsformationen, in denen sich schon Salzwasser befindet und deren Dichtheit nachgewiesen ist.



In erschöpften Gas- oder Öllagerstätten wird das Gas unter hohem Druck in die Poren oder Klüfte des Speichergesteins eingepresst und später wieder daraus entnommen.



Salzkavernen zeichnen sich durch besonders hohe Gasein- und -ausspeiseraten aus.