

Ernst Fulda (1885-1960) – der Erforscher der deutschen Salz- und Kali-Lagerstätten

Fritz Pfaffl

Zusammenfassung

Nach der Eröffnung des Staßfurter Kalisalzbergbaues 30 km südlich von Magdeburg im Jahre 1861 setzte die Erforschung der deutschen Salzlagerstätten des Zechsteines ein, die zuerst 1865 von BISCHOF eingehend beschrieben wurden. In der Folgezeit haben sich dann gleichzeitig Chemiker und Geologen besonders mit dem Problem der Entstehung der Kalisalze beschäftigt (FULDA 1935). Schon frühzeitig wurde das Vorkommen von Steinsalz in der Zechsteinformation bekannt. Beim Abteufen eines Kupferschieferschachtes bei Bottendorf an der Unstrut fand man im Jahre 1735 einen der Auslaugung entgangenen Rest des Älteren Steinsalzes. Drei wichtige Rohstoffe liefert der Zechstein: Erdöl, Kupfer im Kupferschiefer und Dünge- und Kalisalz.

- Fulda-Formation (zFu)
- Friesland-Formation (zFr)
- Ohre-Formation (zO)
- Aller-Formation (zA)
- Leine-Formation (zL)
- Staßfurt-Formation (zS)
- Werra-Formation (zW)

Sie erscheinen alle, wenn die Abfolgen vollständig entwickelt sind. Sie verändern sich sowohl in abnehmender Anzahl, als auch in ihren lokalen Spezialentwicklungen vom Salzbecken zum Rand hin. In Baden-Württemberg z. B. sind jetzt 4 Formationen angeführt, noch vor wenigen Jahrzehn-

Die Erforschung der Zechstein-Epoche

Nach FULDA (1935) ging die Erforschung des Zechsteins von den zutage tretenden Schichten aus, die zumeist nur unvollkommene Skelette von salinaren Schichtfolgen sind, welche in der Nähe der Erdoberfläche zum größten Teil zerstört wurden. Erst die Tiefbohrergebnisse und die bergbaulichen Aufschlüsse haben einen tieferen Einblick in den Werdegang des Zechsteins ermöglicht. Der deutsche Zechstein unterscheidet sich von vielen anderen Formationen dadurch, dass an seinem Aufbau besonders viele chemische Ausscheidungen (Mineralien) aus Lösungen teilnehmen und in ihrer Menge die klastischen Bildungen weit übertreffen, die sonst gewöhnlich an erster Stelle stehen. Die wichtigsten Gesteinsbildner des Zechsteins sind Steinsalz und Anhydrit. Von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind die Kalimagnesiasalze.

Die Gliederung in Unteren, Mittleren und Oberen Zechstein wurde nach den oberflächlichen Aufschlüssen allein aufgestellt in einer Zeit, in der nur sehr wenige Tiefbohrungen ausgeführt waren. Nach FULDA (1935) stößt der Vorschlag, den Zechstein vom genetischen Standpunkt aus in eine Reihe von Salzfolgen zu gliedern, auf gewisse Schwierigkeiten. Der gewissermaßen „schulmäßige“ Ablauf der Älteren Salzfolge von Staßfurt wiederholt sich in anderen Fällen, in denen mehrere Kalilager mitten in eine Steinsalzsichtenfolge eingeschaltet sind. Die Kalilager bilden also nicht immer den Abschluß von Salzfolgen. Manchmal fehlen sie auch gänzlich.

Die moderne Gliederung unterscheidet heute 7 Formationen, die 7 Salzyklen entsprechen:



Bergat Dr. Ing. Ernst Fulda (1885-1960).
Aus: Geologie, Jahrgang 5, S. 3, Berlin, 1956.

Oberes Jüngerer Salzgebirge (83,6 m)	
Schneesalzzone 67,6 m	Rosa Steinsalz 8 m
	Weißer Anhydrit mit Carnallitnestern 5 „
	Graurötliches Steinsalz 0,6 „
	Hellrosa Steinsalz 4 „
	Reines weißes Steinsalz 20 „
	Weißes Steinsalz mit dünnen Anhydritlagen 20 „
	Stark gebändertes weißes Steinsalz 8 „
	Steinsalz mit Pegmatitanhydritbänkechen 2 „
	Pegmatitanhydrit 1 „
	Roter Salzton 15 „
Mittleres Jüngerer Salzgebirge (78,5 m)	
Tonflockensalz 15,5 m	Reines rötliches Steinsalz 2 m
	Toniges Steinsalz 0,5 „
	Reines rötliches Steinsalz 3 „
	Toniges Steinsalz 2 „
	Graurötliches unreines Steinsalz 8 „
	Flöz Riedel (Grauroter Sylvinit) 3 „
	Schwadensalz 15 „
	Anhydritmittelsalz 30 „
	Bändersalz } Weißes Steinsalz 15 „
	Gebanktes Steinsalz }
Unteres Jüngerer Salzgebirge (80 m)	
	Flöz Ronnenberg (Weißer Sylvinit) 10 bis 25 m
	Kieseritzzone 0,5 „
	Orangeaugensalz 5 „
	Liniensalz 25 „
	Basissalz 1,5 „
	Hauptanhydrit 30 „
	Grauer Salzton 4 „
	Decksteinsalz 0,3 „
Älteres Salzgebirge	
	Flöz Staffurt (Hartsalz) 10 „
	Übergangsschichten 6 „
	Älteres Steinsalz ? „

Abb.1

Etwa 12 km NO von Celle liegt der Salzstock von Höfer mit dem Schacht Mariagluck. Die Aufschlüsse des Kali-bergwerkes Mariagluck sind in stratigraphischer Hinsicht recht bemerkenswert. Sie umfassen eine lückenlose Schichtenfolge vom Älteren bis zum oberen Jüngerer Steinsalz und enthalten drei bauwürdige Kalisalzlager, nämlich die Flöze Staffurt, Ronnenlager und Riedl. Es gibt kein zweites Hannoversches Kaliwerk, das ein ebenso vollständiges Profil erschlossen hätte. Gewöhnlich fehlen Aufschlüsse im Oberen Jüngerer Steinsalz, das gerade auf Mariagluck zur Gewinnung von Speisesalz ganz besonders beachtet wird. (aus FULDA, 1935, S. 180)

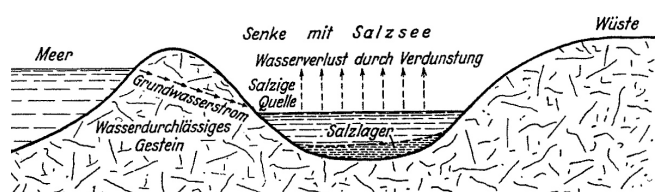


Abb.2

Entstehung eines Salzlagers in einer kontinentalen Depression in der Nähe des Meeres. (aus FULDA, 1935)

ten wurde Zechstein als Schichtlücke zwischen den Fangglomeraten des Oberrotliegenden (z. B. Battertfelsen NO oberhalb Baden-Baden) und Buntsandstein angenommen. Der unterste, z. T. gelbliche Anteil der roten Sandsteinabfolge vom Buntsandstein, der fast nur noch locker sandig vorliegt (auffällig: kurze Talweitungen kurz vor dem Auftauchen von Grundgebirge), wird als Bröckelschiefer heute schon zum oberen Zechstein (zo) statt damals noch zum Buntsandstein gerechnet. Wikipedia führt in der Sparte Zechstein noch einige Formationen an Beckenrändern auf, es genügt aber hier, wenige Regionen am Südostrand des Beckens zu betrachten: Im Odenwald ist bei Zipfen (Hering) in der Nähe von Otzberg die Grenze Buntsandstein – Grundgebirge aufgeschlossen, sie wird durch eine Zone mulmartiges Manganerz mit Eisenanteil markiert, was ab hier den Zechstein nach Norden einleitet. Im Spessart ist der Zechstein immerhin 50 m mächtig, salzarm, doch leichter Stufenbildner wegen des auftretenden Zechsteindolomits (zm, D) im unteren Bereich des mittleren Zechsteins, darunter erscheint noch der Kupferschiefer als Vertreter des unteren Zechsteins (zu), der z. B. bei Huckelheim Kupfer- und Kobalterze geliefert hat, beim Hauptvorkommen in Bieber Kobalterze, schon deutlich weiter im Becken drinnen bei Richelsdorf Kupfer-Arsen-Erze mit Kobaltphasen einer modifizierten U-Bi-Co-Ni-Ag-Erzformation Typ Wittichen (Schwarzwald). Nördlich, NO und NW (je Lage dieser) der höheren Mittelgebirge ist dann das Zechsteinbecken voll entwickelt.

Nach UDLUFT (1968) begann der Abbau der Salzstöcke erst 1901. Vorher lag die Erschließung der Abraumsalze zunächst bei den Bergleuten. Die Bedingungen für die Salzausscheidungen in physikalisch-chemischer Hinsicht, ihre thermisch-mechanischen und tektonischen Umwandlungen wurden fast ausschließlich von Mineralogen und Chemikern der Hochschulen experimentell untersucht. Die Paläogeographie und Paläoklimatologie als Voraussetzungen für die Bildung von Salzlagerstätten wurden gleichfalls von Hochschulgeologen erforscht. Selbst die Auseinandersetzung über den kontinuierlichen oder episodischen Salzaufstieg spielte sich größtenteils außerhalb der geologischen Landesanstalt Berlin ab. Festgehalten zu werden verdienen jedoch die exakten Zechsteinprofile von E. Zimmermann (1860-1944), die in der Zeit des aufblühenden Kalibergbaues entstanden sind und durch Plattendolomit, grobkörnigen Anhydrit, sowie Grauen und Roten Salzton in ihrer Beziehung oder Vertretung ihre stratigraphischen Marken erhielten. P. Woldstedt (1888-1973) ist die Beschreibung von Formentypen der Salzstöcke zu verdanken. E. Fulda (1930) gab außer zahlreichen Aufsätzen mit vielen Zechsteinprofilen im Band „Zechstein“ des Handbuches der Stratigraphie Deutschlands eine Zusammenstellung und einen Vergleich der einzelnen Zechsteinbecken und lieferte den Abschnitt „Stein- und Kalisalze“ des Lagerstätten-Werkes von (BEYSLAG, KRUSCH & VOGT) (FULDA 1938). Fulda, der als der am meisten beschäftigte Experte für Salzlagerstätten zu bezeichnen ist, ist auch die Aufstellung des Begriffes „Salzspiegel“ 1909 zu verdanken, der sich in der Praxis schnell einbürgerte (HESEMANN 1968). Die seitliche Subrosion erzeugt am Salzlager den Salzhang (FULDA 1924).

FULDA (1930) hat die sogenannte Barrentheorie aufgestellt, wonach das Zechsteinmeer nur durch eine untermeerische Barre vom offenen Ozean getrennt gewesen war, über die im Unterstrom zeitweilig konzentrierte Salzlösungen zum Ozean zurückfließen konnten. Man nimmt für die ganze Zeit Salzbildung bis zu dem von ihm vermuteten Barrenschluß unmittelbar vor der Auskristallisation der Kalisalze Spiegelgleichheit des Wassers im Ozean und im Nebenmeer (Zechsteinbecken) an. Der Zugang vom Weltmeer muß also ziemlich flach und schmal gewesen sein. Der Zufluß war vermutlich nicht sehr viel größer, zur Zeit der Salzbildung sogar geringer als der Wasserverlust des Zechsteinbeckens durch Verdunstung. Wahrscheinlich war es zeitweilig nur ein unterirdischer Grundwasserstrom, der durch durchlässige Gebirgsschichten vom Meere her in die tiefelegene Senke eindrang. Ein rezentes Beispiel (laut FULDA 1927) für diese Art der Salzbildung ist der Assalsee in Somaliland. Schon in der Ausbildungsform ist ein fast abgenabeltes Randmeer des Kaspischen Meeres, genannt Karabogasgol in Turkme-

nistan, dessen Trennschwelle sogar infrastrukturell überbaut ist.

Die Entstehung von Salzlagerstätten setzt ein heißes trockenes Klima voraus, wie wir es heute besonders in subtropischen Kontinentalgebieten finden. Besonders die stark hygroskopischen Kali- und Magnesiumsalze können nur bei sehr trockener Luft und ziemlich hoher Temperatur dazu gezwungen werden, dass sie sich von ihrem Lösungsmittel trennen, es durch die Verdunstung an die Atmosphäre abgeben und selbst als feste Salze sich abscheiden. Namentlich die Chlormagnesiumlösungen halten wegen ihres geringen Dampfdruckes das Wasser mit außerordentlicher Zähigkeit fest, so dass sie nur unter außergewöhnlichen klimatischen Bedingungen eingedampft werden können. Unter diesen Umständen muß man sich die Umgebung der Zechsteinsenke im allgemeinen als eine Wüste vorstellen, aus der sich keine regelmäßigen Zuflüsse in den Zechsteinbecken ergeben konnten.

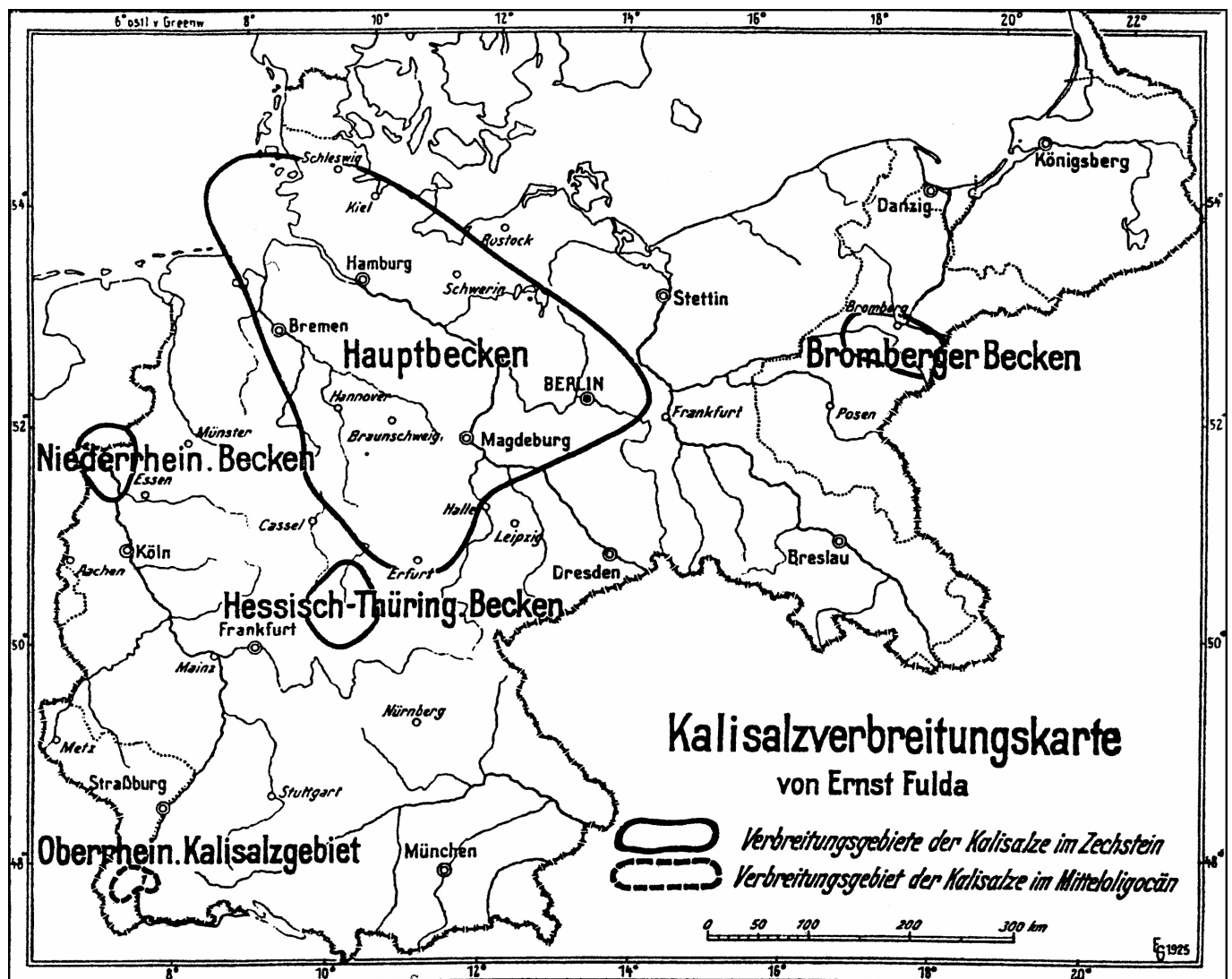


Abb.3

Lage der Salzseen, in denen sich in Deutschland Salzlagerstätten gebildet haben. (aus FULDA, 1935)

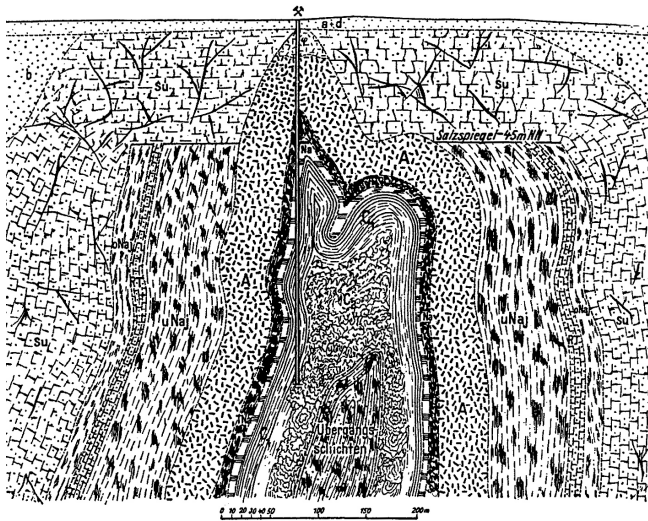


Abb.4
 Profil durch den Westeregeler Schacht I bei Staßfurt.
 (aus FULDA, 1935)

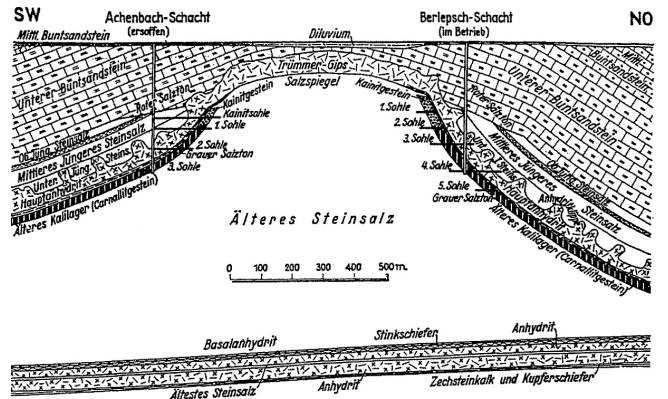


Abb.5
 Profil durch den Staßfurter Sattel. (aus FULDA, 1935)

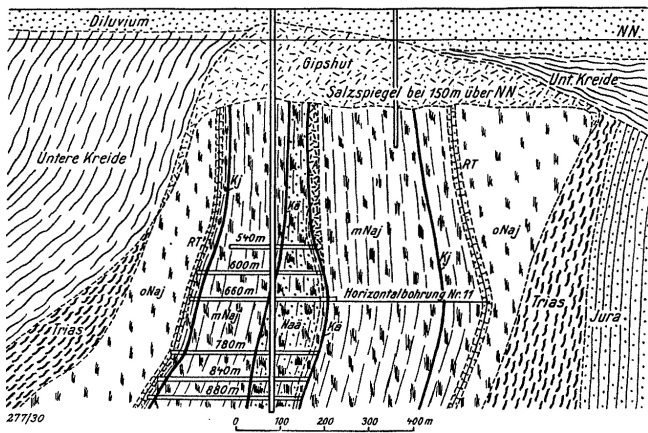


Abb.6
 Schnitt durch die Grubenbaue der Hannoverschen Kaliwerke.
 (aus FULDA, 1935)

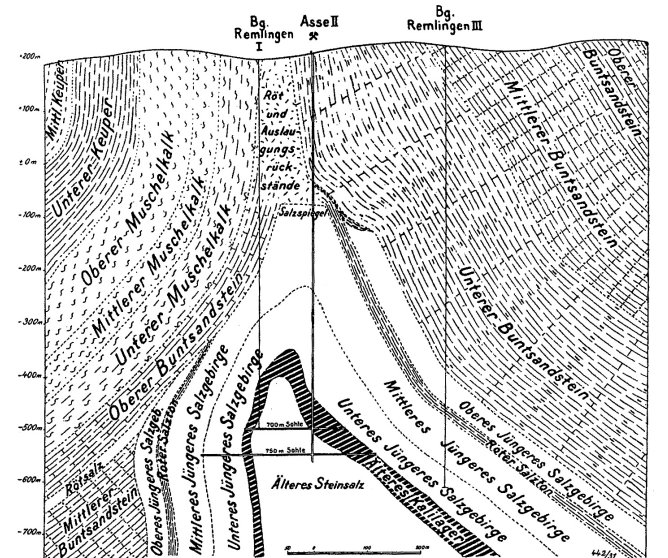


Abb.7
 Schnitt durch die Schachtanlage Asse II. (aus FULDA, 1935)

Salzspiegel und Salzhang

Die Form der Auslaugungsoberfläche an einem Salzstock ist ein Salzspiegel, wenn sie auf größere Erstreckung nahezu horizontal ist (FULDA 1909), oder ein Salzhang, wenn sie ein deutliches Abfallen in einer Richtung zeigt (FULDA 1923). Ein Salzspiegel entsteht durch Ablaugungstätigkeit des Grundwassers an Salzlagern, vor allem Salzstöcken als erzeugte horizontale Fläche. Über ihm liegt als schwerer löslicher Rück-

stand das Residualgebirge als Gipschut. Durch Massendefizit infolge der Lösungswirkungen tritt oft über dem Salzspiegel und neben dem Salzhang ein stark zerrissenes, z. T. verstürztes Einsturz- bzw. Einbruchsgebirge auf. Seitliche Subrosion erzeugt am Salzlager den Salzhang (FULDA 1909/1924). Für die geneigten Auslaugungsoberflächen schlug (FULDA 1923) den Ausdruck Salzhang vor, im Gegensatz zu dem horizontalen Salzspiegel.

In der Regel ist das Salz bis zu einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche zerstört. Die Auslaugungsoberfläche liegt nur ausnahmsweise wie bei der Berchtesgadener Salzlagerstätte in den Nördlichen Kalkalpen (Haselgebirge) in Oberbayern in geringerer Meereshöhe als die benachbarten Talsohlen. Dort reicht das Salz, das an seiner Oberfläche durch Verwachsung mit dem nachgesunkenen Hangenden das sogenannte Haselgebirge bildet, bis zu 130m über die Höhenlage des Acheltals herauf und kann deshalb durch Stollenbetrieb abgebaut werden. Die Differenz ist auf der Halleiner Seite bei Bad Dürrenberg noch etwas größer: Talsohle der Salzach etwa 440m NN, Einfahrtbereich ins Besucherbergwerk 722mNN. Die nach Berchtesgaden durchgängigen Salzschieben fallen demnach relativ flach nach Bayern ein.

In Mittel- und Norddeutschland liegen alle Salzlagerstätten und die Auslaugungsoberflächen 100 bis 300m unter der Erdoberfläche. Meistens ist die Auslaugungsfläche auch im Salzspiegel, der von einer horizontalen Ebene nicht erheblich abweicht. In norddeutschen Salzstöcken kommt ein Salzspiegel vor, der die verschiedenen Salzstufen gleichmäßig abschneidet. Anders ist es in der Umgebung des Harzes bei den aus geringerer Tiefe hochgepreßten Salzsätteln, in deren Aufbau der Hauptanhydrit eine lückenlose Scheidewand zwischen beiden Salzfolgen bildet. Dort ist im allgemeinen bei flacher Lagerung das jüngere Salz in Teufen erhalten, die zuweilen wesentlich über dem Salzspiegel des benachbarten älteren Salzes liegen (FULDA 1923). Solche Salzsättel, domförmig ausgebildet, werden Diapire genannt.

Bildung und Lösung der Zechsteinsalze

Die Salz- und Kaligeologie ist mit ihren Beschreibungen fast ausschließlich auf Aufschlüsse durch Bergbau und Tiefbohrungen angewiesen. Die Erschließung der deutschen Kali- und anderen Salzstöcke hat daher erst infolge der lebhaften Aufschließungsarbeiten in den Jahren 1895 bis 1914 große Fortschritte gemacht mit der Erforschung der tektonischen Gesetzmäßigkeiten auch beim Erdöl in den Antiklinalkuppeln (FULDA 1923).

Nach FULDA & RÖHLER (1921) ist die Wechsellagerung von Anhydrit und Steinsalz durch rhythmische Fällung aus periodisch übersättigter Lösung zu erklären. Man findet solche Wechsellagerungen in den Steinsalzlagerstätten verschiedensten Alters, so auch im mittleren Muschelkalk, wieder. Sie kommen häufiger vor als ungeschichtete Steinsalzmassen. Relativ einfach sind die Baden-Württemberger Salzlager im mittleren Muschelkalk (mm; Salinar) aufgebaut: Deckschicht und Basis sind aus Anhydrit bzw. Gips, dazwischen lagert das auf große Flächen aushaltende Steinsalz, nur gelegentlich durch Subrosion ausgelaugt, was an lokalen Verwerfungen verstärkt wird (Kernkraftwerk Neckarwestheim: Gipsauslaugung!) und so lokal Probleme verursacht, im allgemeinen ist eine Auslaugung schon im oberen Muschelkalk durch talwärts verkippte Schichten des oberen Muschelkalkes (mo2: Hakenschlag) auszumachen.

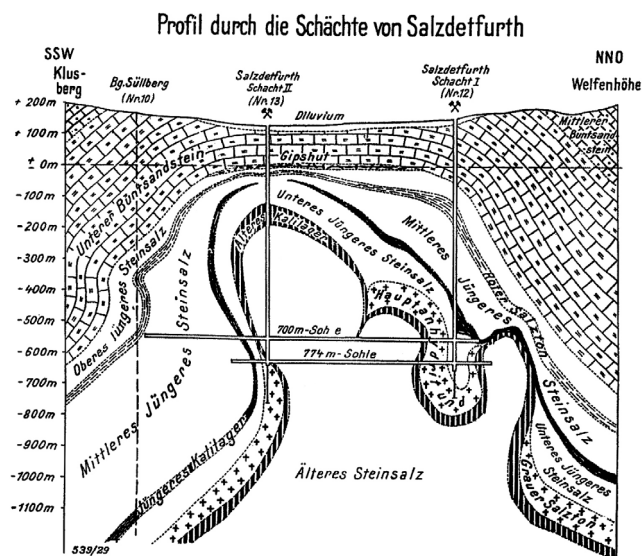


Abb.8: Schnitt durch die Schächte Salzdefurth I und II. (aus FULDA, 1935)

Der Anhydrit bildet in vielen Gegenden schroff abfallende Klippen, die dornförmig in das Jüngere Steinsalz hereinragen, das sich seitlich an die Klippen angelagert hat. Wahrscheinlich haben sich bei der Eindampfung abwärts gerichtete Vertikalströmungen gebildet, in denen Calciumsulfat vorzugsweise gefällt wurde (FULDA 1929).

Mineralführung (Salzminerale und Salzgesteine)

a) Chloride

- Halit (Steinsalz) NaCl
- Sylvin (Gestein: Sylvinit) KCl
- Carnallit $KMgCl_3 \cdot 6 H_2O$
- Bischofit $MgCl_2 \cdot 6 H_2O$
- Tachyhydrit $CaMg_2Cl_6 \cdot 12 H_2O$ oder $2 MgCl_2 \cdot CaCl_2 \cdot 12 H_2O$

b) Sulfate

- Anhydrit $CaSO_4$
- Gips $CaSO_4 \cdot 2 H_2O$
- Polyhalit $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$ oder $2 CaSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2 H_2O$
- Syngenit $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$ oder $K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$
- Kieserit $MgSO_4 \cdot H_2O$
- Kainit $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3 H_2O$
- Langbeinit $K_2Mg_2(SO_4)_3$ oder $K_2SO_4 \cdot 2 MgSO_4$
- Schönit (Pikromerit) $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ oder $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6 H_2O$
- Mirabilit (Glaubersalz) $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$

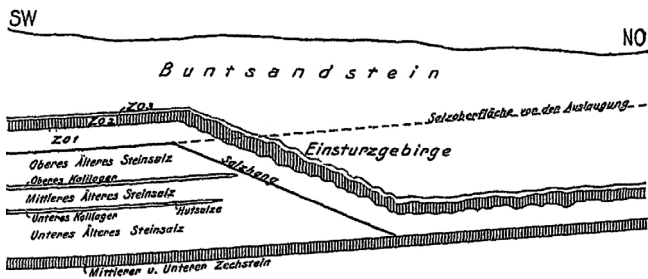


Abb.9

Profil durch den Salzhang bei Berka an der Werra. (aus FULDA, 1923)



Abb. 10

Titelseite des wichtigen Werkes „Zechstein“ von Ernst Fulda, 1935.

Die Gewinnung von Steinsalz als Speise- oder Kochsalz ist ein notwendiger Bestandteil der Ernährung von Mensch und Tier. Salz wird als Meersalz, Siedesalz aus Solquellen, aus Salzseen oder als Steinsalz bergmännisch gewonnen und ist ein sehr wichtiger Rohstoff für die chemische Industrie (Glas-, Waschmittel-, Farbstoff- und Sprengstoffindustrie). Das häufigste Salz ist das Steinsalz (Halit), das wertvollste Kalimineral ist Sylvin, als Gesteinsgemenge mit Hauptanteil Sylvin Sylvinit. (BAUMANN, NIKOLSKIY, WOLF, 1982)

Biographie Fuldas

Ernst Fulda wurde am 21. November 1885 in Sangerhausen westlich der Universitätsstadt Halle an der Saale im Bezirk Sachsen-Anhalt in Mitteldeutschland geboren. Sein Vater war der Gymnasialdirektor Dr. Karl August Albert Fulda, seine Mutter Emilie Dorothea Margarethe, eine geborene Müller. Seine beiden Schwestern waren Ernestine Luise Bertha (1881-1884) und Sophie Auguste Hedwig (1880-1960). Seine Jugend verlebte er in Sangerhausen und dort absolvierte er auch das Gymnasium, wo er 1904 das Abitur bestand. Ernst Fulda begann sein Studium an der Universität Göttingen, nachdem er ein vorgeschriebenes Praktikum als „Bergbaubeflissener“ in den Bergbauen in Eisleben, Zeitz und Staßfurt vorweisen konnte. Dann studierte er an der Bergbauakademie Berlin bei den Professoren Adolf von Koenen (1837-1915), Theodor Liebisch (1852-1922), Josef Felix Pompecky (1867-1930), Robert Scheibe (1859-1923), Hermann Raut (1853-1942), Franz Beyschlag (1856-1935) und Paul Krusch (1869-1939), die ihn für die Geologie begeisterten. 1909 bestand Fulda das Referentenexamen mit der Arbeit „Die Auslaugung der Zechsteinsalze im Küffhäu-sergebiet“ (heute: Kyffhäuser), in der schon einige grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Salzauslaugung formuliert wurden. Der Begriff des Salzspiegels wird, präzise definiert, schon in einer früheren Meldearbeit „Zur Entstehung der Hohlräume im Gips“ von Ernst Fulda in das wissenschaftliche Schrifttum eingeführt. 1912 besteht Fulda mit der Arbeit „Die Verbreitung und Entstehung der Schlotten (Auslaugungserscheinungen im Zechstein) in der Mansfelder Mulde“ das Assessorenexamen. 1913 avanciert Fulda zum wissenschaftlichen Hilfsarbeiter bei der im Mansfelder Kupferschiefer bauenden Eislebener Gewerkschaft. 1914 wird er Bergprofessor am Oberbergamt in Halle/Saale, 1919 dann in Eisleben. Der 1. Weltkrieg sieht ihn als Soldat an der Front, was ihm auch eine zweijährige Kriegsgefangenschaft bescherte. Von 1919 bis 1945 war er an der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin tätig und wurde 1922 zum Bergrat ernannt. 1924 promovierte er zum Dr. Ing. an der TU Berlin-Charlottenburg mit einer „Studie über die Entstehung der Kalilagerstätten des deutschen Zechsteins“ bei Prof. Dr. Harbert. Eine reichhaltige Publikationstätigkeit beginnt und wird durch Reisen zu Salzlagerstätten in den Alpen, in Polen und in Persien erweitert. Von 1919-1945 war er Bezirksgeologe, ab 1945 Erster Bergrat und ab 1953 Dienststellenleiter der technischen Bezirksbergbau-Inspektion Staßfurt, wo er 1956 in den Ruhestand ging. 1957 verzog Ernst Fulda nach Weimar, wo er am 24.4.1960 verstarb.

Danksagung

Für die Besorgung von Lebensläufen und Literatur danke ich der Stadtverwaltung Sangerhausen in Thüringen, Stadtbücherei Zwiesel, Bayerischen Staatsbibliothek München, Thomas Hirche auch für die Ergänzungen (Universitätsbibliothek Stuttgart), Bibliothek der TU Darmstadt, Bibliothek der Bergakademie Freiberg/Sachsen und Michael Sosniza in Göttingen.

Schrifttum

- BAUMANN, L., NIKOLSKIJ, T. L. & WOLF, M. (1982): Einführung in die Geologie und Erkundung von Lagerstätten. – 2. Auflage, 503 Seiten, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- BISCHOF, F. (1865): Die Steinsalzwerke bei Staßfurt. – 70 S., C. E. M. Pfeffer, Halle/Saale.
- FULDA, E. (1909): Die Oberflächengestaltung in der Umgebung des Kyffhäusers als Folge der Auslaugung der Zechsteinsalze. – Zschr. f. prakt. Geologie, S. 25-28
- FULDA, E. (1921): Entstehung und Einteilung der deutschen Kalilagerstätten. – Zschr. f. prakt. Geologie, 29, S. 161-165
- FULDA, E. (1923): Salzspiegel und Salzhang. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 75, S. 10-14.
- FULDA, E. (1923): Zur Entstehung der deutschen Zechsteinsalze. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 75, S. 1-13.
- FULDA, E. (1924): Salzauslaugung. – Jahrbuch d. Hall. Verb. 4, S. 369-373.
- FULDA, E. (1924): Studie über die Entstehung der Kalilagerstätten des deutschen Zechsteins. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 76, S. 7-30.
- FULDA, E. (1924): Übersichtskarte der deutschen Kalisalz- und Erdölvorkommen. – Preuß. Geolog. Landesanstalt Berlin.
- FULDA, E. (1925): Das chemische Gleichgewicht bei der Bildung der deutschen Kalisalzlagerstätten. – Kali 19, S. 333-337
- FULDA, E. (1925): Die Temperatur bei der Bildung der deutschen Zechsteinsalze. – Kali 19, S. 213-216
- FULDA, E. (1925): Überblick über die Salzlagerstätten Deutschlands. – Kali 19, S. 17-24
- FULDA, E. (1925): Zur Stratigraphie des jüngeren Salzgebirges. – Kali 19, S. 433-436.
- FULDA, E. (1927): Der Assalsee in Somaliland und seine Bedeutung für die Erklärung der Entstehung mächtiger Salzlager. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 79, S. 70-75.
- FULDA, E. (1928): Die Salzlagerstätte des Werra-Kaligebietes. – Beitrag Geol. v. Thüringen, 1, Heft 6, S. 35-42.
- FULDA, E. (1928): Die Zechsteinformation in der Gegend von Halle und Merseburg. – Jahrb. Preuß. Geol. Landesamt, 49, S. 685-715.
- FULDA, E. (1929): Tiefbohrerergebnisse im Zechstein von Halle und Merseburg. – Jahrb. Hall. Verb., 8, S. 79-86.
- FULDA, E. (1929): Über Anhydritklippen. – Kali 23, S. 129-133.
- FULDA, E. (1930): Die Barrentheorie von Ochsinius und ihre Bedeutung für die Geologie der deutschen Zechsteinsalze. – Kali 24, S. 71-74.
- FULDA, E. (1931): Der Hauptdolomit des mittleren Zechsteins als Erdölmuttergestein. – Kali 25, S. 193-198.
- FULDA, E. (1931): Zur Entstehung des Erdöls in Thüringen und Hannover. – Jahrb. Hall. Verb., 10, S. 113-116.
- FULDA, E. (1932): Bildungsraum und Eindunstungsvorgang bei der Entstehung der Zechsteinsalze. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 84, S. 60-63.
- FULDA, E. (1938): Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. – 3. Band: Kohle, Salz, Erdöl. 2. Teil: Steinsalz und Kalisalze. – Enke Verlag, Stuttgart.
- FULDA, E. (1938): Die Salzlagerstätten Deutschlands. – Deutscher Boden, Band 6, 140 S., Verlag Borntraeger, Berlin.
- FULDA, E., GOTHAN, W., GRUPE, O., HAAK, W., PIETZSCH, RIEDEL, L. & ZIMMERMANN, E. (1935): Zechstein. – 409 S.-Verlag Borntraeger, Berlin.
- FULDA, D. (2004): Portrait des Bergrates Dr. Ernst Fulda. – Erfurt.
- OCHSENIUS, K. (1877): Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze unter specieller Berücksichtigung der Flötze von Douglashall in der Egeln. – Pfeffer, Halle/Saale.
- PFAFFL, F. & HIRCHE, TH. (2011): Die Geologie und Mineralogie der bayerischen Alpen und des Alpenvorlandes. – 444.S., Ohetaler Verlag, Grafenau.
- REUTER, F. & MOLCK, H. (1985): Die Bedeutung des Salinenkarstes für Bergbau und Bauwesen: Ernst Fulda, ein Wegbereiter für moderne Untersuchungsverfahren. – Veröffentlichung d. Gesell. f. Geol. Wissen, 4, S. 9-15, Berlin.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1955): Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. – Zschr. der Deutschen Geolog. Gesell., 105, S.843-854, Hannover
- STAHL, A., HAACK, W. & FULDA, E. (1941): Das Paläozoikum in Niedersachsen: Silur, Devon, Karbon, Rotliegendes, Zechstein. – 160 S., 52 Abb., Stalling, Oldenburg
- STOCKFISCH, K. & FULDA, E. (1933): Stinkschiefer und Hauptdolomit und ihre Beziehungen zum Erdöl. – Kali 27, S. 111-113.
- UDLUFT, H. (1968): Die Preußische Geologische Landesanstalt 1873-1939. – Beih. Geol. Jahrbuch, Bd. 78, S. 1-170, Berlin.

Anschrift des Verfassers

Fritz A. Pfaffl
Pfarrer-Fürst-Straße 10
D-94227 Zwiesel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Der Bayerische Wald](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [31_1-2](#)

Autor(en)/Author(s): Pfaffl Fritz

Artikel/Article: [Ernst Fulda \(1885-1960\) – der Erforscher der deutschen Salz- und Kali-Lagerstätten 76-82](#)