

## Salt Structures – Exploration and Limits of Interpretation

### Salzstrukturen – Exploration und Grenzen der Interpretation

STEFAN FOLLE, Hannover

**Key words:** Salt structures; World; Exploration; Interpretation; Geophysics; Seismics; Logging

#### Abstract

Commercially used salt structures provide raw material for foods, agriculture and chemistry. Apart from recent occurrences in salt lakes and the evaporation of sea water the dominant industrial use is focused on structures related to the subsurface. Furthermore excavations mined in these structures are used for storage purpose. Stored media are mainly gas & oil. Beyond this use salt is of importance due to the fact that oil and gas recoveries are very often related to salt structures. Mining of the salt is performed by blasting, cutting and by dissolution.

The structural variety is immense. The range is from evenly stratified bedding to extremely complicated diapirs with steep and folded strata. Quite often broken strata of anhydrite or carbonate “float” within the salt like rafts. The structural understanding of a salt province is important for avoiding exploration risks. Faulted areas have to be avoided as well as boundary zones to the overburden, which could have a negative influence on tightness aspects. Furthermore in diapirs quite often undesired evaporite sequences are accumulated in its periphery.

Whereas in humid climate the salt mass is partially dissolved but also protected by a cap of residual rocks, outcropping salt in arid climates is carstified and thus of limited use specifically if developed as salt glaciers whose main salt mass is above respectively close to the surface. Specifically the irregular shape of structures makes them hard to detect by geophysical methods. Extreme cases where significant misinterpretation can occur are mud diapirs, gas chimneys and salt glaciers since the seismic images are very similar. Whereas bedded salt strata are displayed very well, steep layered salt, specifically if developed as a structure piercing through the overburden and dragging respectively overturning and faulting the adjacent rocks, is preferably be outlined by a combination of geophysical methods. Either the direction of investigation – horizontal or vertical – can help or the application of different physical principles.

Often the internal structure of salt, particularly if the physical properties of characteristic strata are not significantly different, can only be determined on the base of drilling results. The effect of ongoing drilling or mining on the structural interpretation is mostly associated with a significant increase of internal complexity as well as shrinking of the external outline particularly in the case of diapirs.

#### Zusammenfassung

Wirtschaftlich genutzte Salzstrukturen versorgen die Nahrungsmittelindustrie, die Landwirtschaft sowie die chemische Industrie mit Rohstoffen. Vom Salzabbau in Salzseen und der Meerwassereindampfung abgesehen, dominiert die industrielle Nutzung untertägiger Vorkommen. Darüber hinaus werden Hohlräume zu Speicherzwecken aufgeföhren. Speichermedien sind hauptsächlich Erdgas und Rohöl. Darüber hinaus sind salinare Strukturen für die Abdichtung von Öl- und Gaslagerstätten von Relevanz. Der Bergbau im Salz erfolgt schneidend und schießend sowie durch Solung.

Die strukturelle Vielfalt ist außerordentlich groß. Die Bandbreite umfasst flache, gleichmäßig gelagerte Strukturen bis hin zu extrem komplizierten Diapiren mit steiler und verfalteter Lagerung. Nicht selten „treiben“ karbonatische oder sulfatische Komplexe floßähnlich im Salz. Das strukturelle Verständnis für eine Salzprovinz bestimmt maßgebend die Reduzierung von Explorationsrisiken. So müssen gestörte Bereiche vermieden werden wie auch die Grenzregion zum Deckgebirge, die einen negativen Einfluss auf die Dichtheitsproblematik haben.

Während in humiden Klimaten die Salzmassen verstärkt einem Lösungsprozess unterworfen sind, demgegenüber aber auch schützendes Hutgestein gebildet wird, ist oberflächlich anstehendes Salz in ariden Klimazonen karstifiziert und nur begrenzt zugänglich, insbesondere im Falle von Salzgletschern, deren Hauptmasse häufig über bzw. nahe der umgebenden Erdoberfläche ist.

Die unregelmäßige Form von Strukturen macht sie für geophysikalische Methoden schwer erkennbar. In extremen Fällen stehen signifikante Fehlinterpretationen in Zusammenhang mit Schlammdiapiren, Gasvorkommen und Salzgletschern. Hier kann es zu Ähnlichkeiten des seismischen Bildes mit „normalen“ Salzstrukturen kommen. Während sich gleichmäßig geschichtete, flache Lagerung mit entsprechenden Explorationsmethoden gut darstellen lässt, sind Evaporite in steiler Lagerung, vor allem wenn sie Strukturen bilden, die das Deckgebirge durchstoßen und verschleppt haben, z. T. mit inverser Lagerung und Bruchbildung, nur in Kombination unterschiedlicher geophysikalischer Methoden darstellbar. Dem kann man begegnen, indem die Untersuchungsrichtung variiert wird – horizontaler Einsatz von Überflüge, vertikaler aus einem Bohrloch heraus –, oder Methoden, die auf unterschiedlichen physikalischen Prinzipien beruhen, angewandt werden.

Insbesondere wenn die physikalischen Eigenschaften charakteristischer Lagen nur wenig voneinander differieren, kann die Internstruktur nur durch Bohrungen erschlossen werden. Dabei stellt sich oft der Effekt ein, dass mit zunehmender Erkundung, vor allem bei Diapiren, strukturelle Komplizierung und Reduzierung einhergehen.