



Doctoral Thesis

Stratigraphische und rheologische Untersuchungen sowie Klüftstudien an Evaporiten der mittleren Trias in der Nordschweiz(Bergwerk Felsenau)

Author(s):

Baumann, Werner Franz

Publication Date:

1984

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000340509> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7457

STRATIGRAPHISCHE UND RHEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
SOWIE KLUFTSTUDIEN AN EVAPORITEN DER MITTLEREN TRIAS
IN DER NORDSCHWEIZ (BERGWERK FELSENAU)

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels eines
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Werner Franz Baumann

dipl. Petrograph Universität Zürich

geboren am 22.12.53

von Bern

Angenommen auf Antrag von:

Prof. K.J. Hsü, Referent

Dr. W.H. Müller, Korreferent

1984

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Untersuchungen im Bergwerk Felsenau (Nordschweiz) zeigten, dass das Ablagerungsmilieu bei der Bildung den Unteren Gips-Schichten (Ladinian) im Bereich der Felsenau kontinental und eventuell supratidal war. Es konnten triadische Entwässerungssysteme entdeckt werden, wie sie bis heute in den nordschweizerischen Evaporiten der Mittelern Trias noch nicht beschrieben wurden. Die Beobachtungen lassen vermuten, dass die verschiedenen Salzlager der Nordschweiz nicht in einem zusammenhängenden, sondern in einzelnen, durch kleinere Hochstrukturen getrennten Becken gebildet wurden. Die Verhältnisse können mit rezenten Sebkegebieten verglichen werden, die nur selten von Springfluten überflutet werden.

Die jüngere Deformation der evaporitischen Serie in der Felsenau kann mit der Mettauer-Störungszone in Verbindung gebracht werden. Sie macht sich im Bergwerk Felsenau mit ihren letzten südlichen Ausläufern bemerkbar. Als am leichtesten zu verformendes Gestein bot sich der Gips an. Die rheologischen Untersuchungen zeigen, dass das Fliessverhalten von Gips mit demjenigen des duktilen Halits verglichen werden kann. Die Fliessfestigkeit von Anhydrit, unter gleichen Bedingungen, liegt viel höher als jene von Gips oder Halit.

Die Deformationen der Mettauer Überschiebung wurden durch die Ton-Gips-Serie (evtl. mit wenig Salz) aufgenommen. Die Anhydritschichten verhielten sich dagegen kompetent. Bei tieferen Temperaturen und kleinen Verformungsraten wurde der Gips entwässert. Der Verlust des Wassers setzte die Fliessfestigkeit des Ton-Gips-Gesteins noch weiter herunter. Durch die Phasenumwandlung von Gips in Anhydrit wurde aber schliesslich, bei genügend grosser Verformung, die Fliessfestigkeit heraufgesetzt. Am Ende der Deformation brachen die Anhydrit- und zum Teil auch die tonigen Schichten spröd.

Mit den Beobachtungen über die Rheologie des Gipses lassen sich auch Phänomene, wie der Sulfatdiapirismus, erklären. Anhydritdiapirismus ist als Folge eines Gipsdiapirismus zu verstehen, bei dem während der Deformation der Gips entwässert wurde.

Die Verheilung von Klüften, die durch tektonische Ereignisse (z.B. Mettauer-Störungszone) gebildet und nicht durch eine weitere Deformation geschlossen wurden, ist von verschiedenen Faktoren wie Fliessgeschwindigkeit des Kluftwassers, hydraulischer Gradient,

Wasserchemismus, abhängig. Sofern die Klüfte mit einem Aquifer in Verbindung treten wird unter ganz bestimmten Bedingungen die Kluft verkleinert. Ein ganz entscheidende Rolle spielt dabei die Fliessgeschwindigkeit. Soll sich die Kluft verschliessen, muss die Fliessgeschwindigkeit einen kritischen Wert unterschreiten (unter 1m/h). Daneben muss das Wasser an Ca^{2+} - und SO_4^{2-} -Ionen soweit angereichert sein, dass Gipsneubildungen möglich sind.

Ein früheres Verschliessen ist nur über den Weg eines mechanischen Verstopfens, und einer damit verbundenen Erniedrigung der Fliessgeschwindigkeit, möglich.

Sind die Randbedingungen erfüllt, so wird sich, geologisch gesehen, eine Kluft schnell durch Gipsneubildungen verschliessen.

Sind die Klüfte nicht mit einem Aquifer in Verbindung getreten, können sie sich unter Umständen ebenfalls verschliessen. Es ist allerdings wichtig, dass das bei der Dehydration des Gipses freigewordene Wasser das Gesamtsystem nicht verlässt. Nach der Deformation konnte sich das Wasser in den Klüften wieder ansammeln, wo es dann zu Fasergipskristallneubildungen kam. Durch die Bildung von Gips wurde dem System Wasser entzogen; gleichzeitig reicherte sich Halit an und schied schlussendlich neben Gips und/oder Anhydrit aus der Lösung aus.

A b s t r a c t

Investigations in the mine of Felsenau (northern part of Switzerland) show that the deposition of the lower gypsum-Schicht of the Ladinian age in the area of Felsenau was continental or supratidal sedimentation. A drainage system of Triassic age was observed which has not been previously described in the evaporates of the middle Trias of north Switzerland.

Our observations indicate that the various salt deposits of the northern part of Switzerland were not deposited in a large, continuous basin, but in small, individual basins each separated by ridges. The same mechanism of evaporite sedimentation can be observed in recent Sebkas.

The youngest deformation phase of the Felsenau area is connected with the Mettauert thrust zone. The southernmost parts of this thrust zone can be found in the Felsenau mine.

Rheological investigations of gypsum (by small strain rates) show that the flow behaviour of gypsum can be compared to that of a ductile halite. Anhydrite has a higher flow resistance than materials such as gypsum or halite.

The overall deformation of the Mettauert thrust zone took place inside clay-gypsum-(halite)-mixture, where the anhydrite layers showed a more competent behaviour. With a high amount of strain at lower temperature, a dehydration of gypsum takes place. If this happens, the water will further reduce the flow resistance of the mixture.

With increasing deformation, the rheology of anhydrite becomes more dominant because of the phase change of gypsum to anhydrite. During the last stage of deformation the anhydrite and also the clay show a brittle behaviour.

Our results of the rheology of gypsum can be used to explain phenomena like sulfate diapirism. Therefore anhydrite diapirism results from a gypsum diapirism because during the deformation a dehydration of gypsum takes place.

The sealing of extensional vein systems which are due to tectonic events (i.e. Mettauert thrust zone) depends upon various factors for example the flow velocity, the hydraulic gradient, the chemistry of the water, etc.. If the open vein system is in contact with an aquifer, then, under certain conditions, the vein will close. The flow velocity has a great influence on this mechanism. To start the growth of new gypsum crystals the flow velocity must be under a critical limit (less

than 1 m/h). In addition the water must be saturated with enough Ca^{2+} and SO_4^{2-} -ions to enable the formation and growth of gypsum crystals. A closing of the vein system can also be achieved by mechanically induced clogging of the veins which results in a reduction of the flow velocity. Under the given boundary conditions an open vein system will be mended and sealed relatively fast through the formation and growth of new gypsum crystals.

If the open vein system is not in contact with an aquifer, then, under certain conditions, the veins will also seal. However it is very important that the water which is set free during the dehydration of gypsum does not leave the system. After the deformation, the water incorporated in the vein system will enable the formation and growth of new fibrous gypsum crystals. During the latest phase of the precipitation of the residual water, the salt that has been dissolved from the adjacent rock will form halite crystals together with gypsum and/or anhydrite.