

O. Einleitung

Die Notwendigkeit der Anlage von Unterspeichern (UGS) zur Vorratshaltung von energetischen und chemischen Grundstoffen nimmt weltweit mit der wirtschaftlichen Entwicklung zu. Auch die DDR als hoch industrialisiertes Land steht vor der Aufgabe, Speicherkapazitäten zur kontinuierlichen und störungsfreien Produktion und Versorgung zu schaffen. Auf Grund der günstigen geologischen Verhältnisse - kompakte Salzlager und Salzstöcke des Zechsteins befinden sich unter einem Großteil des Territoriums der DDR - bietet sich die Speicherung in künstlich zu schaffenden Hohlräumen in diesen Salzformationen an.

Bei der Planung, Errichtung und beim Betrieb dieser Kavernenspeicher tritt eine Vielzahl von Problemen auf, die aus technologischer Sicht in der vorliegenden Fachbroschüre behandelt werden. Die technische und technologische Entwicklung der Verfahren und Ausrüstungen auf dem Gebiet der Kavernenspeicherung unterliegt, gestützt auf Erfahrungen im eigenen Lande und im internationalen Maßstab, einer ständigen Verbesserung und Vervollkommnung, deren Zielfunktion darin besteht, die Speicher mit geringerem Aufwand, schneller und billiger bei Einhaltung der Bergbausicherheit herzustellen und zu betreiben.

Die für die DDR noch relativ junge "Wissenschaft der Unterspeicherung" erfordert neben ingenieurtechnischem Personal die Ausbildung und Qualifizierung von Arbeitern, Facharbeitern, Schichtführern und Meistern aus dem Bereich des Industriezweiges Erdöl-Erdgas.

Allen Interessierten, vor allem aber den Kollegen der Bohr-, Sol- und Uminstallationsbrigaden wird mit dieser Fachbroschüre die Möglichkeit gegeben, sich auf dem Fachgebiet "Kavernenspeicher" grundlegend zu informieren und sich für ihre praktische Tätigkeit die theoretischen Grundlagen und Zusammenhänge zu erarbeiten.

Die angeführten Berechnungsbeispiele sollen den ingenieurtechnischen Personal als Hilfe bei seinen produktionsvorbereitenden Arbeiten dienen.

1. Speicherung im Untergrund

In allen hochentwickelten Industrieländern gewinnt die Speicherung von Energiestoffen unter Tage zunehmend an Bedeutung.

Die herkömmlichen Lagermöglichkeiten über Tage:

- Tanklager für flüssige Kohlenwasserstoffe
- Gasometer für gasförmige Produkte
- Kugeldruckgasbehälter für verflüssigte Kohlenwasserstoffe
- Leitungsatmung von Gaspipelinenetzen
- Gefriergruben u. a.

sind neben der Materialintensität sowie den hohen Errichtungs- und Wartungskosten sehr stör anfällig, umweltfeindlich und in ihrer Kapazität begrenzt.

Die Reservehaltung der Energieträger Öl und Gas ergibt sich aus der Notwendigkeit der Saison- und Spitzenbedarfsdeckung, der Überbrückung von Betriebsstörungen und aus der bestehenden gesetzlichen Pflicht einiger westlicher Länder, eine Notreserve anzulegen. Diese Aufgaben erfordern neue Wege für die Lagerhaltung dieser Produkte.

Während bis 1955 vor allem in den USA mit der breiten Anwendung von Erdgas als Energieträger der Saison- und Spitzenausgleich zur Schaffung von Untergrundspeichern führte und dort einen hohen Stand erreichte, begannen dann auch in Europa in vielen Ländern gleichzeitig die ersten Versuche.

Die ersten Gasspeicher waren Porenspeicher, die in erschöpften Kohlenwasserstofflagerstätten bzw. als Aquiferspeicher (ehemals wassergefüllte Porenspeicher) angelegt wurden. Zuerst wurden also die natürlichen Gegebenheiten des Vorhandenseins eines speicherfähigen Gesteins, das seitlich, im Liegenden und Hangenden durch undurchlässiges Gebirge begrenzt wird, für die Anlage eines Speichers ausgenutzt.

Die vom Volumen her günstigste Speicherungsform von Gasen besteht in der flüssigen Phase. Gase nehmen im flüssigen Aggregatzustand den kleinsten Raum ein. Unter atmosphärischem Druck werden z. B. Methan bei $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und n-Butan bei $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ flüssig. Beim Erreichen der kritischen Temperatur und Überschreiten des Dampfdruckes verringert sich das ursprüngliche im Normalzustand eingenommene Volumen bei Methan auf das 0,0017fache bei n-Butan auf das 0,0046fache und bei Propan auf das 0,0035fache im flüssigen Zustand. Die generelle Speicherung von Gasen im flüssigen Aggregatzustand ist jedoch wegen der erforderlichen Kälteenergie oft unwirtschaftlich. Liegen Gasgemische wie z. B. Erdgas vor, ist eine Verflüssigung wegen des fehlenden einheitlichen Verdampfungspunktes der einzelnen Komponenten sowie der bei der Wiederverdampfung auftretenden Entmischung in der Praxis für Speichierzwecke nicht durchführbar. Aus diesem Grunde wird Gas für Energiezwecke, wie Stadtgas und Erdgas, zumeist nur in gasförmigem Zustand gespeichert. Die Speicherung verflüssigter Gase (mit einer Komponente) in der chemischen Industrie erfolgt in Kugeltanks, die inzwischen auch keine ausreichende Lagerkapazität mehr darstellen.

Bei Aquiferspeichern, die gegenüber Kavernenspeichern eine wesentlich größere Kapazität besitzen können, tritt das Problem des Kissengases auf. In diesen künstlich geschaffenen Gaslagerstätten verbleiben als nicht wiedergewinnbare Gasmenge auf Grund des Rückhaltevermögens der Poren (in Abhängigkeit von der Permeabilität und Porosität des Speichergesteins) bis zu 60% der eingespeisten Gasmenge.

Gasspeicher in erschöpften Kohlenwasserstofflagerstätten haben einen Vorteil, wenn sie keiner Erstbefüllung bedürfen; das gesamte eingespeiste Gas kann wieder abgefordert werden. Jedoch treten auch hierbei technologische Schwierigkeiten auf, wenn das eingespeiste Gas sich von seiner chemischen Zusammensetzung her, in seinem Heizwert usw. vom Gas der ursprünglichen Kohlenwasserstofflagerstätte unterscheidet. Das ausgespeiste Mischgas unterliegt je nach den gefahrenen Speicherregimen zeitlichen Qualitätsschwankungen, die nicht von allen Endverbrauchern akzeptiert werden können.

Trotz der aufgezeigten Mängel zeugt die weltweite Verbreitung der Porenspeicher von ihrer Wirtschaftlichkeit. In den USA gab es bereits 1964 über 250 Porenspeicher, davon 32 Aquiferspeicher, mit einer Kapazität von $112 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ (N).

Das Verfahren der künstlichen Herstellung eines Hohlraumes in einem löslichen Gestein wurde bereits in den dreißiger Jahren in Deutschland zum Patent angemeldet, die praktische Durchführung hier aber erstmals 1963 beim Butanspeicher in Heide (BRD) verwirklicht.

Erst in jüngerer Zeit sind Kavernenspeicher für die Lagerung von Rohöl und Erdölprodukten sowie für die Gasspeicherung geplant, gebaut und in Betrieb genommen worden. Der erste Stadtgaskavernenspeicher der BRD wurde 1967 in Kiel (geometrisches Volumen $32\,000 \text{ m}^3$) errichtet und 1971 in Betrieb genommen.

Bereits 1971 sagt die Statistik aus, daß es in Europa 50 Speicherkavernen für Öl und Gas mit einem durchschnittlichen Volumen von $260\,000 \text{ m}^3$ und in den USA 600 Kavernen mit einem durchschnittlichen Volumen von $50\,000 \text{ m}^3$ gibt.

Die Kavernenspeicher werden für die Lagerung von

- Flüssigkeiten (Rohöl, Diesel- und Vergaserkraftstoff, Gasolin, Flüssiggase)
- Gasen (Erdgas, Stadtgas, Kohlendioxid, Preßluft)
- Grundstoffen der chemischen Industrie (Äthylen, Propylen) und
- Schadstoffen (Giftstoffe der chemischen Industrie, radioaktive Abfallprodukte)

errichtet und betrieben bzw. in Zukunft erforderlich sein.

In der DDR befinden sich folgende Untergrundspeicher in Betrieb bzw. im Bau:

- Speicher für Importerdgas aus der UdSSR
- Flüssiggasspeicher
- Stadtgas-Aquiferspeicher
- Stadtgasspeicher in ehemaligen Kohlenwasserstofflagerstätten
- Stadtgasspeicher im ehemaligen Kalischacht
- Kavernenspeicher für Äthylen und
- Versuchskavernen für VK und Heizöl