

## Über die Einfügung der Salzstöcke in den Bau der Nordalpen.

Von Otto Ampferer, Wien.

Ein Vortrag von Herrn Geheimrat Dr.-Ing. E. Seidl in der Geologischen Bundesanstalt in Wien am 6. Dezember 1927 sowie eine Reihe von Arbeiten desselben Autors über Probleme der Salzforschung bilden den Anlaß zur Veröffentlichung des folgenden Aufsatzes.

Die geologischen Ergebnisse, zu denen E. Seidl von seinen Salzstudien aus gekommen ist, stehen mit den Erfahrungen der Feldgeologie im Gebiete der nördlichen Kalkalpen in einem so vielfachen und so schroffen Gegensatz, daß eine Klarstellung der Verhältnisse für die nordalpinen Aufnahmsgeologen zur Verpflichtung wird.

Außerdem werden die weit übertriebenen Konstruktionen von riesig ausgedehnten und bis heute kaum noch angeschürften Salzlagern in den Kreisen der Bergleute Hoffnungen erwecken und vielleicht auch zu neuen Investitionen verleiten, die auf einer allzu phantastischen Grundlage ruhen.

Am ausführlichsten hat E. Seidl seine Deutung der Stratigraphie und Tektonik der nordalpinen Salzstöcke in der Zeitschrift „Kali“ und zwar im 21. Jahrgang 1927 an der Hand von zahlreichen Abbildungen zur Darstellung gebracht.

Er schildert darin zunächst den Aufbau der deutschen Salzstöcke und vergleicht dann dieselben eingehend mit den Salzstöcken unserer Nordalpen. Ich will mich hier nur mit den alpinen Salzstöcken im Westen der Salzach beschäftigen, während mein Freund Prof. Dr. E. Spengler die Salzstöcke östlich der Salzach besprechen will.

Ich schicke meinen weiteren Ausführungen voraus, daß sich E. Seidl durch seine so planmäßig durchgeführte, langjährige Neuaufnahme der ganzen Salzbauforschung der Nordalpen ein großes Verdienst um die Geologie dieser Gebirge erworben hat. Ebenso gilt dies für seinen Mitarbeiter, den Herrn Markscheider Romed Plank, dem vor allem die genaue Einmessung der Aufschlüsse zu danken ist. Herr Geheimrat E. Seidl und Herr Markscheider R. Plank sind dadurch auch zu Übermittlern einer großen Summe von bergmännischen Erfahrungen geworden, die sonst den Feldgeologen zumeist wohl unzugänglich geblieben wären.

Es verlangt aber gerade die Anerkennung dieser mühevollen Arbeiten auch eine richtige Einfügung ihrer Ergebnisse in das geologische Bild des Gebirgsbaues und diese ist E. Seidl und R. Plank nicht in entsprechender Weise gelungen.

Das beweist zunächst schon das stratigraphische Normalprofil Bild 6a, zu dessen Aufstellung E. Seidl gelangt ist. Ich führe dieses hier als Fig. 34 an. An ihm fällt vor allem die unrichtige gegenseitige Dimensionierung der Schichtmächtigkeiten auf. Das angeblich „permische“ Salzlager wird mit ca. 500 m, die Werfener Schichten mit ca. 300 m, Muschelkalk + Wettersteinkalk + Raibler Schichten zusammen mit ca. 500 m, der Dachsteinkalk mit 1000 m eingeschätzt.

Von diesen Mächtigkeiten stimmt nur jene des Dachsteinkalks mit den wirklichen Verhältnissen überein. Die Durchschnittsmächtigkeit des Salzlagers ist weit überschätzt. Es gehört nicht unter die Werfener Schichten hinein, sondern an ihre obere Grenze. Die Mächtigkeit von Muschelkalk + Wettersteinkalk beträgt ca. 1000 m, also etwa soviel wie jene des Dachsteinkalks. Die Raibler Schichten werden im Karwendelgebirge bis über 500 m mächtig. Im Gebiete der typischen Wettersteinkalkfazies folgt über den Raibler Schichten nicht Dachsteinkalk, sondern Hauptdolomit.

Im Gebiete der typischen Dachsteinkalkfazies tritt an der Stelle von Muschelkalk - Wettersteinkalk der auch ungefähr 1000 m mächtige, lichte Rainsau-Dolomit auf. Hier sind die Raibler Schichten meist ganz reduziert. Mit der Normalkala von E. Seidl kann man unmöglich weiterarbeiten, da sie eine ganze Reihe von Irrtümern enthält. Die summarische Einordnung der nordalpinen Salzlagerstätten in das permische Schichtsystem widerspricht den bisherigen stratigraphischen Erfahrungen in diesen Gebieten. In Deutschland sind die mächtigsten Salzlager allerdings in den mittleren und oberen Zechstein eingeschaltet. Es finden sich aber auch noch weitere Lagerstätten im Buntsandstein, im Muschelkalk und sogar noch im Keuper.

Bei dem Flachmeer- oder Wüstencharakter dieser Ablagerungen ist die vielfache Einschaltung von Salzbildungen auch nicht weiter verwunderlich. Anders liegen jedoch die Verhältnisse in den Nordalpen. Fossilführende Ablagerungen des Perms kommen hier überhaupt nicht vor.

Was noch mit einer gewissen Berechtigung dem Perm zugezählt werden kann, sind die bunten, vielfach erzführenden Basalbreccien des Verrucano und mächtige Quarzit- und Quarzitsandsteine, wie sie z. B. bei Admont den Pleschberg zusammensetzen. Beide Gesteinsarten fehlen jedoch, soweit meine Erfahrungen reichen, den alpinen Salzstöcken vollkommen.

Im Hangenden des Verrucano und der Quarzitmassen stellen sich nun die Werfener Schichten ein, welche in zwei Ausbildungsweisen, einerseits als bunte, rote, grüne, graue, weiße Quarzsandsteine mit blutroten Tonschieferlagen, andererseits als fossilführende, mergelige, sandige, kalkige, tonige Schichten vorliegen. Die erste Ausbildungsweise ist im allgemeinen mehr im Westen, die zweite im Osten der Nordalpen verbreitet.

Aus dem Bereiche der bunten Sandsteine und Tonschiefer sind bisher noch keine Fossilspuren bekannt geworden. Ihre Altersstellung ist daher nicht völlig gesichert. In den oberen Teilen der Werfener Schichten sind nun weithin Gipse, Letten, Rauchwacken... eingeschaltet. Von diesen Gesteinen sind die Rauchwacken am weitesten verbreitet. Über diesen beginnt dann gleich der Einsatz der dunklen

Kalke, Breccien und Dolomite der Reichenhaller Kalke, die eine charakteristische, verarmte Fauna enthalten.

In die Zone der oberen Werfener Schichten wurden bisher im allgemeinen auch die nordalpinen Salzstöcke eingereiht. Es existiert jedoch in den ganzen Nordalpen keine Stelle, wo ein Salzlager in eine ungestörte Schichtfolge der Trias eingeschaltet wäre.

Auch E. Seidl hat in den alpinen Salzlagerstätten keine permischen Fossilien entdeckt. Da aber stellenweise in diesen Salzstöcken noch Werfener Schichten im Hangenden der Salzschieben angefahren worden sind, so stellt E. Seidl die Werfener Schichten in ihrer Gesamtheit ins Hangende der Salzlagerstätten und diese selbst ins Perm. Wenn man die ungeheure Gestörtheit aller Nachbarschichten und Begleitgesteine der Salzstöcke betrachtet, so verliert dieser Beweis wohl jede Überzeugungskraft.

Dazu kommt aber noch folgende Überlegung. In Deutschland wurde unter den Salzlagern der untere Zechstein und das Rotliegende, also das normale Liegende an zahlreichen Stellen aufgeschlossen. In den Nordalpen kennt man aber nirgends ein normales Liegende der Salzlager. Sie ruhen samt und sonders im Gegenteil auf großen Bewegungsbahnen und weit jüngeren Schichten.

Es gibt also keine Möglichkeit, aus normaler stratigraphischer Unterlagerung auf das Alter der alpinen Salzlager zu schließen.

Mit der Erkenntnis, daß die nordalpinen Salzstöcke auf großen Schubbahnen lagern, stehen wir zugleich vor einem der Haupteinwände, welcher gegen die Auffassung von E. Seidl und R. Plank über die tektonische Stellung dieser Salzstöcke anzuführen ist.

E. Seidl behauptet in seinen Arbeiten, daß sich die Auffassung der „Deckenlehre“ von den geologischen Tatsachen, die sich durch die markscheiderische Aufnahme der Salzstörungsbereiche ergeben haben, am weitesten entferne. Ohne ein Vertreter der offiziellen Deckenlehre zu sein, zwingen mich doch meine eigenen Aufnahmeergebnisse in den Nordalpen, gegen diese Behauptung Einsprache zu erheben. Ich behaupte im Gegenteil, daß erst durch die Erkenntnis der großen Überschiebungen eine richtige Einfügung der Salzstöcke in den Bau der Kalkalpen möglich geworden ist.

Ich will nun versuchen, diese Behauptung für das Gebiet des Salzstockes von Hall etwas eingehender zu beweisen.

Den Salzstock von Hall hat E. Seidl in der Zeitschrift „Kali“ Jahrgang 1927 mit einem allgemeinen Profil durch das Karwendelgebirge (Bild 4), mit mehreren Detailzeichnungen (Bilder 71, 72, 73, 74, 75, 76) und einer Photographie (Bild 87) dargestellt. Ich schicke voraus, daß eine geologische Karte der Umgebung dieses Salzstockes i. M. 1:50000 mit zahlreichen Profilen von O. Ampferer und W. Hammer im Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt 1898 erschienen ist. Die Neuaufnahme des Karwendelgebirges von O. Ampferer ist im Jahre 1911 auf Blatt „Innsbruck-Achensee“ i. M. 1:75000

veröffentlicht worden. Eine Reihe weiterer Arbeiten desselben Autors über das Karwendelgebirge sind ebenfalls im Jahrbuch und den Verhandlungen der Reichsanstalt in den letzten 25 Jahren erschienen. In allerletzter Zeit hat sich die Arbeit von O. Ampferer und K. Pinter über das Achenseewerk ebenfalls noch mit hierhergehörigen Fragen beschäftigt.

Ich verweise auf diese Arbeiten, weil sie entweder E. Seidl unbekannt geblieben sind oder von ihm nicht benutzt wurden. Wenn man diese längst bekannten und von zahlreichen Exkursionen nach-

Fig. 34.

- G = Grundgebirge
- Na = Permische Salzlager
- Wf = Werfener Schichten
- Mk = Muschelkalk
- Wk = Wettersteinkalk
- R = Raibler Schichten
- Dk = Dachsteinkalk
- J = Juraschichten



geprüften Karten und Profile für den von E. Seidl mitgeteilten Querschnitt Fig. 35 durch das Karwendelgebirge zur Konstruktion heranzieht, so erhält man etwa das in Fig. 36 abgebildete Profil. Ein Vergleich der beiden Querschnitte ergibt wesentliche Unterschiede, auf welche ich hier in Kürze aufmerksam machen will. Nach der Konstruktion von E. Seidl würde das Salzlager sogar noch unter der Sohle des Inntales austreichen. Dafür liegt nicht nur kein Anhalt vor, sondern das Salzlager des Halltales wird gegen das Inntal zu durch die jüngere Schichtzone von Zunderkopf-Walderjoch vollständig abgetrennt. Das Salzlager tritt nur im Hangenden, nirgends aber im Liegenden dieser Zone auf, welche bekanntlich nur einen kleinen Teil der großen und weitausgedehnten „Lechtaldecke“ bildet. Diese Zone streicht quer über den vorderen Teil des Halltales und unterteuft im Westen den Wildangerkamm, im Osten den Bettelwurfkamm. An der Grenzfläche zwischen der liegenden „Lechtaldecke“ und der hangenden „Inn-

taldecke“ ist nun der Haller Salzstock eingeschaltet. An derselben tektonischen Grenzfläche treten auch westlich und östlich des Salzstockes noch kleine Reste von Werfener Schichten, Salzton und Rauchwacken auf. Solche Reste liegen im Westen bei der Thaurer Alpe, im Osten bei der Walder Alpe. Sie haben auch schon in älterer Zeit zu erfolglosen Schürfungen Anlaß gegeben. Es handelt sich bei diesen Resten entweder überhaupt nur um Spuren einer Salzablagerung oder um völlig ausgequetschte Teile eines Salzlagere. Jedenfalls haben wir keinen Grund, die Grenzen des abbaufähigen Haller Salzstockes in ost-westlicher Richtung bis zu diesen Stellen zu verlängern. Damit ist also schon die Süd- und auch die Ost- und Westgrenze des Halltaler Salzstockes festgelegt.

Wir haben uns nun noch mit der Bestimmung der geologisch wahrscheinlichen Nordgrenze zu beschäftigen. Hier stellt die Konstruktion von E. Seidl

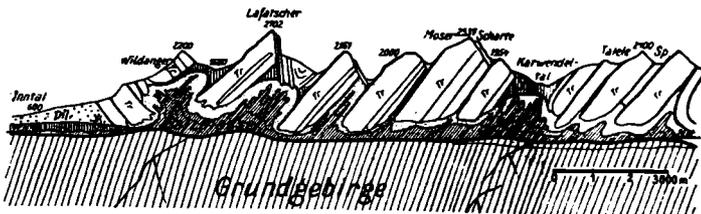


Fig. 35.

dem Haller Salzstock bereitwillig eine Erstreckung unter dem ganzen Karwendelgebirge zur Verfügung. Die Prüfung der geologisch sichergestellten Aufnahmeergebnisse muß auch hier zu einer enormen Einschränkung dieser Salzkonstruktionen führen. Am ganzen Ausstrich der Schubbahn an der Nordseite des Vomper-Hinterautaler Kammes findet sich nur am Vomper Joch ein höchst bescheidenes Vorkommen von lichtgrünen Werfener Sandsteinen und Rauchwacken. Sonst liegen durchaus Rauchwacken oder Kalke der Reichenhaller Schichten unmittelbar auf den Juraschichten der liegenden Lechtaldecke. In der Konstruktion von E. Seidl kommt dieser wichtige Befund überhaupt nicht zum Ausdruck. Das ganze Karwendel-Gebirge sieht hier wie ein schräger Stoß von Schichtbrettern aus, unter und zwischen denen sich das Salzlager ausdehnt. Das widerspricht aller geologischen Aufnahmeerfahrung.

Wie die Fig. 36 deutlich zu erkennen gibt, ist das Karwendel-Gebirge ein Faltengebirge, dessen zwei südliche Sättel zerschnitten sind. Dieses Faltengebirge ist auf die Lechtaldecke überschoben. Nach der ganzen Raumgestaltung der Falten kann hier das Salzlager von Hall nur auf den südlichen Teil dieses Gebirges beschränkt sein. Auch dafür liegen keine unmittelbaren Anhaltspunkte vor, aber die Möglichkeit einer Nordausdehnung bis unterhalb des Suntigerkammes ist immerhin gegeben. Damit schränkt sich die Nord-Süd-Erstreckung des Salzlagere aber auf  $\frac{1}{4}$  der von E. Seidl angegebenen ein.

Wir haben aber auch unmittelbare Beweise, daß das Salzlager im Liegenden des Karwendelgebirges

wenigstens nach der großen Überschiebung keine geschlossene Masse mehr gebildet haben kann.

Im Norden der großen zusammenhängenden Deckenmasse des Karwendelgebirges lagern eine Reihe von Einzelschollen, die früher ebenfalls noch damit in Verbindung standen, heute aber durch die Erosion davon abgetrennt sind. Diese Randschollen des Karwendelgebirges sind z. B. im Bereiche des Stanserjochs über ein Gewölbe von Wettersteinkalk hinweggeschoben. Hier ist sowohl die Überschiebungsmasse als auch die basale Schubfläche prachtvoll aufgeschlossen.

An der Nordseite des Stanserjochs sehen wir nun eine riesige Anschoppung von Rauchwacken und finden in dieser tektonisch vervielfachten Masse auch stellenweise kleine Einschaltungen von lichtgrünen Werfener Sandsteinen und Salzton. Diese letzteren Massen sind aber derart unbedeutend, daß sie innerhalb der riesigen Rauchwackenzonen gar keine Rolle spielen.

Weiter westlich liegen diese Randschollen des Karwendelgebirges vielfach in überkippter Lage vor. Diese Überkipptungen fasse ich heute als eine Stürzfaltung auf, welche beim Vorrücken der Karwendeldecke durch ein Relief des Untergrundes erzwungen wurde. Solche überkippte Teile der Karwendel-Schubmasse treten im Bereiche des Gamsjochs, Mahnkopfs, der Falken sowie zwischen Johannestal und Bärnalscharte auf. In dem Profil Fig. 36 gehören die zwei Schollen von Filzwand und Taleleberg (Zone  $A_1$ ) dazu. Hier liegt nun die Basis der Karwendel-Schubmasse obenauf und ist der Beobachtung unmittelbar zugänglich.

Das schönste Profil bietet hier der Kamm, welcher vom Spielistjoch zum Mahnkopf und weiter zu den Falken emporsteigt. Wieder bilden große Massen von Rauchwacken das vorherrschende Material, auf dem in spärlichen Resten bunte Sandsteine der Werfener Schichten und Spuren von Salzton lagern. Neben diesen ältesten Bestandteilen der Sohle des Karwendelgebirges finden sich dann noch Kössener und Juraschichten, die offenbar von der liegenden Lechtaldecke abgeschürft worden sind.

Wir können aus allen diesen Beobachtungen an der Nordseite des Karwendelgebirges nur den Schluß ziehen, daß an seiner Basis vielfach mächtige Massen von Rauchwacken auftreten, dagegen sowohl die Werfener Schichten als auch die Salztonen nur in geringfügigen, ganz verschwindenden Massen vorhanden sind. Im Gegensatz dazu erscheinen bekanntlich an der Südseite des Karwendelgebirges die bunten Quarzsandsteine in größeren Massen, wogegen die Rauchwacken mehr zurücktreten.

Der Salzstock des Halltales ist also unbedingt eine lokale Erscheinung und nicht, wie E. Seidl meint, nur ein kleiner Teil einer riesigen, unter dem Karwendelgebirge verborgenen Salzmasse.

Es ist möglich, daß die Salzablagerung in den oberen Werfener Schichten hier ursprünglich eine viel weitere Ausdehnung besaß. Durch die großen Überschiebungen wurden aber die ungemein beweg-

lichen Salzgesteine an der Basis der schweren und starren Schubmassen vor allem in Mitleidenschaft gezogen. Es fand eine mächtige tektonische Umformung insofern statt, als diese leichtest beweglichen Massen vielfach ausgequetscht und dafür an einzelnen geschonteren Stellen wieder angestaut wurden.

Die Hauptverteilung der nordalpinen Salzstöcke ist daher schon durch die großen Überschiebungen geschaffen worden. Im weiteren Verlaufe haben dann die so angestauten Salzmassen sicherlich eine Eigentektonik entwickelt, die uns heute überall durch ihre Lebendigkeit und ihre Anschmiegun an die starrere Umgebung überrascht.

Die von E. Seidl mitgeteilten Detailprofile durch den Haller Salzstock bringen diese lokale Tektonik teilweise sehr gut zur Anschauung. Die Einschaltung des Salzstockes ist auf dem Bilde 76 am klarsten

schichten zu tun haben und daher keine Aufpressungen des Salzkörpers vorstellen.

Mit dem Salzstock von Hallein-Berchtesgaden will ich mich nur kurz befassen. Auch dieser ziemlich ausgedehnte Salzstock ist zwischen der liegenden Schubmasse der Osterhorn-Gruppe und der hangenden Schubmasse des Untersbergs eingeschaltet. Die Osterhorn-Gruppe gehört zur Fortsetzung der Lechtaldecke, die Schubmasse des Untersbergs aber stellt nur einen Teil der Berchtesgadener Decke vor. An dieser Großeinschaltung lassen die Ergebnisse der Landesaufnahme wohl keinen Zweifel mehr übrig.

Schwieriger zu beurteilen bleibt aber das Verhältnis des Salzstockes zu den Schollen der Hallstätter Decke, welche bekanntlich noch unter der Berchtesgadener Decke eingefügt liegt. Die Schollen der Hallstätter Decke sind mit dem Salzkörper aufs

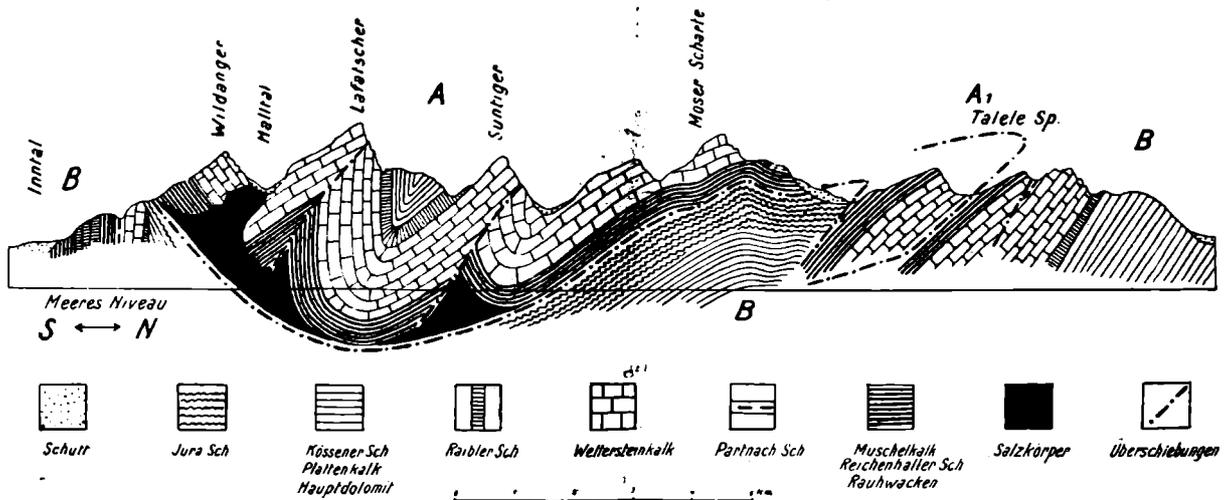


Fig. 36. A—A<sub>1</sub>=Inntaldecke. B=Lechtaldecke.

zu erkennen. Dagegen ist das Bild 71, welches einen ostwestlichen Schnitt vom Halltal durch den Roßkopf ins Samertal vorstellen soll, unbedingt irreführend. Auf diesem Querschnitt erscheint noch unterhalb des Niveaus von 1000 m ein mächtiger Salzkörper vom Halltal bis ins Samertal durchgezogen, obwohl hier kein Bergbau bis in diese Tiefe hinabreicht. Die Fortsetzung des Salzstocks unter das Massiv des Roßkopfs ins Samertal ist reine Konstruktion. Als einziger Beweis für eine solche Fortsetzung wird ein „Erdfallgebiet“ bei der Pfeiser Alpe angeführt. Wer diese Gegend genauer kennt, wird über diese Bezeichnung wohl erstaunt sein. Nach E. Seidl sollen hier ausgedehnte „Erdfälle“ vorliegen, hervorgerufen durch die Auslaugung des unter den Moränen austreichenden Salzkörpers. In Wirklichkeit streicht aber unter dem Moränenschutt Wettersteinkalk aus, und es handelt sich wohl um Trichter und Dolinen in diesem Kalk.

Die Auflösung des Ostendes des Wildanger Kammes ist im allgemeinen zutreffend geschildert. Zu erwähnen wäre noch, daß in den Muschelkalk-Schichten hier grüne porzellanartige Mergel (Lager von Pietra verde) eingeschaltet sind, die nichts mit den Salz-

engste verfault und verschuppt. Eine Trennung des Salzkörpers von den Hallstätter Schollen erscheint wohl sehr unwahrscheinlich. Sie bilden eine zusammengehörige tektonische Einheit, welche sowohl von der liegenden Schubmasse der Osterhorn-Gruppe, wie auch von der hangenden Berchtesgadener Decke scharf gesondert bleibt. Ich habe mich in der Arbeit über den Westrand der Berchtesgadener Decke — Jahrbuch der Geolog. Bundesanstalt, Wien 1927 — dafür entschieden, daß der Einschub der Hallstätter Decke wesentlich früher erfolgt ist als jener der Berchtesgadener Decke.

Im Gebiet des Karwendel-Gebirges hat sich bisher für eine Trennung zwischen dem Einschub des Haller Salzstockes und dem Einschub der Inntaldecke kein Anhalt ergeben. Eine derartige zeitliche Trennung des Einschubes der Hallstätter Decke samt den Salzkörpern eröffnet auch die Möglichkeit, daß die Salzstöcke bereits vor der Überdeckung durch höhere Schubmassen von der Erosion angegriffen worden sind. Ich kann hier indessen auf diese neue Fragestellung nicht weiter eingehen.

Am Schlusse seiner Abhandlung faßt E. Seidl noch einmal seine geologischen Ergebnisse zusammen.

Was hier als geologische Ergebnisse aufgezählt wird, hat teilweise nur den Rang einer Arbeitshypothese, teilweise auch nur den eines Irrtums. Ich halte hier folgende Gegenstellungen für nötig.

Die Einreihung der nordalpinen Salzlager in das Perm und die zeitliche Gleichstellung mit den deutschen Zechsteinsalzen ist unerwiesen. Grundgebirgsschichten als normales Liegend der Salzlagerstätten sind in den Nordalpen unbekannt. Die Stratigraphie der Deckgebirgsschichten hat durch die Arbeiten von E. Seidl keinerlei Bereicherung erfahren. Die angeblichen

Vereinfachungen beruhen nur auf Ungenauigkeiten oder Irrtümern.

Bei den tektonischen Ergebnissen fehlt jeder Hinweis auf die großen Überschiebungen, welche in erster Linie für die räumliche Anordnung der alpinen Salzlagerstätten maßgebend waren. Die Ausdehnung der alpinen Salzlager erscheint dabei durchaus weit überschätzt, was vor allem gegenüber dem Salzbergbau immer wieder betont werden muß.

Wien, Weihnacht 1927.