

Die geologische Bedeutung der Halleiner Tiefbohrung.

Von Otto Ampferer.

(Mit Bohr- und Stollenprofil i. M. 1 : 200 und 15 Zeichnungen.)

Einleitung.

Der Salzbergbau Dürnberg bei Hallein reicht in sehr alte Zeiten der menschlichen Geschichte zurück. Offenbar trat hier das salzführende Haselgebirge offen zutage und wurde vom Wild und von den ältesten Ansiedlern aufgesucht.

Nach Erschöpfung der obersten Salzmassen begann der Mensch dann allmählich tiefer in den Berg zu dringen und dem Salz mit Stollen und Schächten zu folgen.

So ist im Laufe von Jahrtausenden der Bergbau immer komplizierter und ausgedehnter geworden.

Während sich die verlassenen Stollen unter dem großen Druck im plastischen Salzgebirge verhältnismäßig rasch schlossen, wurden immer neue Strecken vorgetrieben und der Salzgehalt mit großen Sinkwerken ausgelaugt. Mit dem Tiefergreifen des Bergbaues machte man nun die unangenehme Erfahrung, daß im Salzgebirge eine Menge von kleineren und größeren Schollen von fremden tauben Gesteinen eingeschlossen sind und daß sich mit jeder tieferen Stufe der Abbauraum zwischen diesen tauben Schollen verringerte.

Fig. 1 gibt ein Bild dieser Verschmälerung des Salzgebirges gegen die Tiefe, wie diese im Laufe der unaufhaltsamen Vertiefung des Bergbaues offenbar wurde.

Dieses Bild der Verschmälerung des nutzbaren Salzraumes ist nun für den Gang der weiteren Entwicklung entscheidend geworden. Die Wahrscheinlichkeit einer raschen Erschöpfung des Bergbaues beunruhigte vor allem die in seiner Umgebung ansässige Bevölkerung immer mehr, für welche der weitere Bestand desselben eine Lebensfrage ersten Ranges bedeutet.

Es gelang zunächst einmal, die Landesregierung und weiter auch die Bundesregierung für eine tiefere Aufschließung der Salzlagerstätte zu interessieren.

Inzwischen waren auch von wissenschaftlicher Seite her Hypothesen über den Bau der alpinen Salzlager aufgestellt worden, welche eine Erstreckung derselben in größere Tiefen wahrscheinlich machten. Schon im Jahre 1922 hatte der damalige Präsident der Preuß. Geol. Landesanstalt in Berlin Geheimrat F. Beyschlag in der Zeitschrift für prakt. Geologie die eng benachbarte Salzlagerstätte Berchtesgaden mit den norddeutschen Perm-Salzlagerstätten verglichen und einen erheblichen Tiefgang angenommen. Ihm folgte Geheimrat E. Seidl, der diesen Vergleich der alpinen und der norddeutschen Salzlagerstätten noch viel weiter ausbaute und den alpinen Lagerstätten eine

bedeutende Tiefenerstreckung zuerkannte. Diese Aussagen von so erfahrenen Kennern der deutschen Salzlagerstätten wie Beyschlag und Seidl erweckten auch in Österreich neue Hoffnungen auf Erschließung von großen noch in der Tiefe verborgenen Steinsalz- und Kalilagern.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit daran erinnern, daß der österreichische Geologe M. V. Lipold bereits im Jahre 1854 in seiner Arbeit „Der Salzberg am Dürrnberg nächst Hallein — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt“ ausdrücklich dafür eingetreten war, „daß diese Salzlagerstätte sicherlich eine

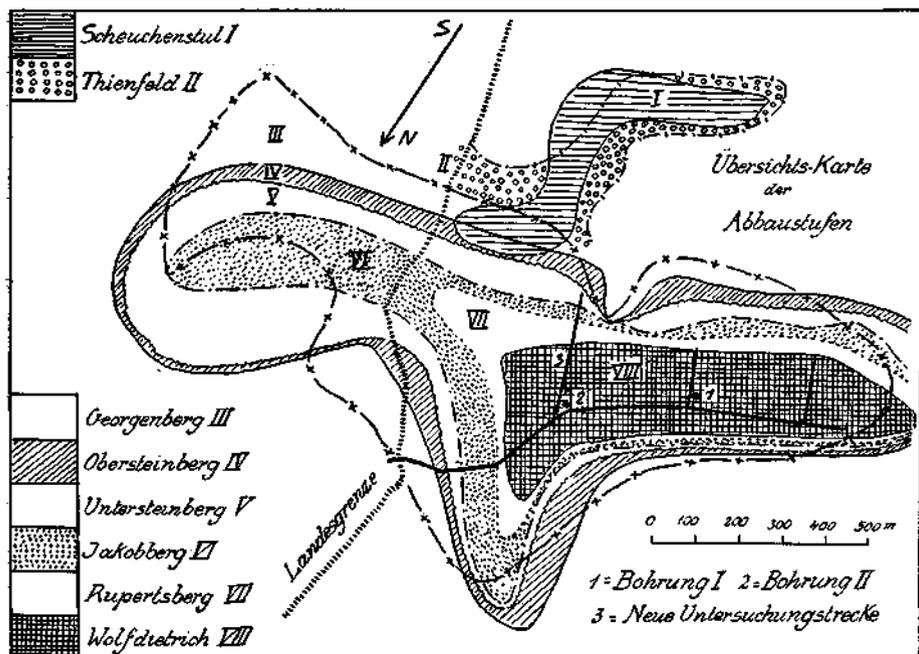


Fig. 1.

Mittlere Höhe der Abbaustufen:

Scheuchensstul 875 m	Obersteinberg 750 m	Rupertsberg 640 m
Thienfeld 885 m	Untersteinberg 710 m	Wolfdietrich 588 m
Georgenberg 790 m	Jakobsberg 680 m	

Verkleinerung nach einer Vorlage der Salinen-Verwaltung Hallein.

größere Ausdehnung besitzt, als man ihr nach den bisherigen Aufschlüssen beilegen zu müssen glaubte, daß dieselbe sich in der Teufe, statt zu verengen, vielmehr erweitern dürfte“.

So entschloß sich die Verwaltung der Halleiner Saline im Jahre 1928, vom Niveau des untersten Stollens (Wolfdietrich Stollen) aus eine Tiefbohrung abzustoßen in einer Seehöhe von 594 m und 2300 m vom Stollen Mundloch entfernt.

Diese Bohrung wurde mit einer Craelius Maschine kleinster Type ausgeführt. Trotz des geringen Anfangsdurchmessers von 56 mm erreichte sie eine Tiefe von 339 m, was als eine gute Leistung zu bezeichnen ist.

Die Ergebnisse dieser Bohrung waren so überraschend und günstig, daß im November 1933 eine zweite Bohrung, diesmal mit einer viel stärkeren

an. Die Ausführung der hier folgenden Untersuchung wäre ohne die Unterstützung der Generaldirektion der österr. Salinen und der Salinenverwaltung Hallein unmöglich gewesen. Die erste Anregung zu einer neuen geologischen Untersuchung ist hier von dem leider inzwischen verstorbenen Generaldirektor Ing. F. Backhaus ausgegangen. Weiter habe ich Herrn Generaldirektor Dr. R. Engelsberg, Herrn Oberberggrat Ing. F. Pickl, Herrn Oberberggrat Ing. Fr. Hintze und Herrn Betriebsleiter Ing. Münzer meinen besten Dank abzustatten. Für die Führung in der Grube und Bekanntmachung zahlreicher Details bin ich Herrn Oberbergmeister Peregrin Lindner und Herrn Bergmeister Franz Viertbauer in Dankbarkeit verpflichtet.

Tiefbohrung I.

Diese Bohrung wurde in den Jahren 1928—1931 abgestoßen und in einer Tiefe von 339 m eingestellt. Zur Zeit meines ersten Besuches des Salzbergbaues Dürnberg hatte ich dann im Jahre 1933 Gelegenheit, die von dieser Bohrung hochgebrachten Bohrkerne zu untersuchen und mit dem beiliegenden Bohrprofil zu vergleichen, das mir von der Verwaltung der Halleiner Saline zur Benutzung übergeben wurde. Die Reihe der damals vorhandenen Bohrkerne war nicht ganz vollständig. Insbesondere fehlten von der unteren Hälfte der Bohrung alle Belegstücke der durchfahrenen Salze. Dieselben waren bei dem kleinen Durchmesser der Bohrung offenbar zerrieben und dann aufgelöst worden.

Die Angaben des Bohrprofiles (Tafel II) sind weit vollständiger und nach den täglichen Bohrberichten zusammengestellt. Ich habe das Bohrprofil ziemlich unverändert zum Abdruck gebracht, wie es mir übergeben wurde. Nur die Angaben über das Auftreten von Kalken in der Störungszone habe ich nach den untersuchten Bohrkernen berichtet, welche sich alle als Triasdolomite erwiesen haben. Die eingezeichneten Neigungen sind jedoch ziemlich schematisch. So weit es möglich war, habe ich die Schichtneigungen der Bohrkerne gemessen und in der beiliegenden Liste zusammengestellt.

Wie die genauere Betrachtung des Bohrprofiles ergibt, besteht dasselbe aus 3 verschiedenen und wohl getrennten Teilen.

Das oberste Stück zeigt typisches Haselgebirge und reicht bis zu einer Tiefe von 48·36 m.

Über diese Haselgebirgszone ist wenig zu berichten. Es ist dasselbe Haselgebirge, wie es im Wolfdietrich Stollen weithin aufgeschlossen ist. Meist grau gefärbt, mit Einschlüssen von grellrotem Muriazit und roten, grünen, grauen Werfener Mergeln, Gipsbändern und Schollen von Anhydrit. Nach dem Salzgehalt erscheint im Bohrprofil mittleres, reiches und sehr reiches Haselgebirge getrennt.

Unter diesem salzführenden Haselgebirge folgt nun die sogenannte Störungszone in einer Mächtigkeit von ca. 86 m. Auch hier tritt vielfach noch Haselgebirge auf, jedoch ohne Salzgehalt und meist mit roten-grauen Werfener Mergeln, Glanzschiefern, Tonschiefern sowie mit Anhydrit und Gips vielfältig vermischt. Wie man schon aus der Zeichnung des Bohrprofiles ablesen kann, sind die hier auftretenden Schichten sehr stark durchbewegt, verschuppt, schlierig und reich an Breccien.

Charakteristisch für diese Störungszone ist das ziemlich reichliche Vorkommen von Dolomitbrocken und Dolomitbreccien, wogegen wenigstens nach

den Bohrkernen Kalk einschlüsse fehlen oder ganz zurücktreten. Es handelt sich durchwegs um gelbliche, graue, kleinbrüchige Dolomite, wie sie in der Umgebung im Bereiche des Ramsaudolomits vielfach auch über Tag zu finden sind.

In einer Tiefe zwischen 120 und 123 *m* wurde eine Süßwasserquelle von 20 Stundenlitern angefahren. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Quelle auf ihrem Wege den Salzgehalt der Nachbarschichten ausgelaugt hat. Im untersten Teil der Störungszone stellt sich eine mächtige Dolomittrümmerzone ein, welche wohl aus der tektonischen Aufarbeitung einer Dolomitscholle hervorgegangen sein dürfte.

Unter dieser Dolomittrümmerzone wurde in einem zu Sand zerriebenen Dolomitstreifen zuerst wieder ein Salzgehalt gefunden.

Unter der Störungszone drang die Bohrung wieder in eine mächtige salzführende Gebirgszone ein. Es war dies ein unerwarteter und überraschender Befund, nachdem man die Störungszone schon als den unteren Abschluß des Salzgebirges betrachtet hatte.

Diese neuentdeckte Salzlagerstätte zeigte nun auch einen völlig anderen Aufbau als die Haselgebirgszone.

Das beiliegende Bohrprofil gibt den besten Einblick in diese Verhältnisse. Wir begegnen zunächst zwischen 135 und 159 *m* einer vielfachen Wechselagerung von schmalen Steinsalzlagen mit Glanzschiefern, Tonmergeln, Werfener Mergeln, Anhydrit und grauem und grünem Buntsandstein. Im obersten Teil sind noch graue Dolomitreccien enthalten.

Die Salzlagen erreichen hier nirgends eine Mächtigkeit von $1\frac{1}{2}$ *m*.

Das ändert sich bei 159 *m* mit einem Schlage. Unter einer Anhydritlage setzt hier eine reiche Folge von Steinsalzlagen ein, die Mächtigkeiten bis zu 24 *m* erreichen. An 8 Stellen finden sich im Bohrprofil auch ziemlich mächtige Lagen von Bittersalzen verzeichnet, deren Nachweisung ohne Kerne nur aus der Beschaffenheit der Spülsole jedoch mit Unsicherheit behaftet erscheint.

Diese Lagen mit Bittersalzen sind zwischen 222—269 *m* eingeschaltet und haben zusammen eine Mächtigkeit von über 20 *m*.

Als taube Zwischenlagen finden sich in dieser unteren Salzlagerstätte neben vielen ziemlich schmalen Anhydritlagen vor allem zahlreiche dünnere und dickere Lagen von bunten Quarzsandsteinen. Diese Quarzsandsteine sind ziemlich feinkörnig und reich an feinem weißlichem Glimmer. Fast durchaus lassen diese Sandsteine eine deutliche Schichtung erkennen, die häufig noch durch einen Farbenwechsel hervorgehoben wird. So entstehen feinstreifige Sandsteinmuster = rot-grau streifig, dunkelgrün-grau streifig, grau-weiß-rot streifig, hell- und dunkelgrau streifig. Diese Feinstreifigkeit erlaubt auch, an vielen Kernen das Schichtfallen zu bestimmen, das in der beistehenden Liste angeführt erscheint.

Liste der Schichtneigungen in den Kernen von Bohrung I.

<i>m</i>		
41-36	Haselgebirge mit Muriazit — grauer Tonmergel	80°
59-00	Haselgebirge mit Gipsband	30°
63-87	grauer Werfener Mergel	60°
67-27	grauer Werfener Mergel	45°
68-35	grauer Werfener Mergel	45°

m

74-12	Anhydrit	60°
74-52	grauer Werfener Mergel	60°
75-05	grauer Werfener Mergel	30°
76-50	grauer Werfener Mergel	90°
84-72	grüner, bändriger Werfener Mergel	45°
85-12	grüner, bändriger Werfener Mergel	40°
90-20	graues Haselgebirge mit rotem Gips	30°
102-40	schwarzer Werfener Mergel	50°
102-80	grauer Werfener Mergel	25°
104-95	grauer, feingefalteter Werfener Mergel	55°
106-20	grauer, feingefalteter Werfener Mergel	55°
106-80	grau-roter Werfener Mergel	20°
107-50	roter Werfener Mergel	40°
107-65	roter-grüner Werfener Mergel	20°
109-90	grauer Werfener Mergel	40°
111-80	grauer, sandiger Anhydrit	5°
122-40	grauer-roter Werfener Mergel	30°
137-75	dunkelgrüngrauer Werfener Mergel	30°
139-47	dunkelgrauer Werfener Mergel	40°
139-86	dunkelgraugrüner Werfener Mergel	60°
142-22	roter-grau streifiger Buntsandstein	20°
142-74	roter-grau streifiger Buntsandstein	60°
143-15	roter-grau streifiger Buntsandstein	30°
143-63	dunkelgrauer Werfener Mergel	40°
145-42	dunkelgrauer Werfener Mergel	50°
145-61	glimmerreicher, graustreifiger Werfener Mergel	20°
145-91	dunkelgrauer Werfener Mergel	65°
146-51	grüngrauer Werfener Mergel	20°
146-76	dunkelgrauer Werfener Mergel	50°
149-40	hellgrüner, glimmerreicher Buntsandstein	25°
150-30	grauer, glimmerreicher Buntsandstein	25°
150-30	grauer, glimmerreicher Buntsandstein	25°
151-29	grauer, glimmerreicher Buntsandstein	25°
151-49	grauer, glimmerreicher Buntsandstein	25°
151-84	grauer, glimmerreicher Buntsandstein	20°
153-35	grauer-rötlicher Werfener Mergel	25°
154-05	hellgrauer, streifiger Buntsandstein	25°
154-34	grau-weiß-rötlich streifiger Buntsandstein	25°
155-92	roter Buntsandstein	12°
157-56	grauer, feinstreifiger Buntsandstein, kleine Kniefalte	
163-23	grauer, rötlicher Buntsandstein	25°
163-68	Anhydrit	25°
170	dunkelgraugrüner Werfener Mergel	30°
176-21	dunkelgrüner Anhydrit	25°
178-21	dunkelgrauer Anhydrit	25°
178-24	graustreifiger Werfener Mergel	35°
180-04	grüngrauer, glimmerreicher Buntsandstein	30°
184-73	grüngrauer, glimmerreicher Buntsandstein	30°
187-05	dunkelgrauer, glimmerreicher Buntsandstein	30°
188-33	graustreifiger Anhydrit	30°
192-78	dunkelgrauer, streifiger Buntsandstein	20°
193-44	dunkelgrüngrauer, glimmerreicher Buntsandstein	5°
195-20	roter, fester Buntsandstein	30°
196-03	roter, grüner, feinsandiger Buntsandstein	30°
197-02	roter Buntsandstein	30°
198-77	roter, grauer Buntsandstein	30°
200-21	roter Buntsandstein	30°
200-51	roter Buntsandstein	30°
200-61	roter, grünstreifiger Buntsandstein	30°
201-66	roter, glimmerreicher Buntsandstein	35°

m

201-76	roter, glimmerreicher Buntsandstein	30°
208-13	roter, glimmerreicher Buntsandstein	30°
218-03	grüner Werfener Mergel	5°
219-53	grauer Buntsandstein	20°
228-02	Anhydrit	25°
228-22	roter Buntsandstein	35°
228-32	streifiger Anhydrit	20°
229-09	hellgrauer Buntsandstein	15°
229-94	roter Buntsandstein	30°
242-68	roter, grüner Buntsandstein	30°
244-48	roter Buntsandstein	25°
245-72	roter, graufleckiger Buntsandstein	30°
252-16	roter, grauer Buntsandstein, Schrägschichtung	
253-17	roter, hellgrüner Buntsandstein	20°
254-29	roter, grüner Buntsandstein	35°
258-81	roter, grüner Buntsandstein	30°
263-97	roter Buntsandstein	10°
264-90	roter, grüner Buntsandstein	20°
266-86	roter Buntsandstein	0— 2°
268-49	roter Buntsandstein	0— 2°
269-90	roter, grüner Buntsandstein	0— 2°
271-55	roter Buntsandstein mit dunkelroten Mergelstücken	0— 2°
273-87	roter Buntsandstein mit dunkelroten Mergelstücken	0— 2°
277-65	roter, grüner Buntsandstein	0— 2°
277-89	roter Buntsandstein mit dunkelroten Mergelstücken	0— 2°
278-08	roter Buntsandstein	20°
278-89	roter Buntsandstein mit Schrägschichtung	
280-53	roter, grüner Buntsandstein	0— 2°
281-64	roter, grüner Buntsandstein, scharf gefaltet	30°
282-43	roter Buntsandstein	20°
300-86	roter, fester Buntsandstein	15°
336-76	roter, dunkelgrüner Buntsandstein	20°
336-86	roter Buntsandstein	20°
337-90	dunkelgrüner, hellgrüner Buntsandstein	0— 2°

Nicht selten kann man an diesen Kernen auch kleine Schrägschichtungen erkennen. Weiter kommen rote Buntsandsteine vor, die kleine dunkelrote Mergelstückchen umschließen.

Alle diese Eigenschaften weisen darauf hin, daß wir es nicht mit den tonigen-kalkigen-schieferigen Werfener Sch., sondern mit den typischen Buntsandsteinen zu tun haben, wie sie z. B. an der Südseite des Kaisergebirges prachtvoll erschlossen sind.

Wie aus dem Bohrprofil weiter klar hervorgeht, handelt es sich bei dieser unteren Salzlagerstätte durchaus nicht etwa um eine oder mehrere vollständige Salzausscheidungsfolgen. Vielmehr wurde die Salzausscheidung vielmals durch Einlagerung von tauben Schichten ganz schroff unterbrochen. Es ist dies nur möglich, wenn die Salzabscheidung nahe am Festlande oder in einem Wüstensee erfolgte, wo die Einführung von Sandmassen immer wieder die Salzbildung stören und eindecken konnte. Der Rhythmus dieser Störungen der Salzabscheidung ist zu kompliziert, um ihn auf eine einfache Formel zu bringen. Die Mächtigkeit der Steinsalzmassen nimmt jedoch gegen unten beträchtlich zu.

Im Bohrprofil erscheint unter der großen Steinsalzlage noch mehrfach Haselgebirge eingetragen. Unter den Bohrkernen aus dieser Tiefenlage befindet sich aber keine Probe von Haselgebirge. Auch hier bestehen die vor-

liegenden tauben Einschaltungen bei 335·76 *m* aus dunkelgrünem-rotem Buntsandstein, bei 336·86 *m* aus rotem Buntsandstein, bei 337·90 *m* aus dunkelgrünem, hellgrünem Buntsandstein von flacher Schichtung.

Die Gesamtmächtigkeit aller von der Tiefbohrung I durchsunkenen Salzsichten (Steinsalz + Magnesia- und Kalisalze) beträgt ca. 150 *m*. Wenn dieser großen Mächtigkeit eine entsprechende horizontale Ausdehnung zukommt, so würde hier das größte derzeit in den Alpen bekannte Salzlager vorliegen.

Dabei ist festzustellen, daß weder seine volle Mächtigkeit noch auch seine horizontale Ausdehnung bekannt ist.

Um die volle Mächtigkeit zu erforschen, wurde im Jahre 1933 eine zweite und viel besser ausgerüstete Tiefbohrung 270 *m* neben der I. abgestoßen, die leider bei 166 *m* schon verunglückte und damit ihre Aufgabe nicht zu lösen vermochte.

Diese Bohrung hat ca. 80 *m* salzreiches Haselgebirge und darunter die salzfreie Störungszone aufgeschlossen, in welcher sie stecken blieb.

Neue Untersuchungsstrecke.

Um die südlich von den Bohrstellen im Wolfdietrich Stollen befindliche Bergmasse in bezug auf einen möglichen Salzgehalt näher zu erforschen, wurde von der Bohrstelle II aus eine Untersuchungsstrecke vorgetrieben. Diese Strecke — Tafel II — verblieb zunächst vom Wolfdietrich Stollen aus ca. 193 *m* im Haselgebirge, durchstieß dann zwischen 193—204 *m* schwarze Tonschiefer und Glanzschiefer. Darauf wurde Hallstätter Kalk aufgefahren, u. zw. in 2 verschiedenen Schollen. Die erste Scholle zeigt deutlichen flachen Muldenbau und besteht aus lichtrötlichen, gut geschichteten Kalken. Eine 3 *m* starke Lage von Glanzschiefern mit Kalkbrocken bildet die Grenzfläche gegen die südlich folgende Scholle von hellgrauem, undeutlich geschichtetem Kalk.

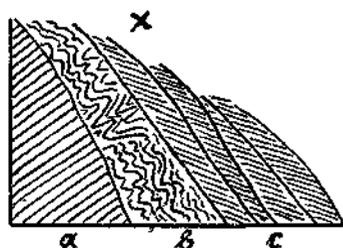
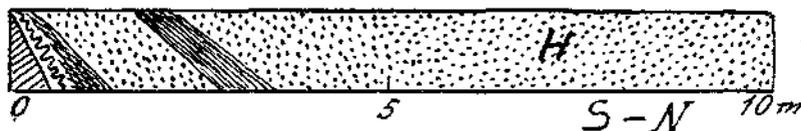
In diesem Kalk brachen bei 295 *m* stärkere Quellen ein, weshalb hier der Vortrieb längere Zeit eingestellt wurde.

Nunmehr ist der Vortrieb wieder aufgenommen worden. Dabei zeigte sich fortschreitend eine stärkere Wasserführung. Sie stieg bei 297 *m* auf 38 *hl/St.*, bei 303 *m* auf 57 *hl/St.*, bei 308·5 *m* auf 92 *hl/St.*, bei 312 *m* auf 106 *hl/St.* Nun ist das Feldort trocken (Ramsau Dolomit) und der Zufluß auf 96 *hl/St.* gesunken.

Es ist von großem Interesse, wie sich die geologischen Verhältnisse hinter dieser Hallstätter Scholle gestalten. Vom Wolfdietrich Stollen aus sind außer der neuen Untersuchungsstrecke schon früher 2 Parallelstollen vorgetrieben worden, u. zw. der südliche Querschlag I und die Stinkend Wasserl Schachtricht. Während die neue Untersuchungsstrecke die Hallstätter Kalke erst bei 205 *m* erreichte, stieß der südliche Querschlag bei 150 *m* und die Stinkend Wasserl Schachtricht bei 144 *m* auf dieselbe Kalkzone. Überall finden wir zwischen dem Haselgebirge und dem Hallstätter Kalk eine Zone von Glanzschiefern eingeschaltet. Es ist interessant, diese 2 Kontaktstellen von Glanzschiefern mit dem Hallstätter Kalk näher zu betrachten, die in Fig. 3 vorgeführt werden. Den besten Aufschluß gewährt der südliche Querschlag, wo man deutlich sieht, wie der Glanzschiefer über den Hallstätter

Kalk geschoben und dabei in enge Stauchfalten gelegt wurde. Auch der Streifen von Glanzschiefer zwischen den 2 Hallstätter Schollen der neuen Untersuchungsstrecke zeigt heftige Verschuppung und den Einschluß von Brocken von Hallstätter Kalk im schwarzen Glanzschiefer. Am Kontakt in der Stinkend Wasserl Schachtricht fallen im schwarzen Glanzschiefer zahlreiche mit weißem Gips verheilte Klüfte besonders auf. Der Glanzschiefer selbst ist nur ein ganz von Schubflächen zerschnittener, schwarzer Tonschiefer, also ein Tektonit.

x Südlicher Querschlag



Stinkend Wasserl-Schachtricht

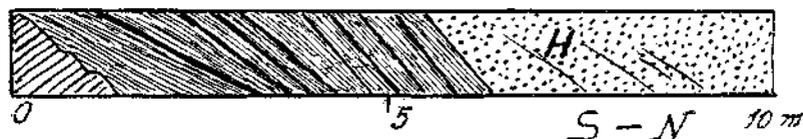


Fig. 3. H = Haselgebirge.

a = hellgrauer Hallstätterkalk; b = heftig gefaltete Glanzschiefer; c = Glanzschiefer mit vielen, mit weißem Gips ausgeheilten Klüften.

Bisher hatte der Bergbau immer an dieser südlichen Kalkscholle aus Besorgnis vor Wassereinbrüchen haltgemacht. Nun wird diese Kalkscholle in der neuen Untersuchungsstrecke durchstoßen, wobei sich auch tatsächlich ein beträchtlicher Wasserzufluß ergeben hat, dessen Ableitung viele Schwierigkeiten bereitet.

Wenn wir das bisherige Profil der Untersuchungsstrecke näher betrachten, so fällt sowohl im Haselgebirge als auch in den Hallstätter Kalken das Vorherrschende flacher Lagerungen auf. Nur die zwischengeschalteten Glanzschieferzonen weisen alle ein mittleres bis steiles Einfallen, u. zw. von S gegen N zu, auf.

Die Aufschließungen in der Untersuchungsstrecke erhalten noch besonderen Wert durch die Verbandmöglichkeit derselben mit den Ergebnissen der beiden eng benachbarten Tiefbohrungen. In Fig. 4 wird ein solches einfaches

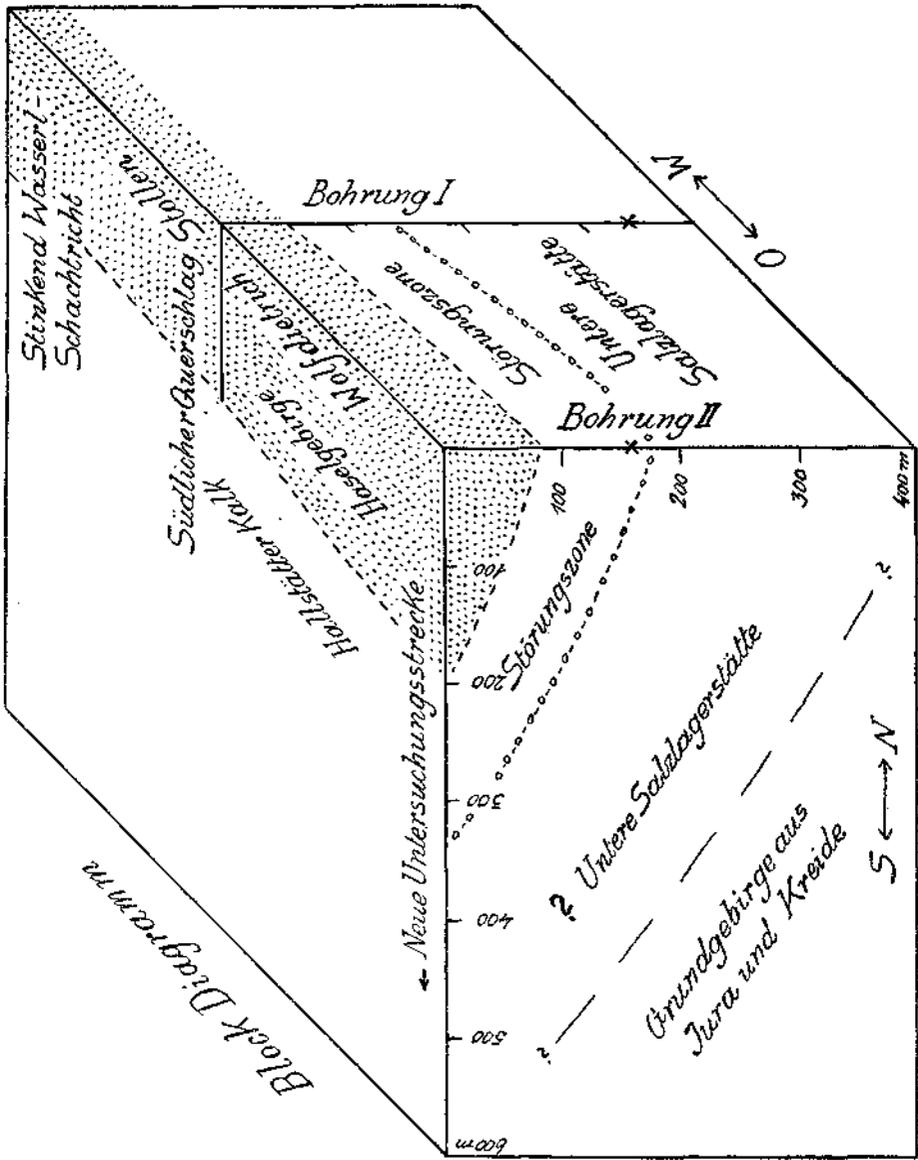


Fig. 4. Dieses Blockdiagramm stellt die einfachste Verbindungsmöglichkeit zwischen den Angaben der Bohrungen und Stollen dar. Durch den Vortrieb der Untersuchungsstrecke dürfte hier bald eine Entscheidung fallen.

Verbandschema vorgelegt. Dabei darf man aber nicht vergessen, daß die Gleichsetzung der Störungzone der beiden Tiefbohrungen mit der Glanzschiefer-Hallstätterzone der Stollenaufschlüsse lediglich die derzeit einfachste Verbindungsmöglichkeit bedeutet. Diese Verbindungsmöglichkeit wird besonders

durch das Zusammenstimmen der Zonen, ihre gleiche Reihenfolge und ihr gleiches Einfallen nahegelegt. Die eindeutig bestimmten Streich- und Fallangaben der 3 Stollen lassen sich mit großer Wahrscheinlichkeit auch auf die Angaben der Bohrprofile übertragen und ergeben dann eine großzügige mäßig steil von S→N, bzw. von SO gegen NW einfallende Anordnung aller Bauelemente.

In den Bohrprofilen sieht die sogenannte Störungszone wesentlich anders aus als die Glanzschiefer-Hallstätterzone in den Stollen. Meines Wissens sind bei beiden Bohrungen keine Hallstätter Kalke, sondern nur Dolomite und Dolomitbreccien durchstoßen worden.

Wenn man aber bedenkt, wie eng benachbart auch über Tag in der ganzen Umgebung Hallstätter Kalke und Ramsaudolomit vorkommen, so sinkt dieser Einwand in seiner Bedeutung zusammen.

Es ist also anzunehmen, daß die großen Hallstätter Kalkschollen nicht mehr wesentlich tiefer hinabreichen, was ja auch die flache, muldenförmige Lagerung wahrscheinlich macht.

Wenn sich die Gleichsetzung der Glanzschiefer-Hallstätterzone der Stollen mit der Störungszone der Bohrungen bewährt, so wäre hinter jener Zone in der Untersuchungsstrecke das Auftreten der unteren Salzlagerstätte zu erwarten. In diesem Falle würde der Stollenvortrieb eine wichtige Ergänzung unserer Kenntnisse der unteren Salzlagerstätte zu bringen vermögen.

Es ist aber sehr leicht möglich, daß im Niveau der Untersuchungsstrecke die untere Salzlagerstätte bereits abgesichert ist und der Stollen durch die basale Gleitfuge bald ins Haselgebirge oder ins Grundgebirge gelangt, das voraussichtlich aus Kreide- und Juragesteinen bestehen dürfte. Auch diese Angaben wären für die weitere Erforschung des Aufbaues der Dürnberger Salzlagerstätte von großer Bedeutung.

Einfügung der Ergebnisse in den Gebirgsbau.

Für die Deutung der alpinen Salzlagerstätten sind, was ihre Tektonik betrifft, im wesentlichen 2 verschiedene Erklärungen zur Anwendung gekommen.

Die erste und ältere Erklärung machte die Annahme, daß sich die alpinen Salzlagerstätten auch heute noch so ziemlich an der Stelle ihrer ursprünglichen Ablagerung befinden, wogegen die zweite und jüngere Annahme damit rechnet, daß diese Lagerstätten durch horizontale Verfrachtung aus größerer Entfernung herbeigeschleppt worden sind.

Die erste Annahme ist die einfachste Erklärung. Wir sehen diese Erklärung in ihrer schlichten Form in den Profilen von Lill v. Lilienbach aus dem Jahre 1828 in Fig. 5 verwendet, wo das Salzlager in einer Mulde des unteren Alpenkalkes abgelagert und von dem oberen Alpenkalk zugedeckt erscheint.

Bei dem weiteren Fortschritt der Stratigraphie erwies sich diese einfache Deutung als unrichtig, weil sich der untere Alpenkalk hier als eine Jura-Kreideserie herausstellte und der obere Alpenkalk als Hallstätter Kalk und Ramsaudolomit mit einem Altersspielraum von anisischer bis rätischer Trias.

Es liegt also das Salzgebirge auf jüngeren Schichten und wird von viel älteren Gesteinen eingedeckt.

Gümbel hat dann im Jahre 1858 auf seinem Blatt „Berchtesgaden“ einen Querschnitt von Traunstein über Reichenhall und Berchtesgaden bis Saalfelden veröffentlicht, auf dem die Salzlagerstätten von Berchtesgaden

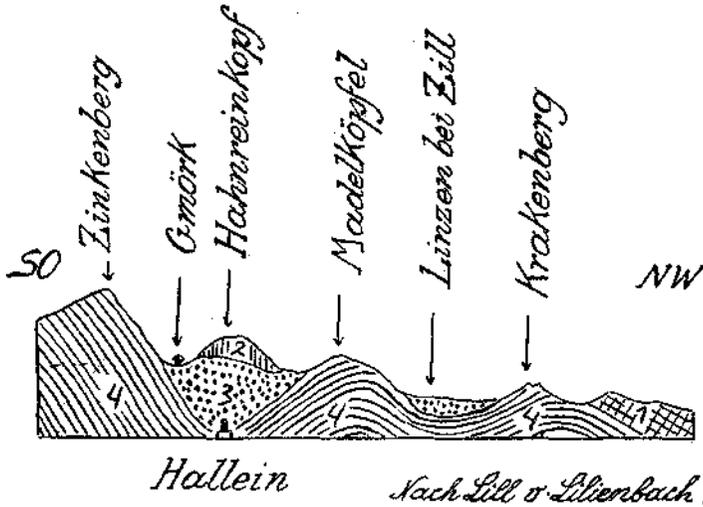


Fig. 5. 1 = Schieferiger Kalk und Mergel. 2 = Oberer Alpenkalk. 3 = Thongyps und Steinsalzgebirge. 4 = Unterer Alpenkalk.
Unrichtige Stratigraphie.

und Reichenhall mit Auffaltungen des Buntsandsteins verbunden sind (Fig. 6). Das Salzgebirge erscheint hier als wildverschlungenes Schichtgebilde in

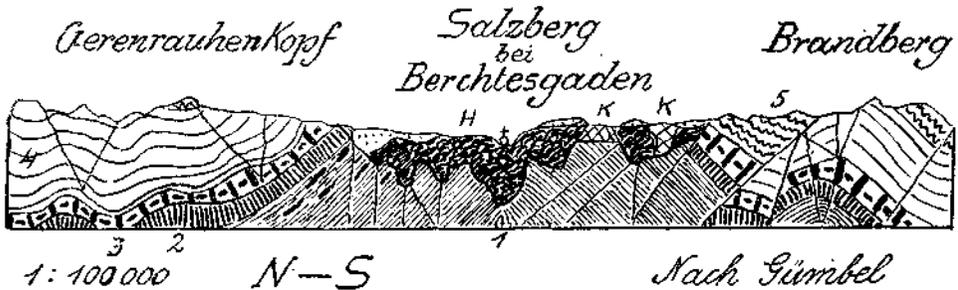


Fig. 6. 1 = Buntsandstein. 2 = Muschelkalk. 3 = Unterer Keuperkalk. 4 = Hauptdolomit. 5 = Obere Juragebilde der Alpen. H = Haselgebirge. K = Hallstätter Kalk.
Unrichtige Tektonik.

tiefen Trichtern der mächtigen Kuppel von Buntsandstein eingelagert und von Schollen von Hallstätter Kalk begleitet.

Diese Grundvorstellung von Gümbel über den Bau der Salzlagerstätten von Reichenhall-Berchtesgaden, welche von großen Aufwölbungen von Buntsandstein emporgehoben sein sollen, kehrt auch später in der Hypothese von F. Beyschlag in Umrissen wieder.

Im Jahre 1922 veröffentlichte E. Beyschlag die untenstehende Skizze (Fig. 7). Der hier durchgeführte Vergleich der norddeutschen und alpinen Salzlagerstätten muß jedoch als verfehlt bezeichnet werden. Es geht dies unmittelbar aus dem Vergleich der beiden Zeichnungen hervor. Der Gipsnut des norddeutschen Salzhorstes entspricht wohl dem Auslaugungston der alpinen Lagerstätten, dagegen fehlt für das Haselgebirge eine gleichartige Vertretung. Man kann das bekanntlich ziemlich reich salzhaltige Haselgebirge unmöglich als Rückstand einer Auslaugung bezeichnen.

Auch sonst nimmt der Vergleich von Beyschlag auf den tatsächlich vorhandenen Gebirgsbau der Umgebung der Salzlagerstätten wenig Rücksicht. Nach seiner Meinung wurzelt die Salzablagerung an Ort und Stelle und wird von Buntsandstein und älteren Schichten unterlagert. Diese Unterlagerung ist jedoch an keiner Stelle nachgewiesen. Zu ähnlichen Vorstellungen ist bald darauf auch Geheimrat E. Seidl gekommen. Seine Darstellungen verwenden aber das volle Detail der Bergwerksaufschlüsse großenteils nach den Vermessungen und Zeichnungen des Markscheiders R. Plank. R. Plank hat ein langes Leben darauf verwendet, die wunderbaren Aufschlüsse der alpinen Salzlagerstätten räumlich so genau als möglich einzumessen und zu verzeichnen.

Man muß also festhalten, daß durch die Zusammenarbeit von Geheimrat E. Seidl und Markscheider R. Plank unsere Einsicht in den Bau der alpinen Salzlagerstätten außerordentlich vertieft worden ist.

E. Seidl hat auch versucht, den Innenbau der alpinen Salzlagerstätten mit dem Bau der nördlichen Kalkalpen in Verbindung zu bringen. Dieser Versuch ist ihm jedoch nicht gelungen und hat ihn in Widerspruch mit den Ergebnissen der geologischen Landesaufnahme gebracht. Es ist unmöglich, heute den Bau der nördlichen Kalkalpen ohne Auflösung in ein System von übereinandergeschobenen Decken zu erklären. Diese Erkenntnis ist die Frucht von mehr als 30jährigen Anstrengungen einer großen Anzahl von in- und ausländischen Geologen, die von den verschiedensten Standpunkten aus und unter zahlreichen Kämpfen sich auf diese Grundvorstellung geeinigt haben. Man kann heute noch über die Zahl und Größe der einzelnen Decken, über ihre Verwandtschaften und Abstammungen streiten, man kann darüber uneins sein, ob es sich um riesige Überfaltungen oder um Schubmassen oder um Gleitdecken handelt, das große Ausmaß der Horizontalverfrachtungen und das mehrfache Übereinanderliegen der Decken stehen jedoch fest.

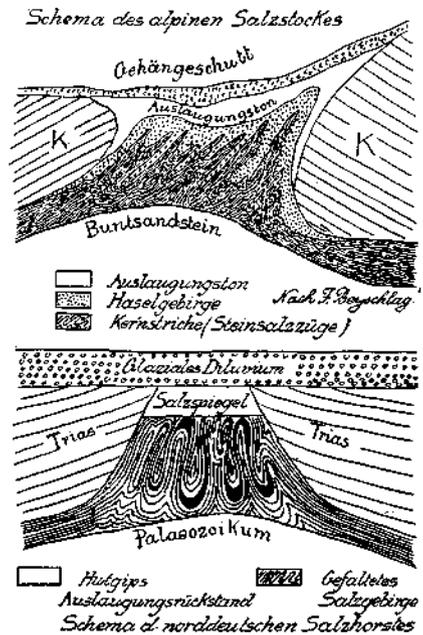


Fig. 7. Unrichtiger Vergleich und unrichtige Tektonik.

Daher muß die Erklärung der alpinen Salzlagerstätten in Übereinstimmung mit diesem großen Rahmen gebracht werden.

Für den Abbau der alpinen Salzlagerstätten spielt diese Frage keine besondere Rolle, denn ein wesentlich größerer Tiefgang ist nach beiden Erklärungsversuchen ohne weiteres möglich.

Man darf nun aber nicht übersehen, daß die Erklärung von Beyerslag-Seidl mit der Wurzelung der Salzlagerstätten an Ort und Stelle über eine viel einfachere Mechanik verfügt als die Erklärung mit den großen horizontalen Verfrachtungen. Das Aufsteigen der leicht beweglichen Salzmassen aus schweren Druckbereichen gegen jede geöffnete Lockerungszone ist ja besonders durch den sehr tiefgreifenden deutschen Salzbergbau ausgezeichnet erschlossen. Die alpinen Salzbergbaue sind im Vergleich dazu ja auch alle viel zu wenig tief.

Dieses Aufsteigen der liegenden Salzschiechten gegen Lockerungen des schwerdrückenden Deckgebirges ist ja auch ein prächtiges und ganz großartiges Beispiel für geologische Kerbwirkungen. Ohne Verletzung der Deckschichte würden ja die tief begrabenen Salzschiechten nicht in Bewegung geraten sein.

Diese Erscheinung ist von einer so allgemeinen Bedeutung, daß sie an keine Größenordnung gebunden ist. Daher hat dieselbe auch für unsere alpinen Salzlagerstätten volle Anwendungsfähigkeit, ob nun die Lagerstätten sich an ihrer Heimatstelle befinden oder von weit her transportiert worden sind.

Die Teilbewegungen in dem Salzgebirge werden sich immer von der Gegend schwereren Druckes gegen jene leichteren Druckes richten. Es wird in allen Hohlräumen des Salzbergbaues wohl jedem Beschauer klar, wie die Wände langsam und unaufhaltbar in die freien Räume hereinrücken und diese schließen.

Ich möchte also sagen, daß ein großer Teil der Bewegungsbilder in den deutschen und alpinen Salzlagerstätten bestimmt vom gleichen Sinne beherrscht wird.

Es ist aber eine andere Frage, ob die alpinen Salzlagerstätten als Großkörper an Ort und Stelle wurzeln oder von der Ferne herbeigetragen wurden. In dieser Frage möchte ich mich der Hypothese von E. Seidl nicht anschließen und die Erklärung im Rahmen der Deckenlehre versuchen.

Dabei bin ich mir voll bewußt, daß die Erklärungsformel der Deckenlehre auch heute noch reichlich Dunkelheiten enthält, deren Aufhellung noch immer nicht gelungen ist.

In solchen Dunkelheiten liegen Ursprung und Ende der Deckenbewegung. Mit der Formel einer Ausquetschung der Decken aus enge zusammengepreßten Sätteln an der Südseite der Alpen kann man mechanisch wirklich nichts anfangen. Als brauchbare Deutungen kommen hier nur Schubmassen oder Gleitmassen in Betracht. Für solche sind aber wieder keine Heimatstellen da, und man ist gezwungen, dieselben als Verschluckungszonen zu deuten. Auch mit den Endigungen der Deckenbewegungen befinden wir uns vielfach im Unbekannten.

Es ist also eigentlich nur ein Mittelteil der Deckenbewegungen, über den wir durch tatsächliche Einsicht unterrichtet sind. Für diesen Mittelteil der Deckenbewegungen stehen uns heute eine große Anzahl von sorgfältig er-

forschten Profilen von der ganzen Nordseite der Alpen zur Verfügung, und es zeigt sich, daß die Bewegungsbahn von einer meist breiten und hohen Aufwölbung in eine ebenso breite und tiefe Einmuldung hinableitet.

Die alpinen Salzlagerstätten befinden sich nun alle nicht in den Aufwölbungs-, sondern in den Muldenzonen, was schon an und für sich der Deutung widerspricht, daß dieselben an steilen Störungen aus der Tiefe aufgepreßt worden sind. Während in der Zone der Aufwölbungen ältere Schichten in hohe Lagen erhoben erscheinen und hier ein Durchbruch von unten erleichtert wäre, sind die Mulden vor allem noch mit mächtigen jüngeren Ablagerungen ausgekleidet. In diesen Muldenzonen hätte also das aufsteigende Salz gerade eine besonders mächtige Deckschicht durchbrechen müssen. Außerdem sind die Schichten in der Mulde durch ihre Einbiegung gegen einen Druck von unten als umgekehrte Gewölbe sehr stark versteift.

Wenden wir diese allgemeinen geologischen Erfahrungen nun auf das engere Gebiet der Salzlagerstätte Dürnberg an, so stellt hier die Riesensalzmasse von „Hohem Göll—Hagengebirge—Steinernem Meer—Watzmann“ die Aufwölbungszone vor, welche die höheren Decken auf ihrer Wanderung von S gegen N zu überschritten haben. Diese Überschreitung ist heute durch die Auffindung von zahlreichen Resten von Buntsandstein und Haselgebirge sichergestellt, welche auf der Höhe des Steinernen Meers, z. B. in der Umgebung des Funtensees festgestellt wurden. Es handelt sich hier um kleinere oder größere Massen, welche von den Decken bei ihrer Wanderung in Unebenheiten der Bahn zurückgelassen wurden.

Von diesen großangelegten Hebungszonen sinkt das Grundgebirge nun nordwärts in eine tiefe Muldenzone hinab. Dieses Hinabsinken ist sowohl am Kamm des Hohen Gölls als auch an dem gegenüberliegenden Kamm des Watzmanns prachtvoll zu erkennen. Der niedertauchende Dachsteinkalk ist durch Brüche in viele Stufen zerlegt, von denen die nördlicheren jeweils gegen die südlicheren abgesenkt erscheinen und jüngere Schichten tragen. Bei diesem Vorgang handelt es sich nicht um eine lokale, sondern um eine regionale Erscheinung.

Mit dem Tiefersinken stellen sich dann zugleich immer mächtigere junge Schichten ein. Dies ist besonders schön an der Nordseite des Hohen Gölls zu erkennen, wo wir im Gebiete des Roßfeldes eine reiche Schichtfolge von unterer Kreide noch über den Juraschichten entwickelt finden. Diese Kreideschichten sind aber nicht nur sehr mächtig, sondern sie enthalten in den höheren Lagen auch sehr viel größeren Quarzsand und sogar Gerölle von ortsfremden Gesteinen, wie von J. Kühnel bereits im Jahre 1929 festgestellt wurde. Wir erkennen aus dieser Verschüttung der tiefen Muldenzone, daß es sich um einen länger dauernden Vorgang handelt und Hebungszonen und Senkungszone zusammengehörige Bildungen sind. In der Hebungszonen haben wir mit einer Abtragung, in der Senkungszone dagegen mit einer Aufschüttung zu rechnen. Aus den Geröllen in der vergrößerten Kreide der Mulde ist auf einen Zufluß von Material aus dem Süden zu schließen. Der Abschluß der Sedimentation in der Mulde wird aber tektonisch vollzogen. Mit scharfer Grenze liegen auf den Roßfeld Sch. alte Triasgesteine. Die Auflagerungsgrenze selbst schneidet die Schichtung der Kreidgesteine schräg ab. Entweder liegt hier bereits ein Erosionsrelief vor oder die Überschiebung hat noch weichen Untergrund abgeschert.

Die Auflagerung dieser Triasschollen auf der flachliegenden Kreide des Roßfeldes ist nun in mehrfacher Hinsicht sehr interessant. Die Profilreihe (Fig. 8) bringt nur die 2 größten Deckschollen zur Darstellung, es sind aber weiter nördlich gegen den Zinken hin noch 2 kleinere Schollen vorhanden.

Die Scholle des Ahornbüchsenkopfs wird von einem Saum von grünen und roten Letten von Haselgebirge umgeben, in dem sich rote Werfener Schiefer, Brocken und Blöcke von gelber Rauwacke, rötlichen Hallstätter Kalken, Eisenerzen, grünen Sandsteinen ... eingeschlossen finden. Diese teigartige Haselgebirgsmasse unterlagert nun die aufgeschobenen Triassmassen, welche aus roten Hallstätter Kalken und grauen Kalken und Dolomit bestehen.

Einem ganz ähnlichen Bilde begegnen wir auch bei der nördlicheren Deckscholle, die einen Basalstreifen von Haselgebirge und darüber weißen Ramsaudolomit und weißen Kalk zeigt.

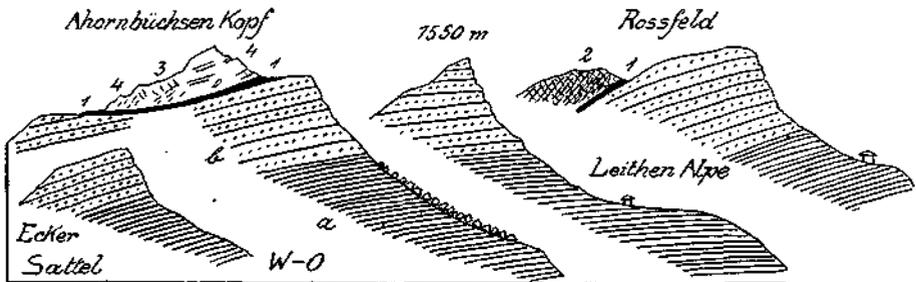


Fig. 8.

<i>a</i> = Schrambach Sch.	} Grund- gebirge	1 = Haselgebirge	} Hallstätter Decke
<i>b</i> = Roßfeld Sch.		2 = Ramsaudolomit und weißer Kalk	
	3 = grauer Kalk und Dolomit		
	4 = rötliche Schreyeralimkalk		

Zwischen diesen 2 Deckschollen liegt der Hahnenkamm, dessen Gipfel keine Deckscholle trägt, sondern ganz aus flachgelagerten grauen, porösen Hornsteinkalken besteht.

Die Deckschollen fallen von SO gegen NW ein. Sie reichen bis zur Kammhöhe empor. Auf der Ostseite des Kammes sind die Kreide- und Juraschichten, welche sie unterteufen, prachtvoll aufgeschlossen.

Wir haben also am Roßfeld eine mächtige Jura+Kreide Mulde in hoher Lage vor uns, die auch die Reste einer aufgelagerten Schub- oder Gleitdecke trägt.

Es liegt sehr nahe, in den klar überschaubaren Verhältnissen des Roßfeldes das Modell für die Tektonik der Dürnberger Salzlagerstätte zu erkennen. Wenn wir das Profil (Fig. 9) vom Hohen Göll über Roßfeld—Zinken—Dürnberg—Barmstein betrachten, so fällt zunächst auf, wie sich die Einsenkung in den Muldenraum mit mehreren Abstufungen vollzieht. Eine erste Stufe zeigt sich am Hohen Göll oberhalb vom Pfurtscheller Haus, eine zweite am Zinken, eine dritte an den Barmsteinen. Der Sinn der Störungen ist wahrscheinlich überall derselbe. Die jeweils nördlichere Scholle ist gesenkt und zugleich etwas von der südlicheren Nachbarscholle überschoben.

Die Störung am Hohen Göll ist prachtvoll klar zu erkennen und voraussichtlich auch für die anderen Stufungen vorbildlich. Die Störungen am

Zinken und an den Barmsteinen sind nicht so gut aufgeschlossen, weil sie bereits im Waldgebiete liegen. Im wesentlichen liegt aber derselbe Bauplan vor.

Die Mulde des Rossfeldes zeigt in ihren Deckschollen einen zweiteiligen Bau, unten Haselgebirge und darüber Hallstätter Schollen.

Die Mulde von Dürnberg zeigt unten das Salzgebirge und ebenfalls darüber Hallstätter Schollen. Auffallend ist dabei, daß in den Hallstätter Schollen so häufig die Mischung von weißem Ramsdolumit mit roten Hallstätter Kalken wiederkehrt.

Was ist nun näherliegend als die Annahme, daß auch in der Mulde von Dürnberg das Salzgebirge von der Jura-Kreide Mulde unterteuft wird.

Wenn man einmal erkannt hat, wie in den Nordalpen das Absinken von der hohen Aufwölbungszone in die vorgelegerte Muldenzone mit großer Regelmäßigkeit weithin im gleichen Bausinn vollzogen ist, wird man nicht zweifeln, daß dieselbe Regel auch in unserem Gebiete befolgt wurde.

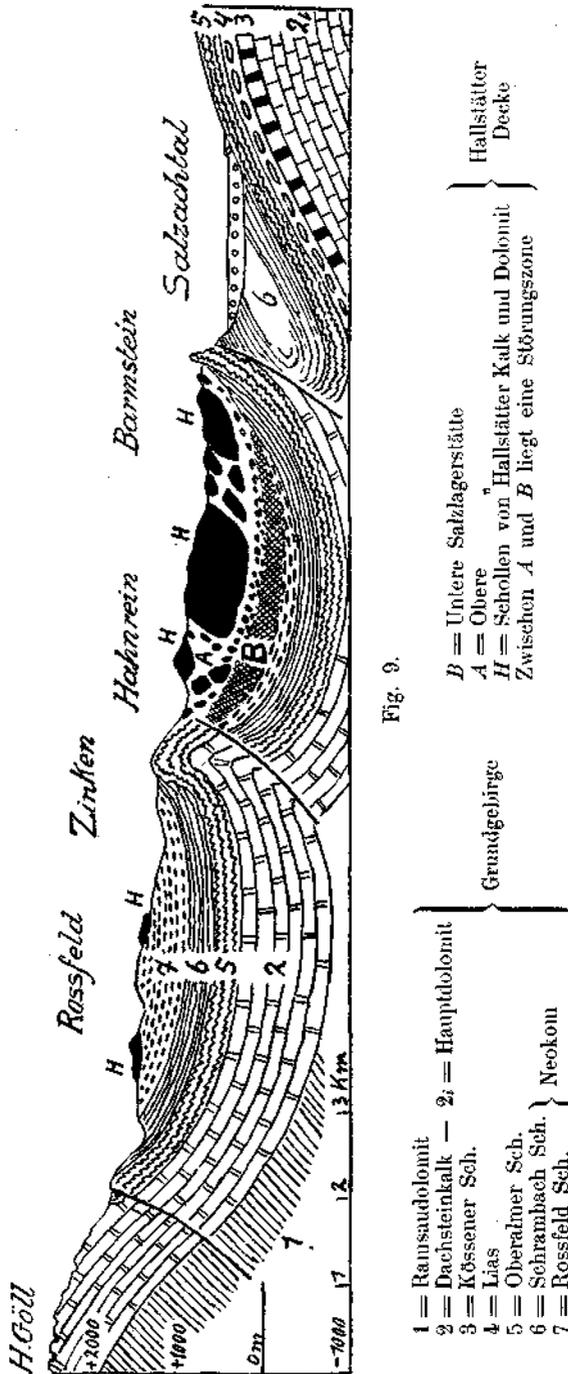


Fig. 9.

- 1 = Ramsdolumit
 2 = Dachsteinkalk — 2i = Hauptdolomit
 3 = Kössener Sch.
 4 = Lias
 5 = Oberalm Sch.
 6 = Schrambach Sch.
 7 = Rossfeld Sch. } Neokou

- B = Untere Salzlagerstätte
 A = Obere
 H = Schollen von Hallstätter Kalk und Dolomit
 Zwischen A und B liegt eine Störungszone

- Hallstätter
 Decke

Die breite Muldenzone ist in 3 Schollen zerteilt. Die Hauptmasse der Hallstätter Decke ist auf der mittleren Scholle erhalten. Vielleicht liegt auch noch unter der Schutzsohle des Salzachtals ein Rest der Hallstätter Decke?

Wenn man also die Roßfeld Mulde als das Modell für die allerdings viel größere Dürnberg Mulde nimmt, so darf man nicht übersehen, daß mit der größeren Tiefe dieser Mulde auch die Erhaltung eines reicheren Inhaltes wahrscheinlich wird.

Wir haben von oben nach unten eine viel mächtigere und auch viel buntere Decke von Hallstätter Schollen, wir haben im Haselgebirge selbst statt kleiner Brocken und Blöcke zahlreiche und teilweise recht beträchtlich große fremde Schollen.

Das Haselgebirge erschöpft aber, wie wir heute wissen, durchaus noch nicht den Vollenhalt des Salzgebirges. Unter einer tauben und ausgedehnten Störungszone folgt neuerdings Salzgebirge, u. zw. in einer anderen und reineren Form.

Seine Tiefe und seine seitliche Ausdehnung ist noch immer nicht erforscht.

Es ist wahrscheinlich, daß diese Salzlagerstätte vielleicht mit einer Gleitzone unmittelbar auf dem Kreide-Jura Boden unserer großen Muldenzone lagert.

Wenn diese tektonische Ableitung in ihren Hauptzügen stimmt, so ist gegen die Tiefe der Muldensohle zu eine flache Lagerung der Salzschieben zu erwarten. Sekundäre Faltungen können dabei natürlich überall auftreten, weil diese mit dem Vorgang der seitlichen Einschiebung und der Reibung zusammenhängen. Diese Ableitung würde aber noch eine große Lücke enthalten, wenn man die Bedeutung der jüngeren von O gegen W erfolgten Verschiebungen außer acht lassen würde.

Diese ostwestlichen Faltungen und Schiebungen spielen für die Salzlagerstätte Dürnberg sogar eine sehr wichtige Rolle. Wären für die Formung der Lagerstätte nur die ostwestlich streichenden Wölbungs- und Senkungs-zonen sowie die von S gegen N vollzogene Einschiebung entscheidend, so müßte unsere Lagerstätte offen bei Hallein ins Salzachtal austreichen.

Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern die Lagerstätte wird hier durch einen S—N und SO—NW streichenden steilen Querwall von Jura+Kreideschichten vom Salzachtale abgetrennt.

Wir sind heute durch eine große Reihe von Beobachtungen über die Bedeutung dieser jüngeren O—W Bewegungen in den ganzen Nordalpen wohl unterrichtet.

Für das Gebiet des Königs Sees bietet aber die schöne neue Karte von C. Lebling und seinen Mitarbeitern eine wunderbare Illustration für die Umformungen, welche die alten ostwestlich streichenden Bauelemente durch diese Querverschiebungen erlitten haben.

Für unsere Betrachtung kommen vor allem die Verhältnisse des Hohen Gölls und des südlich angrenzenden Hagengebirges in Betracht. Der Hohe Göll, der in der Hauptmasse eine mächtige Aufwölbung von DK mit einer ostwestlichen Achse vorstellt, erscheint aber auch in seinem südlichen Anteil ganz deutlich von O gegen W zu überschoben.

An dem Nordwestkamm, der vom Hohen Göll über Göllstein und Salzwände ins Tal der Königseer Ache hinableitet, ist nach dem Profil von J. Kühnel (Fig. 10) nur eine sehr deutliche Abstufung zu beobachten. Sehr schön tritt hier die Auflagerung des Salzgebirges auf die tief gesenkte Jurasohle der Berchtesgadener Mulde in Erscheinung.

Allem Anschein nach lagert das Salzgebirge auch hier wie auf dem Roßfeld auf einer bereits ziemlich tief erodierten Unterlage von flach gelagerten Juraschichten, die wohl schon der Muldensohle angehören dürften.

Das nächst südlichere Profil (Fig. 11), das vom Brett Riedl über Dürre- eck—Dürreckslehen ... zur Königseer Ache leitet, zeigt schon die gegen W gerichtete Überschiebung in voller Entwicklung.

Das südliche benachbarte Profil (Fig. 12) enthält nicht nur die schroff ausgesprochene gegen W gerichtete Überschiebung, sondern auch noch einen jüngeren Bruch, der diese Schubbahn verwirft.

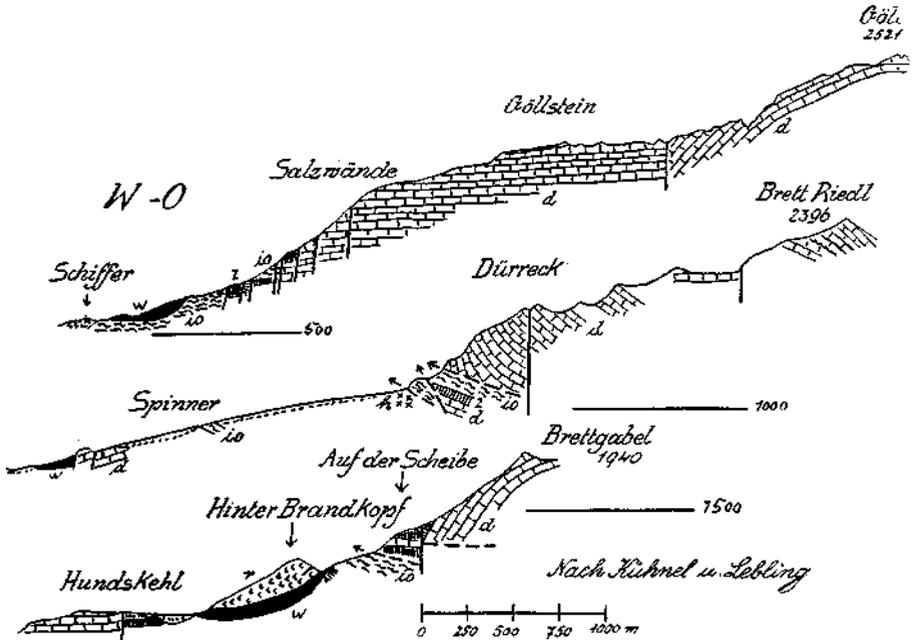


Fig. 10, 11 und 12.

w = Werfener Sch. Gipston	} Hallstätter Decke	d = Dachsteinkalk
r = Ramsadolomit		l = meist unterer Lias
h = Hallstätter Kalk		io = mittlerer-oberer Lias, Dogger

Deutliche jüngere, von O gegen W gerichtete Schubbewegungen.

Gleichzeitig erkennen wir an diesem Profil auch wieder das Auftreten des Haselgebirges unter einer Deckscholle von Ramsadolomit. Das Haselgebirge ist auch hier ziemlich mächtigen Juraschichten aufgelagert. Weiter südlich ist der Westrand des Hagengebirges ebenfalls von O gegen W zu überschoben, u. zw. so kräftig, daß es z. B. am Fagstein zur Ausbildung von völlig überkippten N—S streichenden Falten gekommen ist.

Wir gewinnen also die Einsicht, daß die älteren ostwestlich streichenden Bauelemente durch die nachfolgenden Querbewegungen entweder schräg gestellt oder sogar quer überschoben worden sind.

Diese Einsicht in den allgemeinen Gebirgsbau ist auch gleich auf die Salz- lagerstätte Dürrnberg anwendungsfähig. Es finden sich hier nicht nur unzählbare

Querverbiegungen und Querverfaltungen im kleinen, sondern auch eine große Querauffaltung als Begrenzung gegen den Senkungstreifen des Salzachtals.

Die ursprünglich ostwestlich verlaufende Urmuldenform ist durch diese jüngeren Bewegungen quergefaltet worden. Der Damm dieser Querfaltung verläuft vom Zinken über Rasperhöhe—Barmsteine—Götschen bis zum Durchbruch des Almflusses. Das weithin sichtbare Zeichen dieser Querfaltung sind die charakteristischen Felstürme der Barmsteine, welche aus

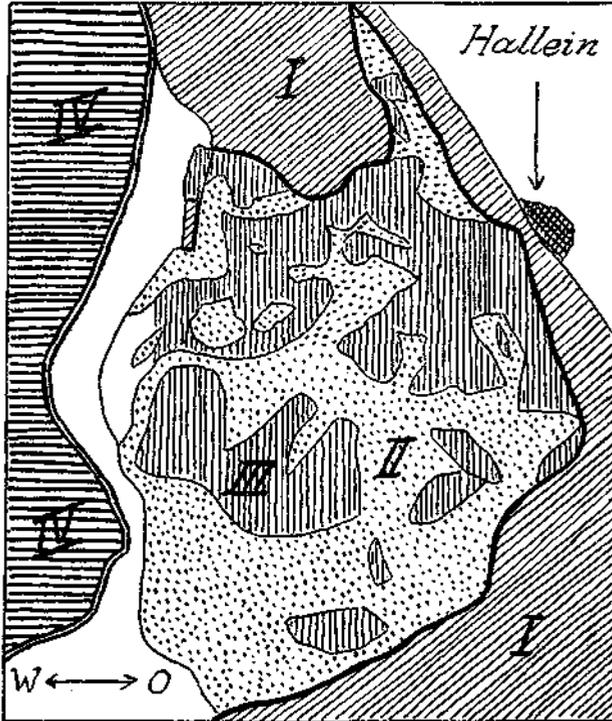


Fig. 13.

I = Grundgebirge aus Jura- und Kreideschichten. II = Haselgebirge. III = Schollen aus Hallstätter Kalk und Dolomit. IV = Reiteralm Decke (Untersberg).

Die Grenze der Halleiner Salzlagerstätte ist mit einem dicken Strich angedeutet. Die Grenze gegen die Reiteralm Decke ist doppelt ausgezogen.

senkrecht aufgestellten Oberjura Kalken bestehen, die von SO gegen NW streichen und auch in dieser Richtung vertikale Schubflächen mit horizontaler Streifung zur Schau tragen

Durch diese Querfaltung erscheint das Salzgebiet von Dürnberg sowohl im S als auch im O und W von Kreide+Juraschichten begrenzt. Nur an der W-Seite liegen andere Umgrenzungen vor. Hier setzt sich im südlichen Teil die Salzlagerstätte zusammenhängend in jene von Berchtesgaden fort, während im nördlichen Teil die große Masse des Untersberg die Salzlagerstätte samt ihrer Unterlage in die Tiefe gedrückt hat.

Auf diese Weise kommt der in Fig. 13 schematisch dargestellte Umriß der Lagerstätte zustande.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß eine solche Form nur aus der Zusammenwirkung mehrerer Bewegungen entstehen konnte.

Wir haben nicht nur ältere ostwestlich und jüngere nordsüdlich streichende Faltungen, wir haben außerdem als die Bringer und Erhalter des Salzgebirges vor allem auch noch die großen Überschiebungen.

Daß heute bei Dürnberg und Berchtesgaden noch ziemlich ausgedehnte Salzmassen oberhalb des Grundwasserspiegels von Königsee und Salzach vorhanden sind, verdanken wir nur der Eindeckung der Salzlager durch die zahlreichen Schollen von Hallstätter Kalken und Ramsaudolomit.

Im Gebiete von Dürnberg schließen die verschiedenen Schollen von Hallstätter Kalken und Ramsaudolomit ziemlich nahe aneinander und lassen nur ein Netzwerk von Mulden zwischen sich frei. In diesen Mulden dürfte größtenteils ausgelaugtes Haselgebirge anstehen, das jedoch von Grundmoränen, Schottern, Hangschutt und Stümpfen bedeckt wird. Hauptsächlich handelt es sich um Grundmoränen der Würmeiszeit, es kommen aber auch Schotter-



Fig. 14.

a = Schrägschotter; b = Sand- und Lehmlagen mit Schotterbänken.

In den Schottern selten kristalline Gerölle. Die Schotter liegen ca. 200 m über dem Salzachtal.

reste vor, die wohl in den Rückzug der Würmgletscher gehören dürften. So beobachtete ich oberhalb des Wirtshauses Wegscheid in etwa 630 m Höhe das Profil von Fig. 14.

Über Schrägschottern waren hier in einer Grube horizontale Sande und Lehmlagen mit Schotterbänken aufgeschlossen. In den Schottern fand ich seltene Einschlüsse von Amphibolitgeröllen.

Die Oberfläche der Deckschollen ist im ganzen etwas kleiner als jene der dazwischenliegenden Mulden. In diesem Gebiete von ca. 17 km² ist für den Salzabbau zur Hauptsache nur ein schmaler südlicher Streifen verwendet worden, welcher allerdings auch über Tag die ausgedehntesten Mulden mit Haselgebirge zeigt.

In den nördlichen Abschnitten des Salzfeldes scheinen einerseits die großen Deckschollen enger aneinander zu schließen und andererseits in größere Tiefe zu reichen.

Es ist nicht zu erkennen, ob unter diesen Schollen in größerer Tiefe noch Salzgebirge in ausgedehnten Massen ruht.

Die Aufschließung der tieferen Lagerstätte eröffnet allerdings auch in dieser Frage neue Aussichten.

Je mächtiger sich die neuentdeckte untere Lagerstätte erweist, desto wahrscheinlicher ist auch ihre größere horizontale Erstreckung. Jedenfalls

steht hier im Norden der Tiefbohrung I noch ein großer von Hallstätter Schollen eingedeckter Muldenraum zur Verfügung, der möglicherweise als Salzlagerstätte in Betracht kommt.

Durch die Tiefbohrung I ist eine Teilung des Salzgebirges in eine obere Haselgebirgs Lagerstätte und eine tiefere Buntsandstein Salzlagerstätte offenbar geworden. Die Teilung wird durch eine salzfreie Störungszone vollzogen.

Dieses Ergebnis, das allerdings zur vollen Sicherheit noch einer weiteren Bohrbestätigung bedarf, ist nicht nur stratigraphisch, sondern auch tektonisch ein Neuigkeitswert.

Bisher ist meines Wissens in den Alpen nirgends eine Wechsellagerung von Steinsalz mit Buntsandsteinlagen aufgefunden worden. Die Haselgebirgs-vorkommen sind immer an die Grenze von oberen Werfener Sch.-Reichenhaller Sch. gebunden und enthalten überhaupt keine solchen Wechsellagerungen.

Allerdings sind die Haselgebirgs Lagerstätten durch ein Übermaß von Verknetungen, Verschuppungen, Vermischungen, durch den Einschluß vieler fremder Schollen in ihrer heutigen Form nur als „Tektonite“ verständlich.

Über die untere Lagerstätte wissen wir nur sehr wenig. Die Wechsellagerung geht aus den Bohrkernen einwandfrei hervor. Von den Salzlagen fehlen die Kerne leider vollständig.

Der Buntsandstein ist durchaus gut geschichtet und man kann aus den Kernen die Neigungswinkel unschwer feststellen. Dieselben schwanken zwischen 0 und 90°. Das würde auf ein mäßig steiles Gesamtfallen von ca. 25 bis 30° hinweisen. Nun ist aber wohl zu beachten, daß wir über die Richtung des Fallens keine Angaben besitzen. Es ist also nur die einfachste Annahme, daß diese vielen Fallangaben alle in dieselbe Richtung weisen. Sie können ebensogut nach verschiedenen Richtungen verlaufen und in diesem Falle eine ziemlich lebhaftere Kleinfaltung bedeuten. Außerdem können sie, wie man ja an einzelnen Kernen unmittelbar sieht, einfach alte sedimentäre Schrägschichtungen vorstellen. Bei den längeren Kernen läßt sich dies natürlich ausschließen, es sind aber leider die meisten Kerne der Tiefbohrung I sehr wenig lang.

Wenn man z. B. das vorzüglich aufgeschlossene Buntsandstein Gebiet an der Südseite des Kaisergebirges zum Vergleich heranzieht, so könnte dort eine große Anzahl von Bohrkernen trotz flacher Lagerung der Schichten Fallwinkel zwischen 20 und 30° aufweisen, weil die Schrägschichtung in diesen Quarzsandsteinen sehr verbreitet ist.

Wir können also sagen, eine flache Lagerung der vielen Einschaltungen von Buntsandstein in die untere Salzlagerstätte ist recht wahrscheinlich, eine Faltung dieser Schichtung kann aus den Bohrproben weder bewiesen noch ausgeschlossen werden. Es ist nun zu fragen, in welchem Verhältnis die verschiedenen übereinanderliegenden Zonen zueinander stehen.

Die Deckschichte aus Schollen von Hallstätter Kalk ... läßt sich nicht in irgendeine erkennbare einfachere Ordnung bringen. Es liegen weder die jungen Schichten oben, die älteren unten noch umgekehrt. Man kann die gleichartigen Schollen auch nicht durch Faltung miteinander verbinden. Im großen und ganzen folgt die Anordnung der Vorzeichnung des Muldenbaues.

Es handelt sich um ein Gefüge von Schollen, das am leichtesten durch Vorgänge von großen Zerreißen, Vermischungen und Verschleppungen zu erklären ist.

Zu dem liegenden Haselgebirge besteht nirgends ein stratigraphischer Verband. Dies kann auch nicht verwundern, denn sowohl die Hallstätter Schollen als auch das Haselgebirge sind von tektonischen Gewalten durch-aus beherrscht und geformt.

Ebensowenig besteht zwischen der Haselgebirgszone und der darunter liegenden salzfreien Störungszone eine engere Zusammengehörigkeit.

Die Störungszone ist ein Geflecht von Glanzschiefern-Anhydrit, Kalk- und Dolomitbrocken-Breccien ..., also ein typischer tektonisch geleiteter Verband.

Von den bisher besprochenen drei Zonen treten die Hallstätter Schollen und das Haselgebirge häufig räumlich eng benachbart auf. Die Erfahrung hat die Regel bestätigt, daß das Haselgebirge meistens von Schollen oder Trümmern von Hallstätter Kalken begleitet wird. Die Hallstätter Kalke sind jedenfalls jüngere marine Kalkabsätze, die nach ihrem Alter anisische-ladinische-karnische und norische Stufen umfassen.

Die Hallstätter Schichten können nach dieser Altersfolge das Hangende der Haselgebirgszone vorstellen.

Die untere Salzlagerstätte kann nach dem Vorherrschen der bunten Sandsteine das ursprüngliche Liegende der Haselgebirgszone sein.

Wir hätten also mit Ausnahme der Störungszone von oben nach unten eine immer ältere Gesteinsfolge vor uns.

Dieser Umstand spricht von vornherein unbedingt für eine Zusammengehörigkeit der Schichtfolge = Hallstätter Schollen-Haselgebirge-Buntsandstein-Salzzone.

Die taube Zwischenschicht kann eine ursprüngliche sedimentäre Trennung der oberen und unteren Salzlagerstätte bedeuten, die sich bei den großen Überschiebungen zu einer tektonischen Bewegungszone ausgebildet und dabei reichlich fremdes Material mit aufgenommen hat.

Diese Befunde sind mit der tektonischen Deutung der Deckenlehre restlos gut vereinbar.

Die große Schubmasse mit den 2 übereinander befindlichen Salzlagerstätten und der Deckzone aus Hallstätter Kalken ... glitt auf ihrer Nordwanderung in die breite Jura-Kreidemulde herein, verlor hier ihren Bewegungsschwung und blieb als Fremdkörper liegen. Diese Wanderung (unentschieden ob Schiebung oder Gleitung) hatte sich in vorgosauischer Zeit vollzogen. Ebenfalls noch in vorgosauischer Zeit folgte eine weitere anscheinend viel größere Decke, deren Reste heute zerschnitten als Reiteralm—Lattengebirge—Untersberg vorliegen.

Diese riesige, schwere Masse hat die tiefere salzreiche Decke samt ihrem Dach aus Hallstätter Schollen überschritten und dabei in gewaltvoller Weise umgestaltet.

Die Vermischung der Hallstätter Schollen, ihre Einschiebung ins Haselgebirge, auch ein großer Teil der Verknetung des letzteren ist auf diese Über-fahrung zurückzuführen.

Auch an der Ausbildung der Störungszone kann die große Überschiebung Anteil haben, indem sie die obere Haselgebirgsmasse über die untere in der Richtung von S gegen N vorgeschleppt und schärfer zusammengestaut hat.

So würde es auch erklärlich sein, daß die obere Salzlagerstätte viel stärker gestört ist als die untere.

Die Wirkungen der ersten Deckenwanderung verteilen sich wohl ziemlich gleich auf die untere und die obere Salzlagerstätte.

Dagegen äußerte sich die Wirkung der Überführung durch die Reiteralmdecke in erster Linie in einer Umgestaltung der oberen Lagerstätte, während die tiefliegende untere relativ geschont blieb.

Ich habe hier die eigenartigen Lagerungsverhältnisse unserer beiden Salzlagerstätten durch die Annahme von zwei getrennten Schub- oder Gleitmassen zu erklären versucht.

Die erste Horizontalverfrachtung lieferte die Hallstätter Decke (= Salzgebirge samt den Hallstätter Schollen) in eine breite Mulde von Jura-Kreidesteinen, wo dieselbe liegen blieb. Diese fremde Schubmasse hatte eine

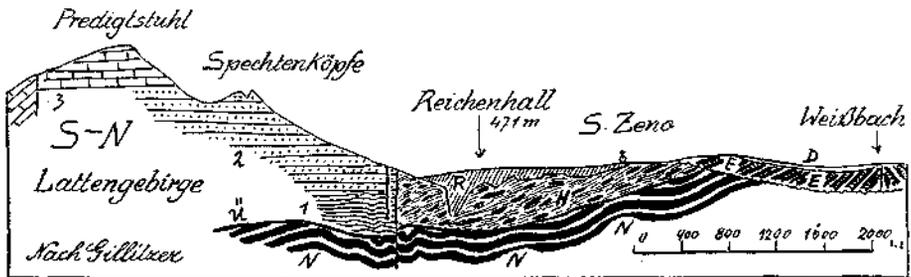


Fig. 15.

- | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 = Werfener Sch. | } Reiteralm Decke | H = Haselgebirge (Salz) | } Hallstätter Decke |
| 2 = Ramsadolomit | | R = Reichenhaller Kalk | |
| 3 = Dachsteinkalk | | | |
| E = Eozän Sch. | | D = Diluvium | |
| N = Neokom | | U = Berchtesgadener Überschiebung | |

Die Hallstätter Decke dürfte wahrscheinlich unter die Reiteralm Decke hineinziehen.

viel größere Mächtigkeit und Ausdehnung, was aus einzelnen weit zerstreuten Schubresten hervorgeht.

Die zweite Horizontalverfrachtung, jene der Reiteralmdecke, trat erst später ein, nachdem die Erosion offenbar schon einen großen Teil der älteren Schubmasse wieder zerstört hatte.

Durch die riesigen Gesteinsmassen dieser Wanderdecke wurde der Untergrund stark in Mitleidenschaft gezogen. Es ist recht wahrscheinlich, daß z. B. die Auswalzung des Haselgebirges auf dem Roßfeld, die Überkipfung des Zinkens, die Einpressung der Hallstätter Schollen, die Ausbildung der Störungszone zwischen den 2 Salzstockwerken auf Rechnung der Einfahrt der Reiteralmdecke zu setzen sind.

Die Reiteralmdecke hat das Gebiet der großen Einmündung auch nicht zu überschreiten vermocht. Heute ist diese Decke in 3 Stücke aufgelöst — Reiteralm—Lattengebirge—Untersberg.

Nur an der Nordseite des Lattengebirges taucht die Hallstätter Decke mit größeren Massen von Haselgebirge bei Reichenhall empor und nährt die aufsteigenden warmen Quellen mit ihren Salzen.

Das schöne Profil von Gilitzer (Fig. 15) bringt die Lagerung des Haselgebirges bei Reichenhall deutlich zum Ausdruck. Klar erkennt man die große Masse der Reiteralmdecke und die typische Hallstätterdecke mit Hasel-

gebirge und Deckschollen. Die Abgrenzung der Reiteralmdecke gegen die Hallstätter Decke dürfte jedoch nicht richtig gezeichnet sein. Die Hallstätter Decke unterteuft die Reiteralmdecke. Nun ist es leicht möglich, daß beim späteren Einschub die schwere Reiteralmdecke die Hallstätter Decke abgeschürft und vor sich hergeschoben hat. Dieses Vorsichherschleichen dürfte aber mit einer teilweisen Überwältigung und Überfahrung der Hallstätter Decke verbunden sein.

Im Gebiet des Untersberges tritt das Haselgebirge an der Nordseite nicht mehr zutage. Die letzten Aufschlüsse desselben liegen bei G. Gmein. Weiter östlich wird alles von Quartär und Tertiär eingedeckt.

Zusammenfassung.

Anschließend an die Beschreibung der Tiefbohrung I und der neuen Untersuchungsstrecke wird der Versuch unternommen, die Ergebnisse dieser Aufschließungen mit der Tektonik des Salzgebirges und mit jener der weiteren Gebirgsumgebung der Lagerstätten in Verbindung zu bringen.

Das wichtigste Ergebnis der Tiefbohrung I ist der Nachweis, daß unter der Haselgebirgs Lagerstätte eine mächtige salzfreie Störungszone durchzieht und in ihrem Liegenden neuerdings eine Salzlagerstätte von heute noch unbekannter Mächtigkeit und Ausdehnung sich einstellt.

Diese tiefere Lagerstätte besteht aus einer vielfachen Wechsellagerung von Steinsalz (Kalisalzen?) mit Lagen von Anhydrit und vor allem bunten roten, grünen, weißen, grauen Quarzsandsteinen. Das durchschnittliche Einfallen der unteren Salzschichten ist wahrscheinlich ziemlich flach, die Richtung des Einfallens vermutlich von SO gegen NW.

Die bisherigen Aufschließungen der Untersuchungsstrecke zeigen, daß südlich vom Wolfdietrich Stollen zunächst noch Haselgebirge ansteht. Dann folgen Schollen von Hallstätter Kalken, welche durch Glanzschiefer eingefast und unterteilt werden. Die nördliche Scholle von rötlichem Hallstätter Kalk zeigt dabei eine auffallend flache muldenförmige Lagerung, während die südlichere Scholle wohl auch flache Lagerung, jedoch in wenig deutlicher Schichtung erkennen läßt. Derzeit steht der Vortrieb nach Überwindung der wasserführenden Zone in einem hellgrauen, ein kristallinen Ramsandolomit. Die Ergebnisse des weiteren Vortriebes sind mit großem Interesse zu erwarten.

Bei der Einordnung des Salzgebirges in den umgebenden Gebirgsbau ist vor allem zu beobachten, daß die Hauptbauelemente hier im S eine gewaltige Aufwölbung und N davon eine breite Einmuldung vorstellen. Aus der Untersuchung der Sedimente geht hervor, daß die Aufwölbung und die Einmuldung zusammengehören und zeitlich weit zurückverfolgbar sind. Die Salzlagerstätten von Hallein—Berchtesgaden—Reichenhall liegen nun ganz im Bereiche dieser tiefen Muldenzone. Würde es sich um Salzlagerstätten handeln, die an Ort und Stelle aus der Tiefe aufgepreßt wurden, so wäre zu erwarten, daß dieselben in der Sattel- und nicht in der Muldenzone des Grundgebirges aufgestiegen wären. Nur die Sattelzone stellt ein Entlastungsgebiet vor, die Muldenzone dagegen einen Belastungsbereich.

Alle erkennbaren Baulinien des Untergrundes wiederholen diese südliche Hebungs- und die nördliche Senkungswelle. Die Annahme eines vertikal

aus der Tiefe aufgestiegenen Salzhorstes würde diesen so stark betonten einheitlichen Baustil schroff durchbrechen.

Die Lösung der Deckenlehre räumt diesen Widerspruch glatt aus dem Wege. Das Salzgebirge ist durch Schiebung oder Gleitung in den großen Muldenraum gelangt und hier liegen geblieben. Nach längerer Zeit der Erosion folgte eine neuerliche Massenfracht, jene der Reiteralmdedecke. Diese wahrscheinlich weit schwerere Masse hat die ältere Schub- oder Gleitmasse überfahren, niedergedrückt und verzerrt.

Beide Verfrachtungen sind noch vor der Gosauzeit erfolgt. Wesentlich später griffen dann ausgedehnte von O gegen W gerichtete Bewegungen ein. Sie erzwangen Querschiebungen und Querschiebungen. Dazu gehört u. a. die Auffaltung des Schichtdammes zwischen Salzgebirge und Salzachtal und weiter westlich die Überschiebung der Gosau von Lofer. Noch jünger sind zahlreiche Verwerfungen und Verstellungen, die über das ganze Gebiet verbreitet sind.

Die hier näher ausgeführte Deutung der Herkunft und Umformung der Dürnberger Salzlagerstätte verwendet zwei getrennte Horizontalverfrachtungen, die erste für die Herbeischaffung des Salzgebirges, die zweite für seine Umformung. Dazu kommen noch die jüngeren Schubbewegungen, die von O gegen W gerichtet waren. Anscheinend ist diesem dreifachen Aufwand von großen Bewegungen die Mechanik eines von unten aufsteigenden Salzhorstes im Sinne von F. Beyschlag und E. Seidl durch ihre Einfachheit überlegen.

Diese Überlegenheit der Einfachheit kann aber weder über Unwahrscheinlichkeiten noch über Unrichtigkeiten hinweghelfen.

Die Salzlagerstätten von Hallein—Berchtesgaden—Reichenhall liegen heute in einer breiten Muldenzone, die von mächtigen Jura- und Kreideschichten ausgekleidet ist. Wir haben eine großangelegte und stratigraphisch weit zurückreichende Einmuldung vor uns, deren Boden mit besonders dicken, jüngeren Schichten ausgefüllt wurde. Südlich von dieser breiten Muldenzone liegt eine ebenso breit und mächtig angelegte Aufwölbungszone.

Wir haben also nebeneinander eine Belastungs- und eine Entlastungszone. Wären tatsächlich in diesen Gebieten im Untergrund in den Werfener Sch. oder im Paläozoikum größere Salzlagerstätten beheimatet gewesen, so würden dieselben gegen die Aufwölbungszone hingeströmt und dort zur Hebung und zum Durchbruch gekommen sein.

Das umgekehrte Verhältnis, ein Aufsteigen gegen eine Belastungszone und ein Durchbrechen der dicken Muldenzone, bliebe ganz unverständlich. Dagegen ist von einer nordwärts gleitenden Decke das Liegenbleiben der Hauptmasse in einer tiefen Muldenzone leicht zu begreifen.

Die Muldenzone bildet in diesem Falle eine Art von Sammeltrug für die hereingleitenden Massen und außerdem ein Asyl gegen eine zu rasche Zerstörung. Es ist ziemlich wahrscheinlich, daß die Muldenzone durch die eingewanderten Decken noch tiefer hinabgedrückt wurde. Ebenso dürfte die Mulde durch die Einwanderung der Reiteralmdedecke gegen N zu überkippt worden sein.

Auch die Schubbewegungen von O gegen W dürften wahrscheinlich wenigstens teilweise senkend auf den Muldenboden eingewirkt haben.

Auf diese Weise ist mit einem beträchtlichen Tiefgang der Halleiner Salzlagerstätte wohl bis unter das Meeresniveau zu rechnen.

