

Verh. Geol. B-A.	Jahrgang 1978	Heft 3	S. 455-459	Wien, Dezember 1979
Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben, Oct. 7-10, 1977)			S. 281-285	Wien, Dezember 1979

Die alpinen Salzlagerstätten

Von OTHMAR SCHAUBERGER^{*)}

Schlüsselwörter

*Ostalpen
Salzlagerstätten
Salzsolebergbau
Haselgebirge
Palynologie
Perm-Skyth
Bohrlochsolegewinnung*

Das ostalpine Salinar erstreckt sich als eine Kette von teils chloridischen, teils sulfatischen Evaporitlagerstätten über rund 670 km durch die nördlichen Kalkalpen vom Karwendelgebirge in Tirol bis zum Wienerwald, wobei seine Hauptentwicklung in dem 150 km langen, aber nur bis zu 35 km breiten Mittelabschnitt zwischen Saalach und Enns liegt. Infolge seiner Einbeziehung in den Deckenbau der Nordalpen erscheint das Salinar heute nicht mehr als geschlossener Zug, sondern tritt nur an den Deckenstirnen oder innerhalb der Decken in Fenstern diapirartig zu Tage. Diese bis zu 800 m über die umgebenden Tälern aufragenden, daher als Salzberge bezeichneten Diapire bilden die Salzlagerstätten von Hall i. Tirol, Berchtesgaden i. Bayern, Dürrenberg bei Hallein im Salzburgischen, Hallstatt und Ischl in Oberösterreich und Altaussee in der Steiermark.

Wegen des bergbautechnisch leichteren Aufschlusses durch Stollenbau erfolgte die Salzgewinnung bis vor kurzem nur in den Salzbergen. Erst die im letzten Jahrzehnt außerhalb der Salzberge abgestoßenen Untersuchungsbohrungen haben entgegen der früheren Annahme auch unter den Talniederungen bauwürdige Salzvorkommen nachgewiesen.

Das Hauptsalzmineral der alpinen Salzlagerstätten ist das Steinsalz. Die als „Nebensalze“ bezeichneten Begleitminerale (i. d. Hauptsache Alkali-Doppelsulfate) sind mit ihrem höchstens 5% betragenden Anteil für eine Gewinnung nicht nur bedeutungslos, sondern stören den Eindampfungsprozeß der Sole und müssen daher vorher aus ihr entfernt werden.

Der seinerzeitige Versuch E. SEIDLs, die alpinen Salzlagerstätten salzpetrographisch mit dem Zechsteinsalz zu parallelisieren, ließ auch im alpinen Salinar auf vielleicht noch nicht entdeckte Vorkommen von abbauwürdigen Kalisalzen hoffen. Diese Hoffnung ist hinfällig geworden, seitdem R. KUHN (Hannover) mittels des sogen. Bromtestes nachweisen konnte, daß der Eindunstungsgrad der alpinen Evaporite über den der Oberen Anhydritregion im wesentlichen nicht hinausgekommen ist. Vereinzelt auftretende höhere (über 17 Promille liegende) Bromgehalte des Steinsalzes entsprechen zwar bereits der Polyhalit- oder sogar der Kieseritregion, jedoch sind die in ihr primär ausgeschiedenen Kalisalze im Verlauf der hydrothermalen Metamorphose des alpinen Salinars aufgelöst und im Wege des Lösungsumsatzes nur zum kleinen Teil als sekundäre Mineralbildungen vorwiegend durch Polyhalitisierung wieder abgesetzt worden.

^{*)} Adresse des Autors: Dr. O. SCHAUBERGER, Österr. Salinen, 4820 Bad Ischl.

Es ist die besondere Eigenart der alpinen Salzlagerstätten, daß sie – abgesehen vom Anhydrit, der zur normalen salinaren Ausscheidungsfolge gehört – eine mehr oder minder starke Durchmischung mit klastischen Sedimenten aufweisen, die so weit gehen kann, daß der Durchschnittssalzgehalt einer Lagerstätte bis auf 30% absinkt.

Dieses unter dem Namen „Haselgebirge“ bekannte Mischgestein, das in seiner klassischen Ausbildung in einer schichtungslosen Salzgrundmasse vorwiegend Tongesteinsfragmente in gleichmäßig-dichter Packung enthält, wurde bis in die jüngste Zeit als ein nicht stratifizierbarer Gesteinskomplex rein-tektonischer Entstehung betrachtet.

Erst die zwischen 1945 und 1960 von der Geologischen Forschungsstelle der Österreichischen Salinen durchgeführte Detailkartierung der alpinen Salzlagerstätten führte zur Erkenntnis, daß man genetisch zwischen zwei Haselgebirgs-Typen zu unterscheiden habe, nämlich

1. Einem Haselgebirge primär-sedimentärer Entstehung, bei dem es sich um eine Einschüttungsbrekzie – oder, wenn man will – um einen salinaren Fluxoturbidit handelt, entstanden durch gravitatives Eingleiten von mechanisch aufgelösten klastischen (oder auch salinaren) Sedimenten des Küstenbereiches in ein in ständiger Absenkung begriffenes Salzlagerungssystem. Als typische Vertreter dieser primär-sedimentären Haselgebirgsbildung sind das sogen. Grüne und das Bunte Haselgebirge anzusehen.

2. Einem Haselgebirge fluidaltektonischer Entstehung, hervorgegangen aus einer ursprünglichen Wechsellagerung von Steinsalz – mit Ton – und (oder) Anhydritbänken. Als die an Schwächezonen des Deckgebirges unter dessen Belastungsdruck aufsteigenden (– weil spezifisch leichteren –) Salzstöcke in den Wirkungsbereich der Deckenschubkräfte gerieten, wurden letztere innerhalb der Salzstöcke zufolge der Plastizität des Salzes in fließtektonische Bewegungen umgesetzt. Dabei wurden durch die Zugwirkung des „fließenden“ Salzes die weniger plastischen Zwischenschichten zerrissen und in Brockenfelder aufgelöst. Dieses fließtektonische Haselgebirge unterscheidet sich durch die strenge Einregelung seiner Komponenten in das Salzstreichen deutlich von dem sedimentären Haselgebirge, das zwar auch fluidaltektonisch durchbewegt wurde, aber wegen seiner ursprünglichen Homogenität keine wesentlichen strukturellen Veränderungen erfuhr.

Ein weiteres, nicht zuletzt auch für den Salzsolebergbau wichtiges Ergebnis der Lagerstättenkartierung ist die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges in die Hauptarten: Rotsalzgebirge, Grüntongebirge, Grausalzgebirge und Buntessalztongebirge.

Die schon mehrmals gegebene Beschreibung dieser Salzgebirgsausbildungen sei im folgenden kurz wiederholt:

Das Rotsalzgebirge ist teils als Rotes Kerngebirge (Kern = bergmännische Bezeichnung für reines Steinsalz), teils als Rotes Bändersalzgebirge ausgebildet. Außer einem hohen Anteil an Steinsalz sind seine charakteristischen Komponenten der schwarze und rote Salzton sowie der graue, häufig auch polyhalitisierte Anhydrit in Form von Brockenzügen, die aus der fließtektonischen Auflösung des ursprünglichen Schichtverbandes resultieren. Besonders kennzeichnend für das Rotsalzgebirge ist seine „Imprägnierung“ mit sulfatischen Nebensalzen (Polyhalit, Glauberit, Astrakanit u. a.), die darauf hinweist, daß in seinem Sedimentationsbereich die Salzlauge ihren höchsten Eindunstungsgrad erreicht hat. Dementsprechend ist auch sein Durchschnittssalzgehalt am größten (75%) und daher der Salzberg von Altaussee, in dem das Rotsalzgebirge absolut dominiert, der salzreichste.

Im Grüntongebirge herrscht das Grüne Hasel- und Blättersalzgebirge mit einem ausschließlich aus Grünem Salzton bestehenden Tonanteil von 50–75% vor, so daß es die salzärmste Ausbildung des alpinen Salzgebirges darstellt, die im Salzberg von Hall i. T. den größten und im Dürrnberg bei Hallein den zweitgrößten Anteil an der Lagerstätte hat. Nur in Hallstatt und in Berchtesgaden sind im Grünen Haselgebirge Bänke von Weißem

Liniensalz (ähnlich dem Liniensalz des Zechstein 3) eingelagert, die wegen ihrer Reinheit und Mächtigkeit seinerzeit einen Trockenabbau erlaubt haben.

Zwischen dem Rotsalz- und Grüntongebirge gibt es Übergangsentwicklungen, die den allmählichen Wechsel der salinaren Sedimentationsbedingungen vom terrestrisch beeinflussten Küstenbereich zum Lagunentiefsten anzeigen. Sie erreichen in den Salzbergen von Berchtesgaden und Dürrenberg ihre größte Mächtigkeit.

Das Grausalzgebirge besteht aus massigem, hell- bis dunkelgrauen Steinsalz (Graues Kerngebirge), bei dem je nach Art der Einschlüsse zwischen tonigem und anhydritischem Grausalzgebirge unterschieden werden kann. Das tonige Grausalzgebirge ist zufolge der meist sehr kleinen und weit gestreuten Toneinschlüsse mindestens ebenso salzreich wie das Rote Kerngebirge (75–90%). Der Anhydrit des Grausalzgebirges zeigt alle Übergänge bis zum bituminösen Dolomit (Stinkdolomit).

Das Bunte Salztongebirge ist hauptsächlich als Buntes Haselgebirge ausgebildet, das als der Prototyp des sedimentären alpinen Haselgebirges bezeichnet werden kann. Es enthält in einer honigbraunen Salzgrundmasse mit 50–65% NaCl in sehr einheitlicher Korngröße und gleichmäßiger Verteilung Einschlüsse von grünem, grauem, schwarzem und rotem Salzton, manchmal auch von Anhydrit und Sandstein, also von allen Komponenten der übrigen Salzgebirgsarten. Nur in diesem Haselgebirge tritt im Hallstätter und Ischler Salzberg Melaphyr und Tuffit auf.

Außer diesen Salzgebirgsarten ist in einigen alpinen Salzlagerstätten noch ein haselgebirgsartiges Gestein anzutreffen, bei dem in einer anhydritischen Grundmasse kantige Trümmerstücke von Dolomitanhydrit und schwarzem Dolomit schwimmen, sodaß man von einem Anhydrithaselgebirge sprechen kann. Es steht in Wechsellagerung mit kompakten Anhydritbänken und ist somit strukturell durchaus vergleichbar mit dem Werra-Anhydrit des norddeutschen Zechstein, dessen Brekzienbänke nach RICHTER-BERNBURG durch Abgleiten zerbrochener Anhydritschichten über geneigten Meeresboden während einer turbulenten Periode der Sedimentation zu erklären sind.

Die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges ist für den Salzsolebergbau deshalb von großer praktischer Bedeutung, weil sich die Salzgebirgsarten durch ihre verschiedenen Salzgehalte und die Art ihrer tauben Einschlüsse sehr unterschiedlich für den Lösungsbergbau eignen. So können jetzt auf Grund der Lagerstättenkarten Grubenfelder, in denen nicht-bauwürdiges Salzgebirge ansteht, von vornherein ausgeklammert und dadurch die Kosten für unnütze Vor- und Ausrichtungsarbeiten erspart werden.

Unsere Kenntnis der alpinen Salzlagerstätten erfuhr erst wieder im vergangenen Jahrzehnt eine bedeutende Erweiterung durch die Bohrungen, welche die Österreichischen Salinen in den Salinarbecken von Abtenau, Ischl und Windischgarsten, die Bayerischen Berg-, Hütten- u. Salzwärke im Salinarbecken von Reichenhall niederbringen ließen.

Die Bohrung Abtenau mußte nach Durchbohrung von 360 m salzleerem Gipshaselgebirge in 963 m Teufe wegen Erreichung der Leistungsgrenze des Bohraggregates eingestellt werden.

Dagegen erschloß die Bohrung Ischl nach Durchteufung von 234 m salzleerem Gips-tongebirge 270 m salzführendes Salinar, bestehend zu 57% aus Rotsalzgebirge mit durchschnittlich 47% NaCl, und zu 43% aus anhydritischem Grausalzgebirge mit durchschnittlich 55% NaCl. Unter dem Salzgebirge folgt bis zur Endteufe von 1.241 m Malmkalk des Tirolikums.

Diese Bohrung wurde für Bohrlochsole-Gewinnung eingerichtet und durch 2 zusätzliche Bohrungen zu einem Gewinnungsfeld erweitert, das als erstes in Österreich seit 1967 Bohrlochsole fördert.

Die Bohrung Windischgarsten erbohrte 248 m Grünbuntes Haselgebirge mit einem mittleren Salzgehalt von 47% und blieb infolge Erreichung der Leistungsgrenze bei 903 m in einer Kreidescholle stecken, unter der, nach einer deutlichen seismischen Reflexion in 1000 m Teufe zu schließen, wieder Salzgebirge folgen dürfte.

Von den 9 Bohrungen, die im Salinarbecken von Reichenhall abgestoßen wurden, haben 4 nach Durchteufung von 350 bis 510 m Gipstongebirge das Salzgebirge erreicht und es in der Bohrung REI-4 in einer vorläufigen Mächtigkeit von 486 m aufgeschlossen. Es besteht aus einem Wechsel von Buntem Salztongebirge mit Anhydritischem Grausalzgebirge mit Übergängen zwischen beiden sowie aus brekzierten Zwischenschichten und Einschlüssen von zum Teil dolomitischem Anhydrit, der fast 40% des erbohrten Lagerstätteninhaltes ausmacht.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der bisherigen Aufschlüsse in den Salzbergbauen und Bohrungen läßt unterschiedliche fazielle Entwicklungen des alpinen Salinars erkennen:

1. Die Ausseer Salzfazies, gekennzeichnet durch den mit 83% dominierenden Anteil des Rotsalzgebirges in der Lagerstätte bei weitgehendem Zurücktreten oder völligem Fehlen der übrigen Salzgebirgsarten. Sie ist das Ergebnis einer relativ ruhigen, wenn auch von wiederholten Rekurrenzen (Anhydrit- und Tonzwischenschichten!) unterbrochenen Salzsedimentation im tieferen, wenig durchlüfteten Stillwasser küstenfernerer Lagunenbezirke. Diese Fazies ist im Altauseer Salzberg am typischsten und auch im Ischler Salzberg entwickelt, hier aber nur als das salzärmere Rote Bändersalzgebirge.

2. Die Hallstätter Salzfazies läßt durch das Vorherrschen annähernd gleichgroßer Anteile von Rotsalz- und Grüntongebirge und Übergängen zwischen beiden bereits auf küstennähere Sedimentationsbereiche mit stärkerem terrestrischem Einfluß (Schlamm- und Sandeinschwemmungen) schließen, entspricht also dem Übergang von der Becken- zur Randfazies. Sie hat ihre typische Ausbildung im Südflügel des Hallstätter Salzstockes, im Dürrnberg und im Ostfeld des Berchtesgadener Salzberges.

3. Die Reichenhaller Salzfazies besteht zu überwiegenden Anteilen aus Buntem Salztongebirge (mit örtlichen Übergängen zu Grüntongebirge) und Dolomit-anhydritischem Grausalzgebirge mit Anhydrit-haselgebirge. Ihr Gesteinsbestand entspricht einer alpinsalinaren Rand- oder Schwellenfazies, die in Zonen ständiger Bodenunruhe, gekennzeichnet durch sedimentäre Brekzienbildung und regionale magmatische Tätigkeit entstanden ist. Dieser Salzfazies gehören außer dem Salinar des Reichenhaller Beckens auch der Salzstock von Hall i. T., ferner der Nordflügel des Hallstätter Salzberges und ein Teil des Trauntaler Salinars (Bohrungen bei Ischl) an, weiter östlich aber auch – auf Grund der bisherigen Aufschlüsse (Bohrung bei Windischgarsten und Bosruck-Tunnel) – das Salinar des Windischgarstener Beckens.

Nach diesen vielfach ineinandergreifenden und zum Teil auch zeitlich versetzten Faziesentwicklungen zu schließen, muß sich die alpinsalinare Sedimentation in einer langgestreckten Flachsee mit einzelnen tieferen Rinnen und Wannern vollzogen haben. Dieser zur Tethys gehörige, aus östlicher Richtung zwischen der vindelizisch-böhmischen Masse und dem zentralalpinen Rücken eingreifende Meeresarm war offenbar durch Buchten und schmale Sunde zwischen Inseln und zum Teil submarinen Schwellen auch horizontal reich gegliedert. Hier erfolgte „in einer labilen Region andauernder Senkung“ (C. DIENER) im Mischbereich des auf indirekten Wegen einströmenden Meerwassers und der es überschichtenden Süßwasserzuflüsse die Sedimentation der alpinen Salzlagerstätten.

Über das Alter der alpinen Salzlagerstätten herrschte bis in die jüngste Zeit Unklarheit, einerseits infolge des Fehlens von Makrofossilien in den salinaren Sedimenten, andererseits wegen der durch die Salz- und Deckentektonik sehr komplizierten Lagerungsverhältnisse. Obwohl schon im Jahre 1802 Leopold v. BUCH die Zugehörigkeit des alpinen Salinars zum Zechstein vermutet hat und 1927 E. SEIDL aus salzpetrographischer Sicht das gleiche an-

nahm, hielt man weiterhin an der Einstufung der alpinen Salzlagerstätten über oder bestenfalls innerhalb der oberen Werfener Schichten, also an ihrem skythischen Alter fest.

Erst die Entdeckung des Mikrosporen-Inhaltes der alpinen Salzgesteine und ihre systematische Untersuchung durch W. KLAUS (Wien) ab 1953 lieferte die für die Altersbestimmung des alpinen Salinars entscheidenden Ergebnisse. Der besonders sporenrreiche Schwarze Salnton des Rotsalzgebirges enthält in einer typischen Vergesellschaftung Sporen (wie z. B. *Lueckisporites virkkiae*, *Jugasporites delasauci*, *Pityosporites schaubergeri* u. a. m.), die für das Oberperm (Zechstein 4) leitend sind. Dagegen fanden sich im stinkdolomitischen Grausalzgebirge des Nordflügels der Hallstätter Salzlagerstätte und dann auch der Reichenhaller Bohrungen nebst wahrscheinlich umgelagerten permischen Sporen auch solche der *Triadispora*-Species, die bereits für das Skyth typisch sind.

In guter Übereinstimmung damit stehen die bisherigen Ergebnisse der Bestimmung der Schwefelisotope $\delta^{34}\text{S}$ aus Evaporiten der Ostalpen durch E. PAK (Institut f. Radiumforschung in Wien) und W. KLAUS. Anhydritproben aus dem Rotsalz- und Grüntongebirge des Hallstätter Salzberges ergaben $\delta^{34}\text{S}$ (‰)-Werte um 11, die für Oberperm typisch sind. Dagegen lieferten Anhydritproben aus dem Anhydritischen Grausalzgebirge von Reichenhall Werte zwischen 20–25,5, die eindeutig auf Skyth/Anis hinweisen. Dazu paßt die Auffassung des Bunten Haselgebirges der Reichenhaller Salzfazies als eine deszendente, d. h. durch Auflösung und Wiederabsatz älterer Salzstraten entstandene jüngere Bildung.

Daraus ist also für die Ausseer und Hallstätter Salzfazies ein oberpermisches, für die Reichenhaller Salzfazies dagegen ein skythisches Alter abzuleiten. Die Bildung der alpinen Salzlagerstätten hat bereits im Oberperm eingesetzt und dauerte – bei wachsendem Anteil sulfatischer und klastischer Sedimente – in einigen Bezirken des salinaren Sedimentationsraumes bis zum obersten Skyth an.

Die vorstehende, auf den bis heute bekanntgewordenen und untersuchten Aufschlüssen beruhende Darstellung der ostalpinen Salzlagerstätten wird zu einem endgültigen Bild erst ergänzt werden können, wenn die Lagerstätten in ihrem ganzen Umfang aufgeschlossen sein werden. Davon sind wir allerdings noch ein gutes Stück entfernt, denn wir kennen – mit Ausnahme vom Dürrnberg – noch in keinem Salzberg den tatsächlichen Tiefgang der Salzgebirgskörper und ihre Beschaffenheit in der Teufe.

Auch die Bohrungen in den Talbecken von Reichenhall, Abtenau und Windischgarsten haben das Liegende des Salinars noch nicht erreicht.

Ebenso ist die horizontale Ausdehnung des salzführenden Salinars unter der Überdeckung durch Oberkreide-, Tertiär- und Quartärschichten vielfach noch unbekannt. So können wir bis jetzt nur vermuten, daß sich z. B. das Reichenhaller Salzvorkommen bis gegen Salzburg fortsetzt, oder, daß eine Verbindung zwischen dem Salinar von Abtenau und Hallstatt und eine solche mit großer Wahrscheinlichkeit auch zwischen den Salzstöcken von Ischl und Altaussee besteht. Über Ausdehnung und Mächtigkeit des Windischgarstener Salinars ist trotz der Bohrung noch wenig und über die Salzvorkommen östlich der Enns so gut wie nichts bekannt. Und schließlich ist auch die Frage, ob an der Basis des Tirolikums noch Salinar zu erwarten ist, wofür es verschiedene Anzeichen gibt, noch offen.

Der alpine Salzsolebergbau befindet sich gegenwärtig in einer Umstellung vom Laugwerksbetrieb auf die wirtschaftlichere Bohrlochsolegewinnung. Da diese aber eine selektive Aussolung der dafür geeigneten Salzgebirgsarten erfordert und daher auch mehr Lagerstättensubstanz verbraucht, wird zur rechtzeitigen Bereitstellung neuer Abbaumittel die weitere Erforschung und Aufschließung der alpinen Salzlagerstätten auch in Zukunft entsprechend vorangetrieben werden müssen.