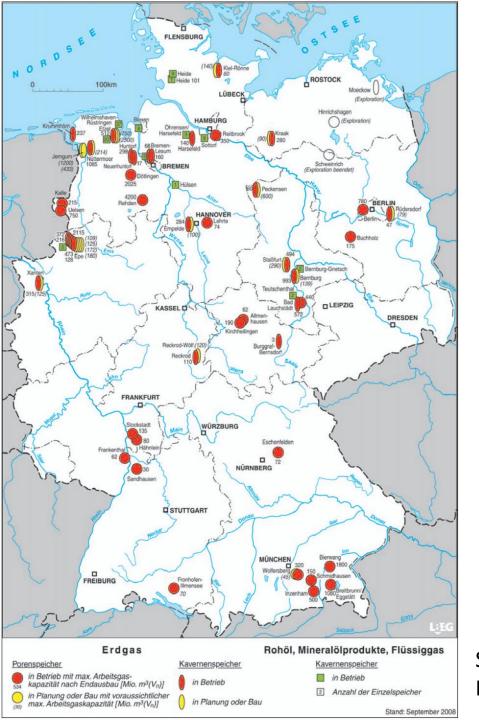
Cerville-Buissoncourt (Lorraine, France)

http://gisos.ensg.inpl-nancy.fr/pilot-sites/salt-mines/cerville-buissoncourt/

Oct. 2009

ai 2012, Friedeburg



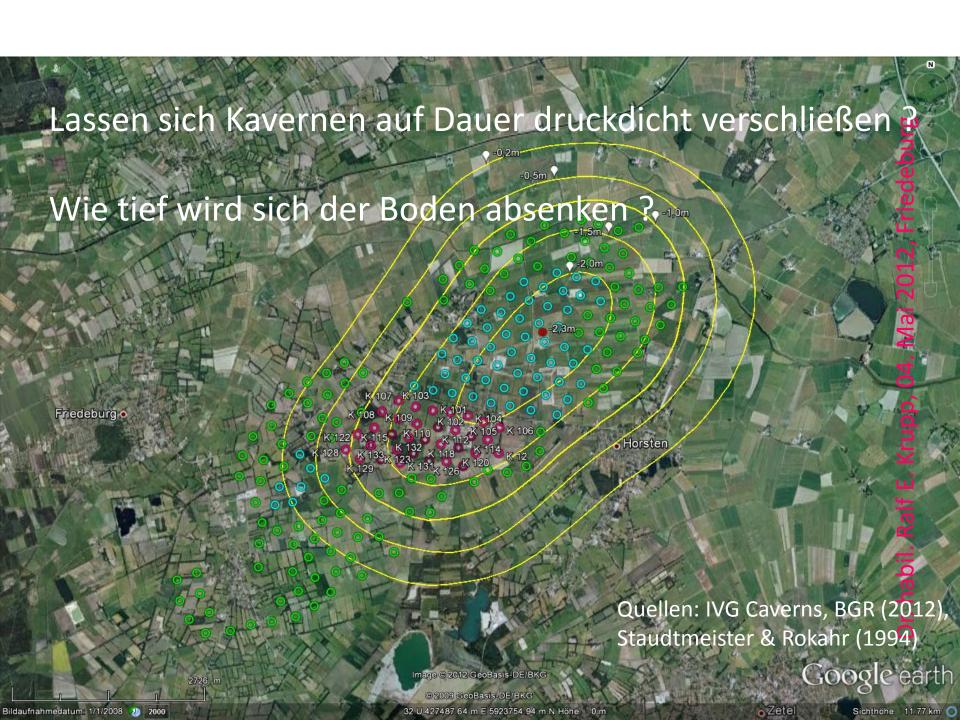
Politische Fragen:

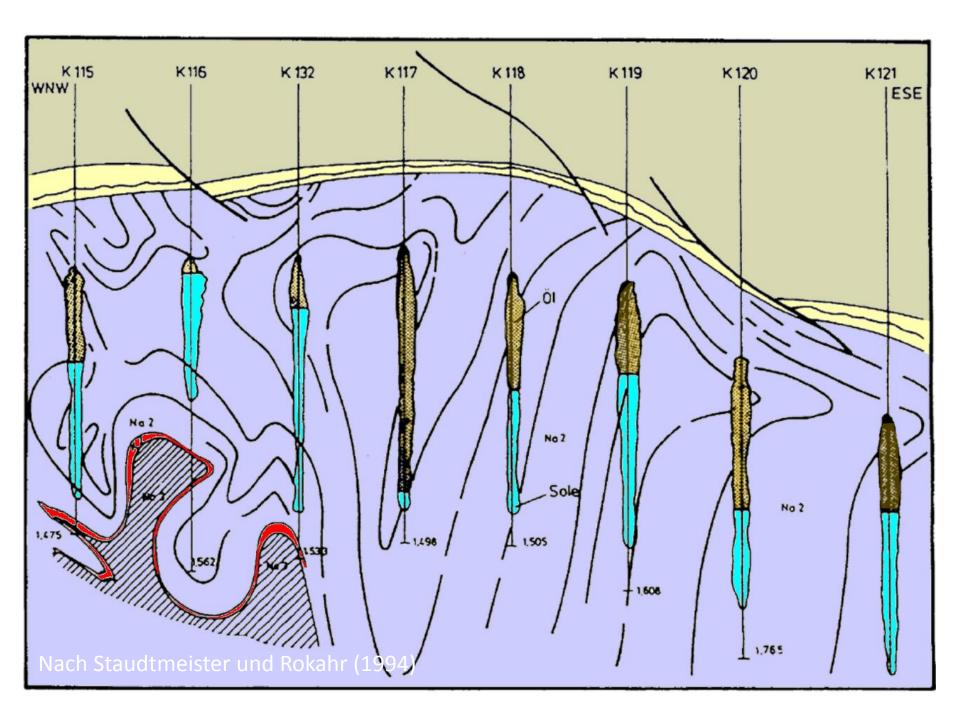
Wie viele Kavernenspeicher braucht Deutschland?

Wo hört die strategische Vorratsspeicherung auf, und wo beginnt das reine Spekulationsgeschäft?

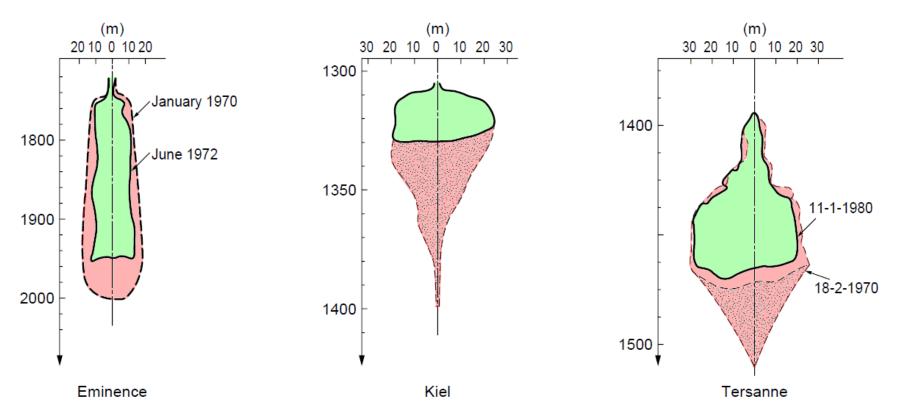
Müssen die Bürger für Spekulationsgeschäfte Einschränkungen ihrer Grundrechte hinnehmen?

Sedlacek R (2009) ERDÖL ERDGAS KOHLE 125. Jg. 2009, Heft 11





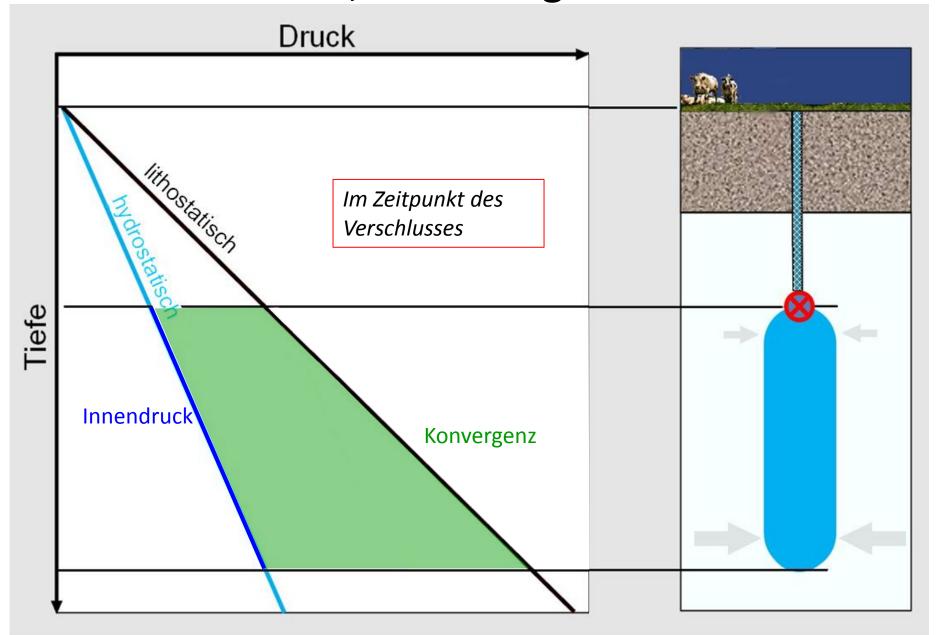
Konvergenz von Kavernen



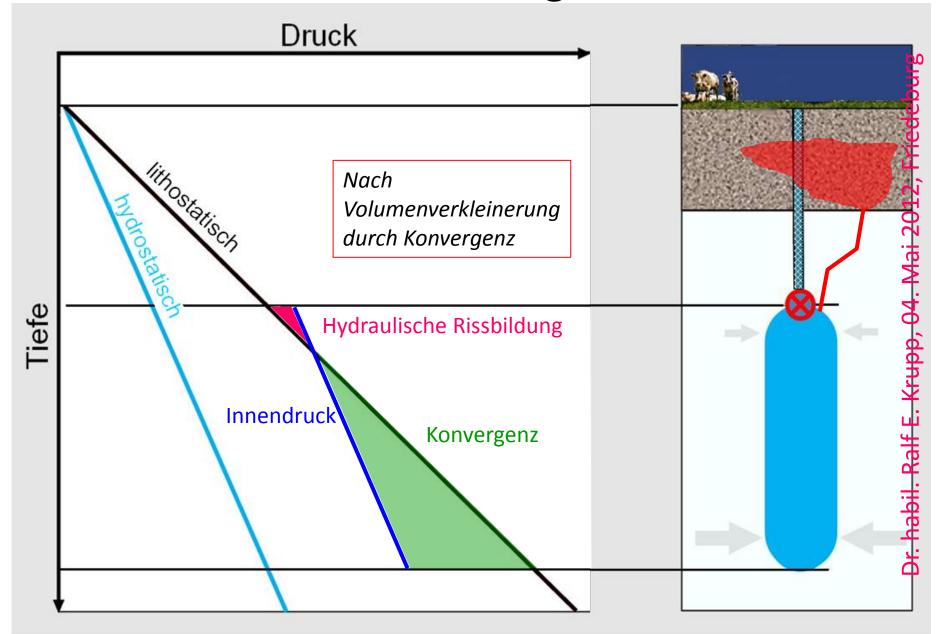
Creep effects in Eminence (Mississippi), Kiel (Germany) and Tersanne (France). The dotted surfaces represent insolubles sedimented at the cavern bottom. Volume losses for the Kiel cavern are not represented.

P Bérest and B Brouard / Safety of Salt Caverns Used for Underground Storage Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP, Vol. 58 (2003), No. 3

Verschlossene, mit Sole gefüllte Kaverne



Verschlossene, mit Sole gefüllte Kaverne



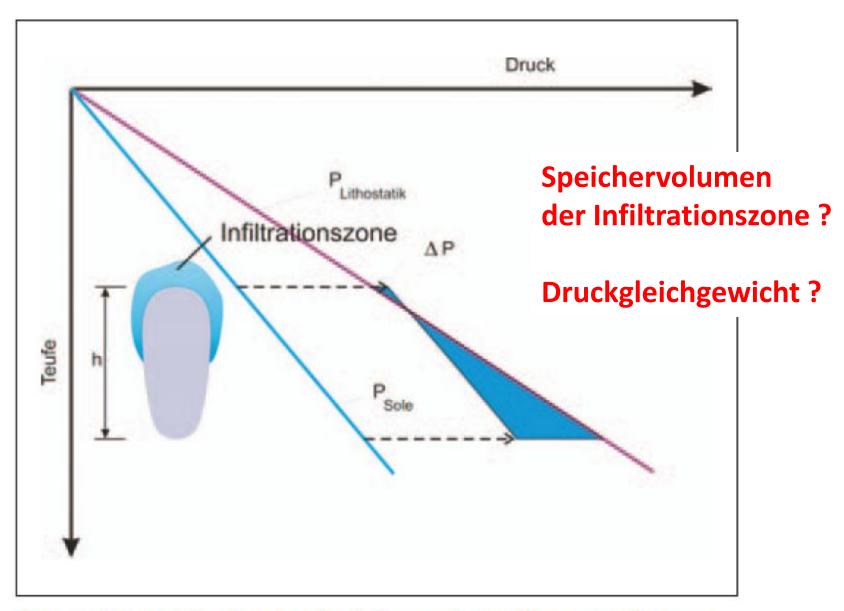
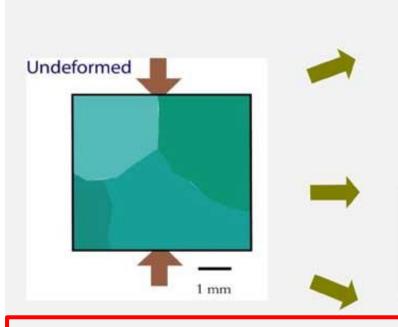


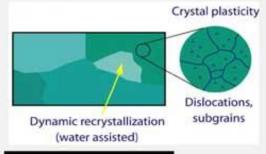
Abb. 2 Prinzipieller Druckverlauf einer endverschlossenen Kaverne Schmidt et al. (2006)

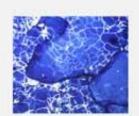
Deformation mechanisms of Halite



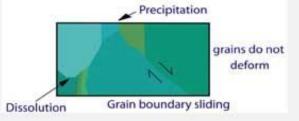


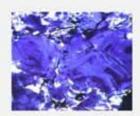
1. Dislocation creep





2. Pressure solution





- + 2. occur together during "normal" salt tectonics
- 3. in deep subsurface only under lithostatic fluid pressure

3. Plasticity and microcracking





Johannes Schoenherr*
Janos L. Urai
Ralf Littke
Peter Kukla

Mark Newall Nadia Al-Abry Jean-Michel Larroque

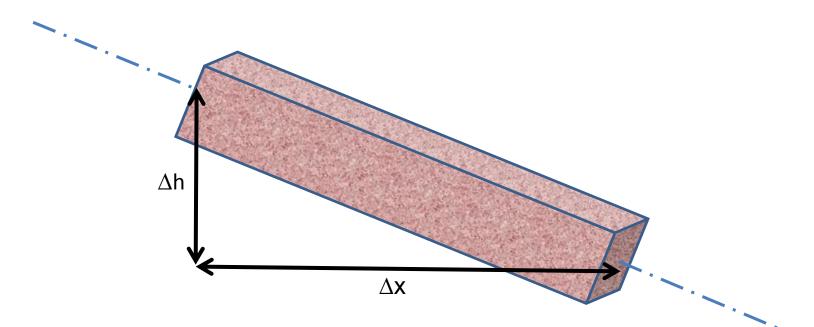
Wirkung der Dilatanz

- → Sekundärporosität, Werte < 0,1 %
- → d.h., >1000-faches Kavernen-Volumen als Speicher-Volumen erforderlich
- → Kornverband und Standsicherheit gehen verloren



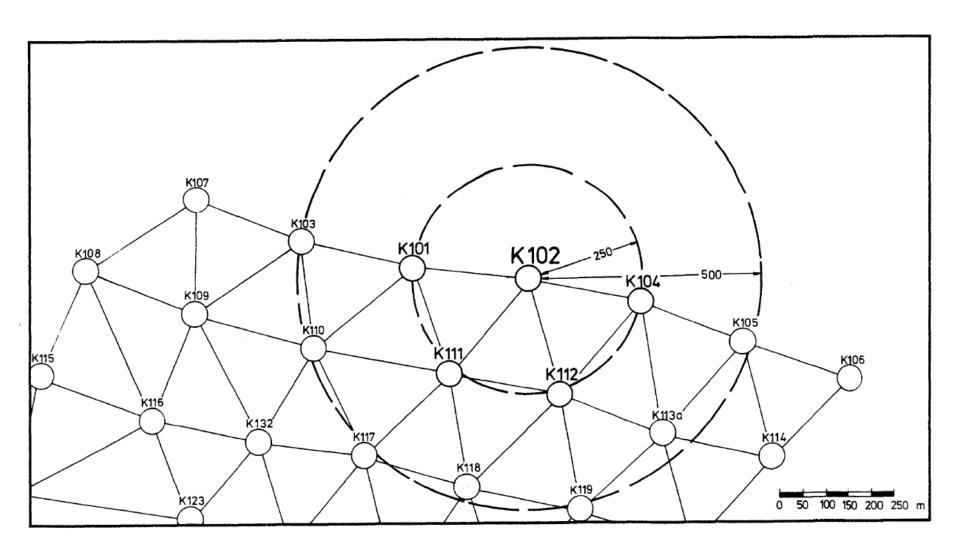
Darcy-Gesetz: $vf = -kf \cdot grad h$

- vf ist die Filtergeschwindigkeit [m³/m²s], oder [m/s]
- kf ist eine Material-Konstante [m/s]
- grad h ist die Druckänderung (Höhendifferenz) mit den Raumkoordinaten [m/m]



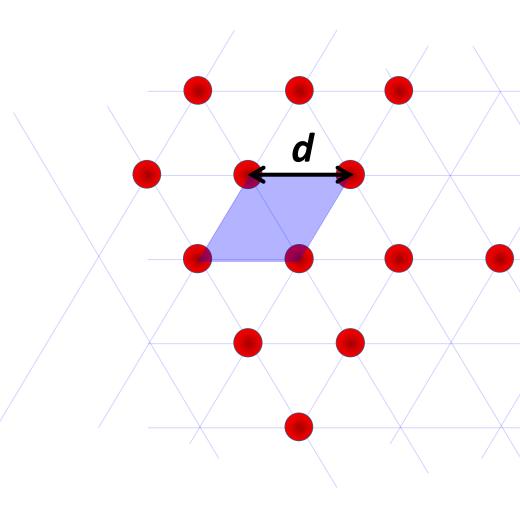
- → Dilatanz verändert das Gefüge und die Durchlässigkeit (kf-Wert)
- → kf-Wert ist keine Konstante mehr, sondern wird druckabhängig
- → Kein Ende der der Konvergenz durch Druck-Gleichgewicht

Senkungsberechnungen



Quelle: Staudtmeister und Rokahr (1994)

Senkungsberechnungen



Einzelne Feld-Kaverne:

 $A_{Teilfläche} = d^2 \cdot sin(60^\circ)$

S_{Teilfläche} = V_{Kaverne} / A_{Teilfläche}

Ganzes Kavernenfeld:

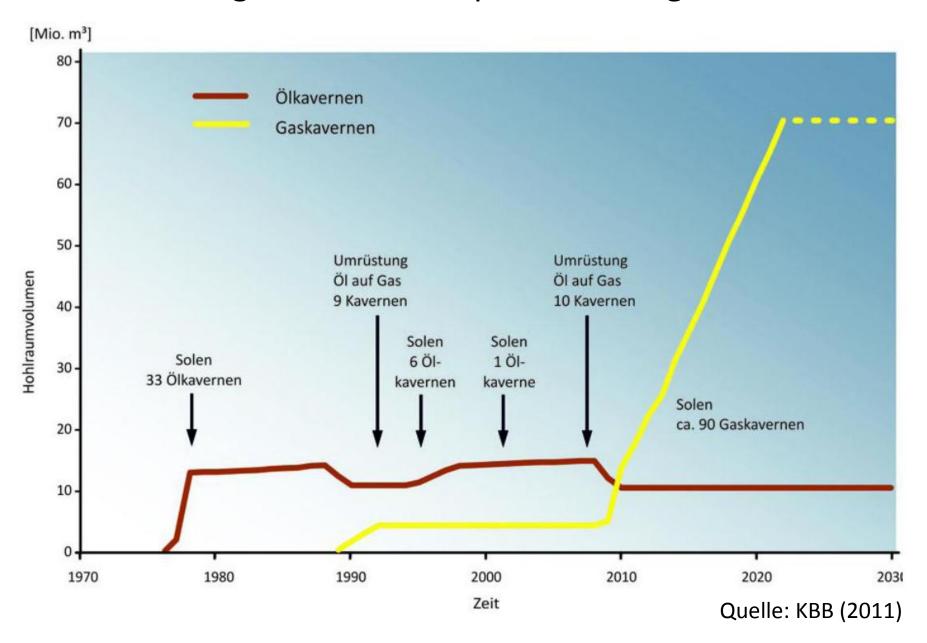
Senkungsbetrag altes Kavernenfeld (33): 13.600.000 m³ / 2.300.000 m² = 5,91 m

Fazit

- Bei vertikal aus gedehnten, solgefüllten Kavernen wird die Konvergenz jeden druckdichten Verschluss durch Rissbildung und Leckage zerstören.
- Die Leckage kann sowohl über einen Makro-Riss als auch über ein geschädigtes Korngefüge (Mikro-Risse) erfolgen.
- Infiltrationszonen im Steinsalz haben zu geringe
 Speicherkapazitäten um den Kavernen-Inhalt aufzunehmen.
- Die Konvergenz wird bis zur vollständigen Auspressung der Sole fortschreiten.
- Das Senkungsvolumen entspricht im Endstadium dem Volumen des ausgesolten Salzes.



Entwicklung der Kavernenspeicher-Anlage Etzel.

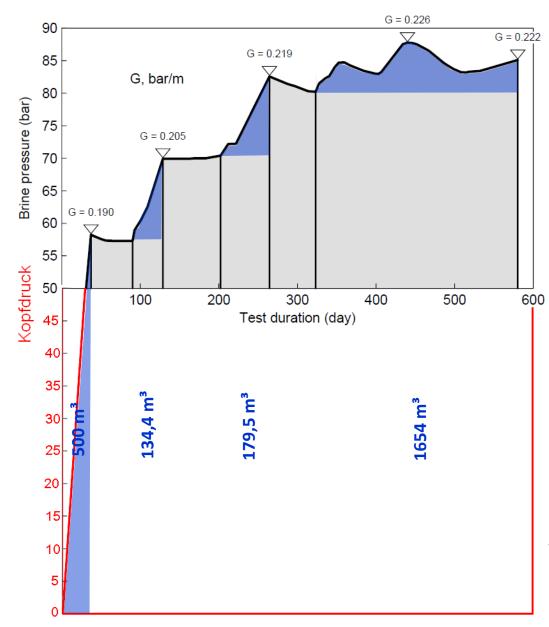


Berest & Brouard (2003) Safety of Salt Caverns Used for Underground Storage. *Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP, Vol. 58 (2003), No. 3*

"It is expected that creep ends when the cavity pressure balances the overburden pressure. In fact, as pointed out by Wallner (1988) and Ehgartner and Linn (1994), an exact balance is reached only at cavern mid-depth.

Salt rock is heavier than brine and, in the final state, brine pressure at the cavern top will exceed the geostatic pressure by an amount that is larger when the cavern is taller.

If the cavern is tall enough, the rock tensile strength will be exceeded, and fracturing becomes likely."



Nach Staudtmeister und Rokahr (1994) (Farbige Elemente zum besseren Verständnis ergänzt.)