

Moderne messtechnische Konzepte für die Untertagespeicherung von Erdgas

Erdgasspeicher, Volumenmessung, Dauerreihenschaltung von Ultraschallgaszählern, Gasbeschaffenheit, Prozessgaschromatographie, Datenmanagement

Achim Zajc und Michael Friedchen

In folgendem Beitrag werden die Auswirkungen der Umstrukturierung bzw. der Entflechtung der Energiekonzerne anhand der Speicherung von Erdgas in Untertagespeichern und hier im speziellen am Beispiel des EWE Erdgasspeichers Jemgum aus dem Blickwinkel der Messtechnik betrachtet. Ausgehend von einer konzeptionellen Übersicht werden die Detailaufgaben der Messtechnik, wie genaue Ermittlung der Gasvolumina, Bestimmung der Gasqualitäten und die Bereitstellung der prozess- sowie eichrechtlichen Daten und deren Sicherheit beschrieben. Zusammenfassend geben die Autoren einen Ausblick wie sie die zukünftige Entwicklungen der Messtechnik für unterirdische Erdgasspeicher einschätzen.

Englische Überschrift

In the following contribution, the impact of restructuring and unbundling of the energy transportation companies based on the storage of natural gas in underground storages and here in particular the example of the EWE underground gas storage Jemgum from the point of view of measurement are considered. Starting from a conceptual overview, the detailed tasks of metering, such as accurate determination of the volume, determine the gas quality and the provision of process- as well as legal custody privacy and security. In summary, the authors give an outlook how they rated the future developments of measurement technology for underground gas storages.

1. Einführung

Große unterirdische Gasspeicheranlagen werden im Allgemeinen auch als Erdgasspeicher bezeichnet. In Deutschland werden rund 50 Erdgasspeicheranlagen mit einem Arbeitsgasvolumen von ca. 20,5 Mrd. m³ betrieben. Damit ist Deutschland international gesehen an 4. Stelle. Nur die Ukraine, Russland und USA verfügen über größere Arbeitsgasvolumina [1].

Die Erdgasspeicherung gewinnt in Deutschland und Europa auf Grund der steigenden Importabhängigkeit und dem sehr dynamischen Wettbewerbsumfeld im Erdgasmarkt immer mehr an Bedeutung. Die tendenziell rückläufige Erdgasförderung in Westeuropa sowie die sich stets ändernden Marktbedingungen machen Erdgasspeicher attraktiv und notwendig.

Der Erdgasbedarf ist keineswegs konstant, er variiert vielmehr auf Grund von tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und konjunkturellen Einflüssen sehr stark. Damit Verbraucher jederzeit sicher, ausreichend und preisgünstig mit Erdgas versorgt werden, können Produktions- und Absatzschwankungen unter anderem mit Erdgasspeichern ausgeglichen werden. [2]

Die steigende Importabhängigkeit und das sehr dynamische Wettbewerbsumfeld im Erdgasmarkt

haben dazu geführt, dass die Kapazitäten in den letzten Jahren drastisch erhöht wurden, wie **Bild 1** zeigt.

Die Liberalisierung des Gasmarktes und Entflechtung von Energieversorgungsunternehmen gesteuert durch EU-Richtlinien (2009/73/EG) zeigt sich dafür verantwortlich, dass sich die klassische Aufgabe von Erdgasspeichern im Wandel befindet. Eine sonst im Vordergrund stehende zentrale Aufgabe von Energieversorgungsunternehmen, die Versorgungssicherheit, gerät damit ins Hintertreffen. Anfang April 2013 dann die Schreckensmeldung: „Versorgungssicherheit: DEUTSCHLANDS ERDGASSPEICHER SIND FAST LEER“ [3].

Umso wichtiger sind technisch extrem robuste und zuverlässige messtechnische Lösungen im Hinblick auf Genauigkeit, Datenverfügbarkeit, Datenseparation, -sicherheit und -management. Hier setzt das Meßkonzept von RMG by Honeywell an.

2. Messtechnisches Konzept für den EWE Erdgasspeicher Jemgum

2.1 Der EWE Erdgasspeicher Jemgum [4]

Die EWE GASSPEICHER GmbH mit Sitz in Oldenburg ist mit einer Speicherkapazität von rund 1,75 Mrd. Kubikmetern Arbeitsgas einer der großen Speicherbetreiber

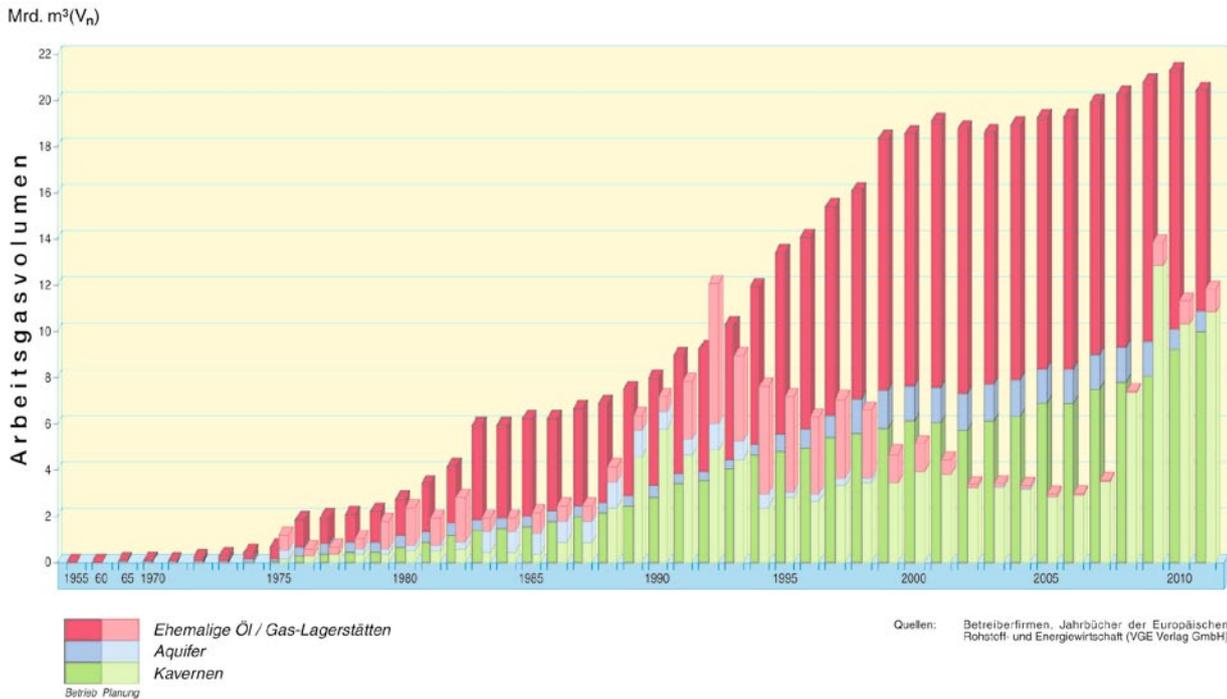


Bild 1. Entwicklung des Arbeitsvolumens von Erdgasspeichern [1].

im deutsch-europäischen Erdgasmarkt. Die Speicherkapazität verteilt sich auf Erdgaskavernenspeicher in Nütermoor und Huntorf im Nordwesten Deutschlands sowie in Rüdersdorf bei Berlin.

Ein weiterer Kavernenspeicher wird derzeit in der Region Emden/Bunde/Oude Statenzijl am Standort Jemgum gebaut. Durch die erste Baustufe des Speichers Jemgum erhöht EWE GASSPEICHER seine Gesamtspeicherkapazität von rund 1,75 Mrd. Kubikmetern um weitere 320 Mio. Kubikmeter Arbeitsgasvolumen.

Bereits seit dem ersten April sind vier von zunächst acht Kavernen der ersten Baustufe in der sogenannten Gaserstbefüllung. Die restlichen vier Kavernen werden nach Beendigung der Solphase im kommenden Jahr befüllt. Die Ausspeicherbereitschaft der ersten Kavernen ist für November 2013 geplant. Die graphische Darstellung des Erdgasspeichers ist in **Bild 2** [5] dargestellt. Die Messtechnik befindet sich im Bereich der Gasbetriebs-einrichtungen (mit einem roten Kreis gekennzeichnet).

2.2 Überblick messtechnisches Konzept

Der Erdgasspeicher ist an drei Transportleitungen angeschlossen, ein vierter Anschluss steht als Reserve zum Anschluss einer weiteren Transportleitung zur Verfügung.

In **Bild 3** ist die messtechnische Lösung von RMG by Honeywell dargestellt. Die Gasbetriebseinrichtungen sind ausgelegt für die folgenden Eckdaten:

- Betriebsdruck der Messstrecken: 55-90 barg
- Kapazität Einspeichern je Messstrecke: 175 000 m³(Vn)/h
- Kapazität Ausspeichern je Messstrecke: 250 000 m³(Vn)/h

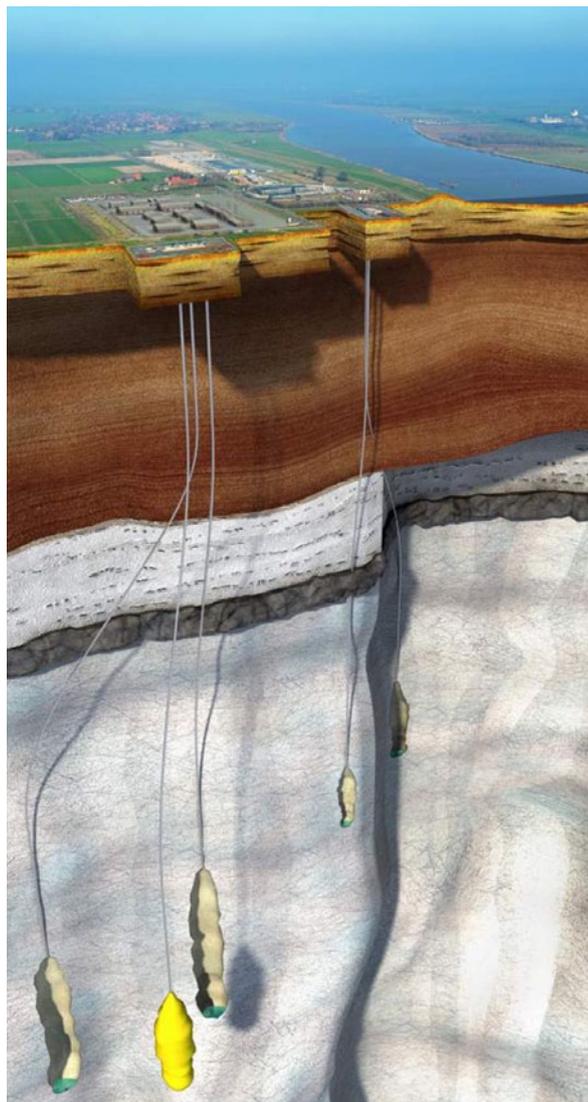


Bild 2. Grafische Darstellung eines Erdgasspeichers im Salzstock [5].

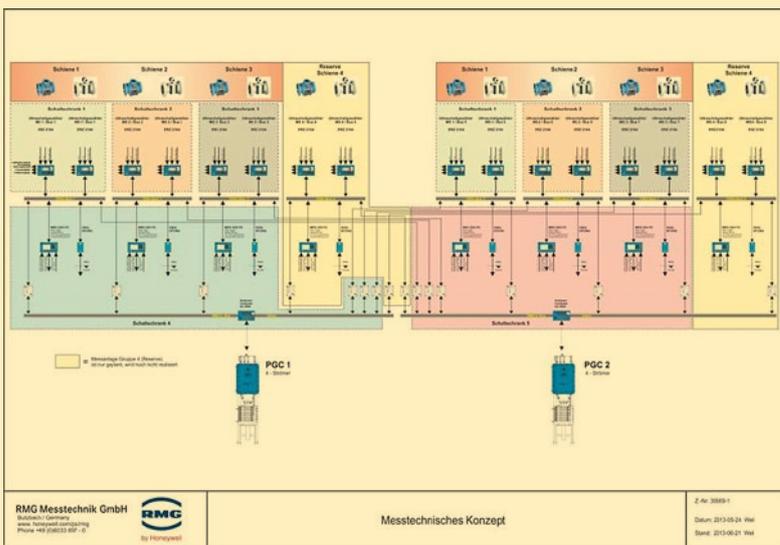


Bild 3. Übersicht messtechnisches Konzept.

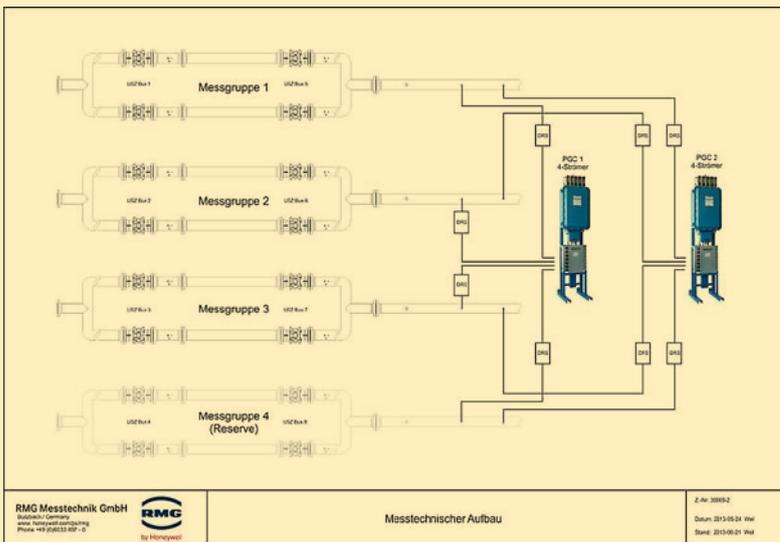


Bild 4. 4-Strom Prozessgaschromatograph PGC 9000 VC der Firma RMG by Honeywell.



Bild 5. Ultraschallgaszähler USZ 08 der Firma RMG by Honeywell mit einem Ultraschallgaszähler Flowsic 600 der Firma Sick in einer Dauerreihenschaltung [8].

Die einzelnen Messstrecken der drei Messstrecken- gruppen wurden mit einem Durchmesser von 250 mm (DN 250, ANSI 600) realisiert. Die vierte Messstrecken- gruppe ist für eine zukünftige Erweiterung gedacht und wird zur Zeit nicht benutzt.

Im Prinzip kann man die Systemlösung in drei Teile unterteilen:

- Gasbeschaffenheitsmessung
- Gasvolumenmessung
- Datenmanagement

Letztendlich bestand die Herausforderung darin, ein Mess-System zu generieren, das es ermöglicht – unter eichrechtlichen Bedingungen – möglichst viele Lei- tungsnetzbetreiber bedienen zu können. Außerdem musste sichergestellt werden, dass jeder Leitungsnetz- betreiber nur die Daten zu Verfügung gestellt bekommt für die er sich auch berechtigt zeigt.

Deshalb wurden alle Leitungsnetzbetreiber mess- datentechnisch voneinander abgekoppelt und somit die Daten-Integrität der einzelnen Leitungsnetzbetrei- ber gewährleistet. Dies zeigt wie sensibel das Thema Datensicherheit und -management in solchen Projekten ist.

2.2.1 Die Gasbeschaffenheitsmessung

Zur Ermittlung der Erdgasqualität kommen zwei Pro- zessgaschromatographen der Firma RMG by Honeywell vom Typ PGC 9000VC zum Einsatz (Bild 4). Die Prozess- gaschromatographen sind jeweils für die Analyse von vier Prozessströmen ausgelegt. Mit anderen Worten es werden sequentiell die vier Prozessströme analysiert. Eine Analyse dauert ca. drei Minuten. Danach wird der nächste Prozessstrom auf seine chemische Zusammens- setzung hin bestimmt und somit der Brennwert aller vier Prozessströme ermittelt. D. h. dass der erste Prozess- strom wieder nach weiteren 9 Minuten (drei Analysen) analysiert wird. Somit erhält man vier Einzelmessungen pro Prozessstrom und Stunde die zur Mittelwertbildung herangezogen werden.

Das **Bild 3** verdeutlicht die redundante Aufbauweise der Erdgasqualitätsmessung. Jeder Prozessstrom (eins bis vier) ist zum einen mit dem Prozessgaschromato- graphen 1 verbunden. Jeder dieser Prozessströme ist eben- falls mit dem Prozessgaschromatographen 2 verbun- den. In dem Fall, dass einer der beiden Prozessgaschro- matographen ausfällt oder gewartet werden muss, kann der sich weiter in Betrieb befindliche zur Gasbeschaf- fenheitsmessung herangezogen werden. Somit wird eine höchste Verfügbarkeit und Flexibilität der Gasbeschaf- fenheitsmessung erreicht.

Der Prozessgaschromatograph trennt das Erdgas in folgende chemische Komponenten auf:

- Stickstoff (N₂)
- Kohlenstoffdioxid (CO₂)
- Methan (CH₄)
- Ethan (C₂H₆)

- Propan (C_3H_8)
- n-Butan ($n-C_4H_{10}$)
- iso-Butan ($i-C_4H_{10}$)
- neo-Pentan ($neo-C_5H_{12}$)
- n-Pentan ($n-C_5H_{12}$)
- iso-Pentan ($i-C_5H_{12}$)
- n-Hexan ($n-C_6H_{14}$)

Durch anschließende Detektion und Bestimmung des molaren Anteils in Prozent, erfolgt die Berechnung des Brennwertes gemäß ISO 6976 [6]. Die Prozessgaschromatographen werden in der Prüfstelle der RMG by Honeywell geeicht und intensiven Tests unterzogen. Hierbei wird der zuvor geeichte Prozessgaschromatograph mittels eines realen Erdgases mit bekannter chemischer Zusammensetzung überprüft. Die Abweichung des ermittelten Brennwertes von der Vergleichsprobe darf nicht mehr als 0,1 % betragen.

2.2.2 Die Gasvolumenmessung

Die Gasmengenmessung in den Gasbetriebseinrichtungen besteht aus drei separaten Messstreckengruppen die jeweils einem separaten Netzanschluss zugeordnet sind. Jede Gruppe besteht aus zwei parallel geschalteten Messstrecken mit jeweils zwei MID zugelassenen Ultraschallgaszählern in bidirektionaler Dauerreihenschaltung (**Bild 4**). Eine vierte Messstreckengruppe ist nicht realisiert, aber für eine Erweiterung der Kapazitäten vorbereitet.

Bild 5 verdeutlicht die bidirektionale Dauerreihenschaltung von zwei Ultraschallgaszählern mit den drei Messstreckengruppen. Hierbei kommen zwei verschiedene Fabrikate zum Einsatz. Einmal der Ultraschallgaszähler USZ 08 der Firma RMG by Honeywell und zum anderen ein Ultraschallgaszähler Flowsic600 der Firma Sick. Der Ultraschallgaszähler USZ 08 verwendet die bewährte 6-Pfad-Technologie mit allen modernen Diagnosefunktionen [7].

Ultraschallgaszähler sind natürlich für eine solche Applikation ideal. Erstens ist der Druckverlust minimal und zweitens können die Zähler im Gegensatz zu anderen Zählern wie Turbinenradgaszähler in beiden Richtungen bei extrem hoher Mess-Performance und einfacher Verrohrung (ohne Umfahrung) betrieben werden. Zudem sind aus Gründen der Redundanz und damit erhöhter Verfügbarkeit in jeder Messstreckengruppe jeweils zwei Dauerreihenschaltungen parallel geführt. Somit kann im Falle einer Wartung in einer Messstreckengruppe die jeweilige Messstrecke getrennt werden, ohne die Messung zu beeinträchtigen bzw. im extremen Fall zu unterbrechen. Die eingesetzten Ultraschallgaszähler wurden vor der Inbetriebnahme auf einem Hochdruckprüfstand kalibriert. Bei der Inbetriebnahme wurden die Zähler nochmals eichamtlich überprüft.



Bild 6. Schaltschränke der Firma RMG by Honeywell mit Messwertregistriergeräten des Typs MRG 2203, DSfG- und Profibusgateways, Ethernetrouter, sowie Flow Computer des Typs ERZ 2104 und Analysedatenrechner Typ GC9000 VC installiert im Elektroraum der Gasbetriebseinrichtungen [9].

2.2.3 Das Datenmanagement

Die Kommunikation erfolgt derzeit über sechs, in der Endausbaustufe über insgesamt acht, hochredundante DSfG-Bussysteme. Durch diesen Aufbau wird eine hohe Verfügbarkeit der Messdaten erreicht, sowie ein Messwertverlust nahezu ausgeschlossen. Parallel dazu sind alle Auswertegeräte per Ethernet gekoppelt und über eine RMG by Honeywell Auswerteeinheit visualisiert. Dadurch entfällt die Bedienung der einzelnen Geräte bei Revisionsarbeiten. Das bedeutet eine wesentliche Erleichterung der Revisionsarbeiten vor Ort.

Die Ankopplung an das übergeordnete Leitsystem erfolgt über Profibus. Somit ist eine hochredundante eichfähige Gasmengen-, Qualitätsmessung und Messdatenregistrierung (MRG 2203 von RMG by Honeywell) sowie bis ins Detail selektierbare und Leitungsnetzbetreiber bezogene Datenfernübertragung sichergestellt. Für die Umwertung wurden Flow Computer der Firma RMG by Honeywell vom Typ ERZ 2104 eingesetzt.

Alle Leitungsnetzbetreiber sind messdatentechnisch voneinander abgekoppelt, dadurch ist die Daten - Integrität der einzelnen Leitungsnetzbetreiber gewährleistet. Diese Datentrennung wurde durch den Einsatz von Kommunikationseinheiten wie die DSfG-DFY von RMG by Honeywell realisiert.

Zuverlässige Mess- und Analysetechnik sowie Auswerte-, Registrier- und Datenfernübertragungsgeräte von RMG by Honeywell, ermöglichen hohe Redundanz, flexible Kommunikation, sichere Leitungsnetzbetreiber bezogene Datenfernübertragung und komfortable Revisionsdienste vor Ort.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten: durch die hohe Flexibilität, Integrationsfähigkeit der RMG by Honeywell-Produkte, sowie der Ingenieurleistung wurde eine sehr robuste, sowie eine hoch effiziente und zuverlässige redundante Systemlösung für einen extrem komplexen Sachverhalt unter eichrechtlichen Bedingungen für die Gasbetriebseinrichtungen des EWE Erdgasspeichers Jemgum realisiert. Diese Systemlösung gewährleistet ein hohes Maß an Datensicherheit und –management bei einer hohen Anzahl von Leitungsnetzbetreibern.

Am Beispiel dieses Gasspeichers konnte gezeigt werden, dass eine zukunftsweisende Systemlösung für den eichrechtlichen Betrieb eines Erdgasspeichers insbesondere unter veränderten Marktanforderungen (Liberalisierung des Gasmarktes) möglich ist.

Danksagung

Die Autoren danken der Firma EWE GASSPEICHER GmbH, die diese Veröffentlichung unterstützte.

Literatur

- [1] „Untertage-Gasspeicherung in Deutschland“, ERDÖL ERD-GAS KOHLE 128. Jg. 2012, Heft 11
- [2] <http://www.ewe-gasspeicher.de/erdgasspeicherung.php>
- [3] <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/versorgungssicherheit-deutschlands-erdgasspeicher-sind-fast-leer/8029294>
- [4] <http://www.ewe-gasspeicher.de/speicher-jemgum-h.php>
- [5] Freigegebene Grafik der EWE GASSPEICHER GmbH

- [6] EN ISO 6976, Internationale Norm: „Erdgas - Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung“, 2005
- [7] Zajc, A.: „Übersicht der Erdgasmessung mit Ultraschall unter besonderer Berücksichtigung der Online- oder „Live-Validierung“, gwf-Gas Erdgas, Juni 2012, 416
- [8] Freigegebenes Foto der EWE GASSPEICHER GmbH
- [9] Freigegebenes Foto der EWE GASSPEICHER GmbH

Autoren



Dr. Achim Zajc
 Product Marketing Manager
 Gas Metering |
 Honeywell Process Solutions
 RMG Messtechnik GmbH |
 Butzbach |
 Tel +49 6033 897-138 |
 E-Mail: Achim.Zajc@honeywell.com



Michael Friedchen
 Product Marketing Manager
 Gas Metering |
 Honeywell Process Solutions
 RMG Messtechnik GmbH |
 Butzbach |
 Tel +49 6033 897-Xx |
 E-Mail: Xxxxx@honeywell.com