

Anlage 2 zum Speichervertrag - Speicherkennlinien und Restriktionen

zwischen

XXX

nachfolgend "Speicherkunde" genannt

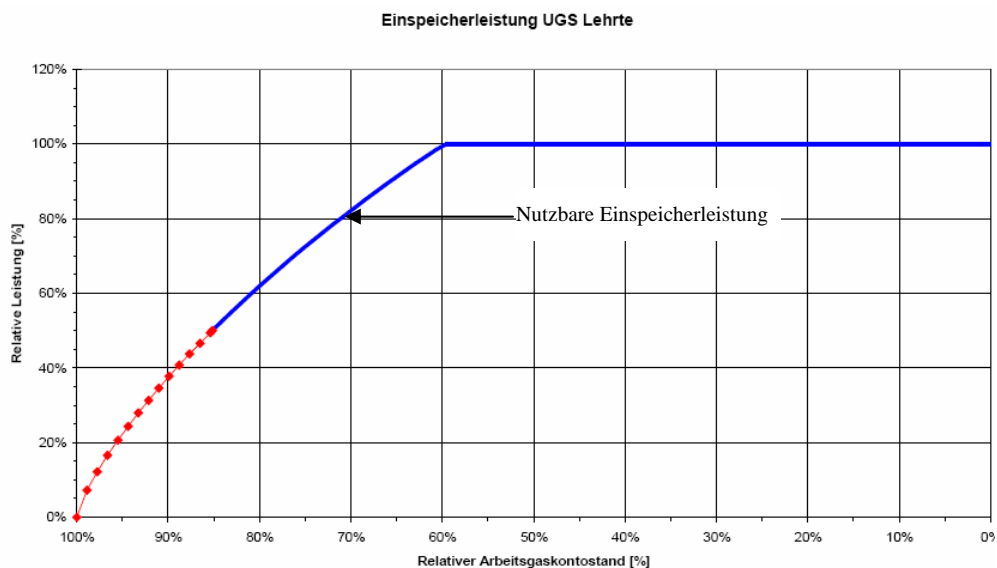
und

E.ON Avacon AG, Watenstedter Weg 75, 38229 Salzgitter

nachfolgend "Speicherbetreiber" genannt

I Einspeicherung Untertagespeicher Lehrte

Die dem Speicherkunden zur Verfügung stehende nutzbare Einspeicherleistung einer Stunde ist abhängig von Arbeitsgasstand des Speichers zu diesem Zeitpunkt und zwar wie in der folgenden prognostizierten Kennlinie dargestellt:



Die in der prognostizierten Kennlinie angegebenen relativen Werte sind auf die maximale Einspeicherleistung und das maximale Arbeitsgasvolumen normiert (siehe § 2 des Speichervertrages). Der rot punktierte Kurvenzug lässt sich nur durch einen intermetrierenden Einspeicherbetrieb darstellen.

Eckdaten der Einspeicherleistung

- Minimaler Kopfschließdruck des Speichers: 51 bar (abs.)
- Maximaler Injektionsdruck: 140 bar (abs.)
- Arbeitsgasvolumen: 35 Mio. m³(V_n)
- Maximale Injektionsrate des Kompressors: 20.000 m³(V_n)/h
- Minimale Injektionsrate des Kompressors: 10.000 m³/V_n/h

Methode zur Erstellung der Ein- und Ausspeicherprognose

Beide Prognosen basieren auf derselben Methodik, berücksichtigen jedoch die z.T. unterschiedlichen Eckdaten. Nachstehend wird der Ablauf der Prognoserechnungen beschrieben:

- Eckdaten für den Ein- und Ausspeicherbetrieb.
- Arbeitsgasvolumen des Speichers: Bestimmung des Zusammenhangs zwischen dem Arbeitsgasvolumen und dem statischen Druck.
- Das Druck-Volumen-Verhalten des Speichers und die Prognoserechnung wurde mit dem Auswertungsprogramm „Interpret“ der Firma „Paradigm Geophysical UK Limited“ analysiert.
- Zur Plausibilitätsprüfung der Prognoserechnungen wurden die Ergebnisse zusätzlich mit den Felddaten des praktischen Speicherbetriebs abgeglichen.

Restriktionen für die Einspeicherleistung

Beim Untergrundspeicher Lehrte handelt es sich um eine wirtschaftlich erschöpfte Erdöllagerstätte, die in den Jahren 1998/1999 zu einem Speicher umgerüstet worden ist. Der Porenraum der Lagerstätte enthält neben dem Speichergas auch Lagerstättenwasser und zusätzlich noch erhebliche Mengen an Restöl.

Das Restöl steht mit dem Speichergas in Wechselwirkung und enthält Paraffine, Erdölharze und Asphaltene. Die vorstehend genannten Komponenten im Restöl sowie die Wechselwirkung zwischen Restöl und Speichergas haben dazu geführt, daß die Ölviskosität im Verlauf des Speicherbetriebs signifikant angestiegen ist. Dies hat zu

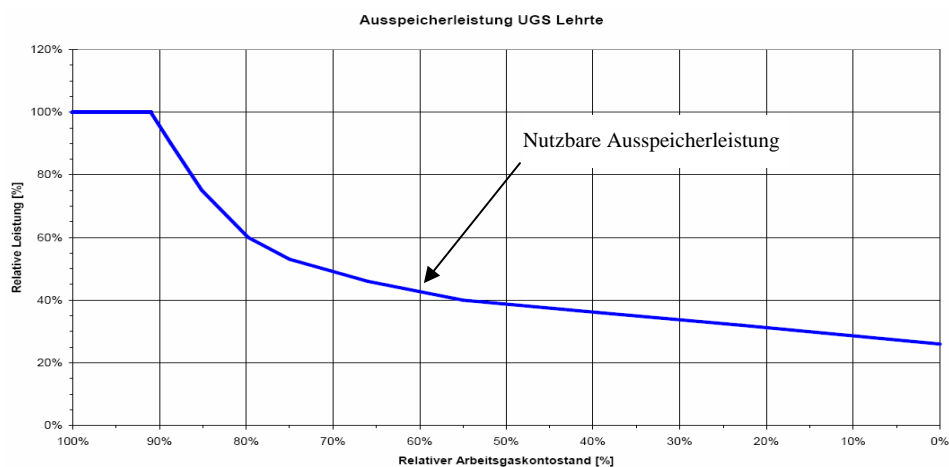
einer teilweisen Blockierung der Fließwege für das Speichergas geführt, letztendlich zu einer deutlichen Reduktion der effektiven Gaspermeabilität.

Die vorstehend beschriebene Reduktion der Durchlässigkeit schränkt die Möglichkeiten der Speichernutzung ein:

- Bei der Ein- und Ausspeicherung stellt sich relativ schnell ein hohes Δp ein.
- Der maximal zulässige Injektionsdruck wird beim Einspeichern vergleichsweise schnell erreicht, so daß danach nur noch ein intermittierender Betrieb möglich ist.
- Der minimal zulässige Fließdruck wird beim Ausspeichern vergleichsweise schnell erreicht, so daß danach nur noch ein intermittierender Betrieb möglich ist.
- Die minimale Einspeicherrate beträgt $10.000 \text{ m}^3(V_n)/\text{h}$ und darf nicht unterschritten werden. Ein Einspeicherzyklus muß mindestens drei Stunden betragen. Dabei sind die Kopfdrucke und Arbeitsgasfüllstände des gesamten Speichers sowie seiner drei Einzelschollen zu berücksichtigen.

II Ausspeicherung Untertagespeicher Lehrte

Die dem Speicherkunden zur Verfügung stehende nutzbare Einspeicherleistung einer Stunde ist abhängig von Arbeitsgasstand des Speichers zu diesem Zeitpunkt und zwar wie in der folgenden prognostizierten Kennlinie dargestellt:



Die in der prognostizierten Kennlinie angegebenen relativen Werte sind auf die maximale Ausspeicherleistung und das maximale Arbeitsgasvolumen normiert (siehe § 2 des Speichervertrages). Der rotpunktierte Kurvenzug lässt sich nur durch einen intermetrierenden Ausspeicherbetrieb darstellen.

Eckdaten der Ausspeicherleistung

- Maximaler Kopfschließdruck des Speichers: 140 bar (abs.)
- Minimaler Kopffließdruck: 51 bar (abs.)
- Arbeitsgasvolumen: 35 Mio. m³(V_n)
- Maximale Entnahmerate: 50.000 m³(V_n)/h
- Minimale Entnahmerate: 15.000 m³(V_n)/h

Restriktionen für die Ausspeicherleistung

Beim Untergrundspeicher Lehrte handelt es sich um eine wirtschaftlich erschöpfte Erdöllagerstätte, die in den Jahren 1998/1999 zu einem Speicher umgerüstet worden ist. Der Porenraum der Lagerstätte enthält neben dem Speichergas auch Lagerstättenwasser und zusätzlich noch erhebliche Mengen an Restöl.

Das Restöl steht mit dem Speichergas in Wechselwirkung und enthält Paraffine, Erdölharze und Asphaltene. Die vorstehend genannten Komponenten im Restöl sowie die Wechselwirkung zwischen Restöl und Speichergas haben dazu geführt, dass die Ölviskosität im Verlauf des Speicherbetriebs signifikant angestiegen ist. Dies hat zu einer teilweisen Blockierung der Fließwege für das Speichergas geführt, letztendlich zu einer deutlichen Reduktion der effektiven Gaspermeabilität.

Die vorstehend beschriebene Reduktion der Durchlässigkeit schränkt die Möglichkeiten der Speichernutzung ein:

- Bei der Ein- und Ausspeicherung stellt sich relativ schnell ein hohes Δp ein.
- Der maximal zulässige Injektionsdruck wird beim Einspeichern vergleichsweise schnell erreicht, so dass danach nur noch ein intermittierender Betrieb möglich ist.
- Der minimal zulässige Fließdruck wird beim Ausspeichern vergleichsweise schnell erreicht, so dass danach nur noch ein intermittierender Betrieb möglich ist

Zusätzliche Restriktion für die Ausspeicherleistung

Im Zuge des Ausspeicherbetriebes produzieren die Speicherbohrungen auch Lagerstättenwasser und Erdöl. Die mitgeförderten Flüssigkeitsvolumina können so groß werden, daß die Gasproduktionsrate reduziert werden muß, um den Flüssigkeitsanfall bewältigen zu können.

Zeitraum und Umfang der Flüssigkeitsproduktion sind nicht exakt zu prognostizieren. Das bedeutet, dass die mit dem Programm Interpret durchgeführten Prognoserechnungen für den Ausspeicherbetrieb nur den reinen Gasfluß berücksichtigen, aber nicht die Flüssigkeitsproduktion beim Ausspeichern.

Die minimale Ausspeicherrate beträgt $15.000 \text{ m}^3(V_n)/\text{h}$ und darf nicht unterschritten werden. Ein Ausspeicherzyklus muß mindestens drei Stunden betragen. Dabei sind die Kopfdrucke und Arbeitsgasfüllstände des gesamten Speichers sowie seiner drei Einzelschollen zu berücksichtigen.