

Geologie der alpinen Salzlager im Berchtesgadener Gebiet mit besonderer Berücksichtigung der Reichenhaller Solquellen.

Von

Diplom-Ing. Dr. Georg Gillitzer, München.

Die Ansichten über die Geologie der alpinen Salzlager im südlichen Bayern waren im Laufe der Zeiten vielfachen Schwankungen unterworfen; im folgenden soll versucht werden, nach kurzer Betrachtung der bisherigen Anschauungen hierüber ein Bild zu entwerfen, wie es sich nach Maßgabe der allerneuesten spezialistischen Aufnahmen des Berchtesgadener Landes ergibt.

Literatur.

Bei Literaturangabe werden nur die wichtigsten und neuesten Werke in zeitlicher Folge angeführt:

1. Flurl, M.: Beschreibung der Gebirge Bayerns und der oberen Pfalz. München 1792.
2. Schafhäütl: Geognostische Untersuchung des südbayerischen Alpengebirges. München 1851.
3. G ü m b e l, C. W. von: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Gotha 1861.
4. Brückner, E.: Die Vergletscherung des Salzachgebiets. Geogr. Abh. von Penck I. 1886.
5. G ü m b e l, C. W. von: Geologie von Bayern. Kassel 1894.
6. Böse, E.: Die Berchtesgadener Trias. Z. Dtsch. Geol. Ges. Bd. 50, 1898.
7. Böse, E.: Die Faziesbezirke der Trias in den Nordalpen. Z. Dtsch. Geol. Ges. Bd. 50, 1898.
8. Kohler, E.: Über die sogenannten Steinsalzzüge des Salzstocks von Berchtesgaden. Geognostische Jahresh. 1903.
9. Haug, E.: Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. Bull. Soc. Géol. de France. Ser. IV, 6, 1906.
10. Penck-Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
11. Hahn, F. F.: Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. I. Teil. Jahrb. Geol. R.-A., Wien 1910.
12. Hahn, F. F.: Geologie der Kammerker-Gruppe. II. Teil. Jahrb. Geol. R.-A., Wien 1910.
13. Lebling, Cl.: Geologische Beschreibung des Lattengebirges im Berchtesgadener Land. Geognostische Jahresh. 1911.
14. Mayer, F.: Geologisch-mineralogische Studien aus dem Berchtesgadener Land. Geognostische Jahresh. 1912.
15. Gillitzer, G.: Der geologische Aufbau des Reiteralpgebirges im Berchtesgadener Land. Geognostische Jahresh. 1912.
16. Hahn, F. F.: Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. Jahrb. Geol. R.-A., Wien 1913.
17. Krauss, H.: Geologische Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck. Geognostische Jahresh. 1913. (Diese Arbeit

erschien nach Abschluß vorliegender Abhandlung und konnte deshalb nurmehr kurz berücksichtigt werden; die Aufnahme-karten wurden in dankenswerter Weise bereits vor Veröffentlichung dem Verfasser zur Verfügung gestellt.

A. Frühere Deutungen.

Die einzelnen Theorien früherer Forscher (von Knorr, Hailer, Schafhäütl usw.) bezüglich Salzentstehung im Berchtesgadener-Reichenhaller Gebiet sollen nicht näher gewürdigt werden, die eingehendste und vollkommenste Darstellung gibt von G ü m b e l in seinen Werken vom Jahre 1861 und 1894. (Lit. 3 und 5.)

Bezüglich der Stufenstellung des Salzgebirges ist G ü m b e l der Ansicht, daß das Haselgebirge in die obere Abteilung des Buntsandsteins („Werfener Schichten“) gehöre.

Nach G ü m b e l ist von Berchtesgaden unter dem Bischofswiesener Tal über Hallthurm Haselgebirge mit Salzlager in der Tiefe des Bodens zu denken; auch der Gebirgsstock des Lattengebirgs sei von Salzgebirge unterteuft.

Die Tektonik von Reichenhall wird in gewaltigen Kesseleinbrüchen gedeutet, so daß nicht selten die jüngsten und höchsten Gebirgsglieder, wie Neokomkreide, gegen die tiefsten Gebirgsschichten der Trias, d. i. Haselgebirge, abstießen; die Verwerfungsbeträge müßten hiernach bisweilen 1500—2000 m ausmachen.

Die Entstehung der Reichenhaller Salzlager erklärt G ü m b e l in einer Verätzung unterirdischer Salzlager durch abwärts dringende Süßwässer; nach Sättigung stiegen die Solwässer wieder aufwärts, wobei die in Kommunizierung stehende Süßwassersäule als Überdrucksäule für Aufsteigen der Solwässer fungiere. Nach den Temperaturunterschieden von „Grabenbachwasser“ (= 6° R) und Edelquelle (= 11° R) schließt G ü m b e l auf eine Tiefe der auszulaugenden Salzlager von 600—700 Fuß, d. i. 200—230 m. Sämtliche Solquellen von Reichenhall entstammten einem gemeinsamen Herde und ständen unter sich in engem Zusammenhang.

Die G ü m b e l'sche Auffassung von dem geologischen Bau der Reichenhaller Gegend zeigt am besten sein auf dem geologischen

Blatt „Berchtesgaden“ abgebildetes Profil: „Profil aus der Gegend von Traunstein über Reichenhall und Berchtesgaden bis zum Ton-schiefergebirge bei Saalfelden.“

Die G ü m b e l s c h e Geologie legte noch fast kein Gewicht auf die Differenzierung alpiner Faziesausbildung. Erst nach G ü m b e l trat eine neue Periode geologischer Forschung ein, welche auf die Bedeutung der faziellen Differenzierung der ostalpinen Sedimentbezirke ihr Hauptaugenmerk richtete (W ä h n e r, S c h l o s s e r, B ö s e). Aus diesen Forschungsarbeiten resultierten die 3 unterschiedlichen Faziesbezirke: „Bayerische“, „Berchtesgadener“ und „Hallstätter Fazies“. Bevor die Anwendung der Lehren der faziellen Differenzierung im Gebiete der Berchtesgadener Alpen durch spezielle Aufnahmen praktisch durchgeführt war, erschien die deckentheoretische Hypothese von H a u g (9); hiernach baute sich das Reichenhaller Gelände aus 4 übereinander gewälzten „Tauch-Decken“ auf, welche von unten nach oben sind:

1. „bayerische“ Decke mit dem Neokom als höchstem Schichtglied;
2. „Salzdecke“, d. i. Werfener Schichten und Haselgebirge;
3. „Hallstätter“ Decke: Hallstätter Kalke; diese Decke sei zwischen der Salzdecke und der darüber folgenden 4. Decke ausgewälzt und käme nur an den Schubrandungen zum Vorschein;
4. Dachsteindecke: = Ramsau-Dolomit und Dachsteinkalk vom Lattengebirge, Untersberg, Reiteralpe.

Angewendet auf die Reichenhaller Gegend ist das Profil folgenderweise zu denken:

Die unterste „bayerische“ Decke des Staufens, Zwiesel, Gebersbergs taucht mit dem obersten Schichtglied des Neokoms unter die alluviale Ebene von Reichenhall unter, unterteuft das Gebiet von Großmain und des Untersbergs, um bei Schellenberg wieder an die Oberfläche aufzutauchen.

Hierüber, also auf Neokom geschoben, liege die Salzdecke, welcher die Salzlager von Reichenhall und dessen Salzquellen angehörten. Die ausgewälzte „Hallstätter“ Decke komme bei Karlstein, Kirchberg usw. am Schubrande der „Dachsteindecke“ zum Vorschein. Die „Dachsteindecke“ wird bei Reichenhall durch Müllnerhorn, Lattengebirge und Untersberg vertreten.

Über die H a u g s c h e Theorie ist zu ur-

teilen, daß sie wohl eine äußerst scharf durchdachte Arbeit darstellt, die sehr komplizierte tektonische Verlagerungen in überraschend leichter Weise erklärt, die namentlich für das rätselhafte Auftauchen von Salzstöcken und Salzgebirgsfetzen eine elegante Lösung erbringt, jedoch mußte die spezielle Aufnahmearbeit der einzelnen Gebirgsstöcke und Gebirgsteile die H a u g s c h e Anschauung über den Gebirgsbau der Berchtesgadener Berge vielfach verbessern.

Zwei neuere Arbeiten behandeln speziell die Salzentstehung, namentlich des Berchtesgadener Vorkommens: E. K o h l e r 1903 (Lit. 8) und F r. M a y e r 1912 (Lit. 14). K o h l e r gibt zuerst eine eingehende petrographisch-mineralogische Darstellung des Berchtesgadener Salzstocks und deutet hierauf die Entstehung des Berchtesgadener Salzes als eine terrestrische (Wüsten-) Bildung und namentlich die Erscheinung der „Kernstriche“ als Produkt sekundärer Umlagerung des primär gebildeten Salzpelits, dessen Salzkristalle bei intensiver tektonischer Druckäußerung in Lösung übergegangen und sich zu den Kernstrichen sezerniert hätten.

F r. M a y e r äußerte neuest Gedanken über alpine Salzbildung, die sich wiederum mehr den in früherer Zeit geltenden Ansichten der „plutonischen“ Genese der Salzlager zuwandten; speziell den Reichenhaller Salzquellen widmete dieser Autor einen längeren Abschnitt in seiner Abhandlung (Lit. 14).

Die Salzlager gehörten primär dem Oberperm an und blieben in Verband mit plattigen Dolomiten und Rauchwacken mit Gips daselbst eingeschlossen, bis die Lager in geologisch jüngster Zeit (in Kreide- oder Tertiär- oder sogar in Postdiluvialzeit) durch empordringende Diabasporphyritmagmen gehoben, zertrümmert und in Lakkolithenform gepreßt an Stelle von Werfener Schiefern plaziert wurden; die Werfener Schichten ließen sich von dem anquellenden Haselgebirge leicht verdrängen.

In Anschluß an diese Hypothese werden die Reichenhaller konzentrierten Solquellen als die letzten Reste postvulkanischer Erscheinungen erklärt und diesen Quellen juveniler Ursprung zugeschrieben. Als Beweis hierfür wird angeführt, daß die beiden siedewürdigen Hauptquellen in Schüttung, Salzgehalt und Temperatur völlig oder nahezu ganz konstant blieben. Unsere Stellungnahme zu dieser Theorie soll später dargelegt werden.

B. Geologie von Berchtesgaden-Reichenhall nach den Ergebnissen neuester spezialisierter Forschung.

1. Allgemeiner geologischer Bau.

Daß im Berchtesgadener Lande Gebirgsüberschiebungen in ganz gewaltigem Umfange vorliegen, bestätigen die nach der Haugschen Überschiebungstheorie erfolgenden speziellen geologischen Aufnahmearbeiten von Hahn (11, 12), auch Lebling (13) und Gillitzer (15) sowie neuest wieder Hahn (16). Der Beweis der Überschiebung ergeht sich in dem bedeutsamen Kriterium tektonischer Überlagerung faziell verschiedener Sedimentreihen. An manchen Stellen kann die Überschiebung direkt mit den Augen aufs schönste wahrgenommen werden, so am Kalvarienberg bei Unken (12), „Neokomfenster“ in Werfener Schichten beider Almwaldalm (15), am Gerhardstein (16).

Als wichtiges Ergebnis der jüngsten spezialistischen Forschung gegenüber der Haugschen Hypothese muß hervorgehoben werden, daß sich Hallstätter und Berchtesgadener Fazies in allmählicher sedimentärer Verfugung ineinander übergehend herausstellten, so daß diese zwei von Haug auseinander gehaltenen Decken eng zusammengeschweißt erscheinen und als altersäquivalente Sedimentreihen mit verschiedener Gesteinsausbildung zu gelten haben.

Ebenso eng ist der organische, primärsedimentäre Zusammenhang der Werfener Schichten mit den jüngeren, darüber folgenden Gesteinen der Berchtesgadener Faziesausbildung, so daß das Schlußurteil dahingeht, daß die Haugschen Decken der „Salzdecke“ (Werfener Schichten), der „Hallstätter“ und „Berchtesgadener“ Decke als ein sedimentär eng zusammenhängender Schichtorganismus zu gelten haben, mit andern Worten, daß im Berchtesgadener Land eine einzige große Gebirgsüberschiebung an Stelle der 4 Haugschen Decken vorliegt. Diese Schubmasse wird dargestellt durch: Untersberg, Lattengebirg, Reiteralpe mit umliegenden Gebirgszügen und Müllnerhorn.

2. Verbreitung, tektonische und fazielle Zugehörigkeit der Salzlager.

Das Gumbelsche Blatt „Berchtesgaden“ 1:100 000 tut hier als Überblickskarte gute Dienste.

Haselgebirge findet sich im Kessel von Berchtesgaden mit Ausläufern zum Tal der Ramsauer- und Bischofswiesener Ache, von Berchtesgaden zieht sich das Salzgebirge in mächtiger Entwicklung nach Dürrenberg-Hallein und ist noch nordwärts fühlbar gegen Schellenberg und St. Leonhard zu.

Die nördlichsten Ausläufer des Untersberg (großes Geiereck) überdecken (vgl. Lit. 5, S. 238) das Salzgebirge, und das Haselgebirge wird erst bei Großgmain—Reichenhall—St.-Zeno wieder wahrgenommen. Westlich Reichenhall ist Haselgebirge zu verspüren bei Kirchberg (Aufschluß durch Stollenbau des Kraftwerks). Die Aufschlüsse von Kirchberg gegen Süden zu fehlen bis Unken (Achberg-Westhang, Pfannhaus), wo hieraus eine Solquelle entspringt.

Mit Aufzählung genannter Örtlichkeiten wurde nahezu ein Kreis beschrieben, zu dessen Vollendung noch das Stück von Unken-Hirschbichl-Ramsau-Berchtesgaden aussteht; in diesem Streifen ist Haselgebirge nicht aufgeschlossen.

Eben mit der genannten Verbreitung des Haselgebirges ist die Randung der Berchtesgadener Schubmasse, d. i. Untersberg-Lattengebirge-Reiteralpe markiert.

Allenthalben sind in der Nähe der Salzgebirgsvorkommen, auf der Hangenseite der Haselgebirgsstöcke Gesteine des Muschelkalkniveaus oder im alpinen Sinne der anisichen und karnischen Stufe zu konstatieren, welche der überschiebenden Masse angehören, auf der Liegendseite jedoch durchwegs Gesteine viel jüngeren Alters, so Neokom, Aptychenschichten, obere Juraschichten, welche dem überschobenen, basalen Gebirge eigen sind; überschiebendes und überschobenes, basales Gebirge unterscheiden sich grundsätzlich durch verschiedene Faziesausbildung; die überschiebende Scholle gehört der echten „Berchtesgadener“ („juvavisch“ [Hahn]), die überschobene, basale der „bayerischen“ („tirolisch“) Fazies an. Nachdem die große

Berchtesgadener Überschiebung nunmehr durch specialistische Bearbeitungen als unumstößliche Tatsache nachgewiesen und anerkannt ist, also nicht mehr ins Bereich der Hypothese gehört, muß in Konsequenz dessen nach Maßgabe der örtlichen Verbreitung und der jeweiligen tektonischen Situation der Haselgebirgsstöcke dafür gehalten werden, daß das Haselgebirge der juvavischen Schubmasse angehört, und zwar dessen liegendstes sedimentäres Glied bildet. Sämtliche Berchtesgadener Salzvorkommen müßten hiernach als anormales tektonisches Liegendes jüngere Schichten (Jura bis Neokom) der anders gearteten bayerischen Fazies besitzen.

Die kurze Nachprüfung dieser Behauptung ergibt:

Die Auflagerung des Berchtesgadener Salzlagers auf obere Juraschichten, welche durch den Fund eines heterophyllen Ammoniten (im Birkenfeldschacht) und anderer Fossilfunde (siehe Lit. 5, S. 253) mit Sicherheit erwiesen sind, kann nach eingehender Untersuchung und Diskussion hierüber in der Literatur¹⁾ nicht mehr abgeleugnet werden. Das Lager von Dürrenberg liegt wohl auf Neokomschichten.

Bei Reichenhall kann über das Liegende nichts ausgesagt werden.

Bei Unken kann als Basis für das Haselgebirge überhaupt ganz ausschließlich nur Neokom in Betracht kommen, da der gesamte Untergrundbau zu beiden Seiten des Unkenbachs aus der mächtigen „Brachysynklinale“ der „bayerischen“ Gesteinsreihe der Sonntagshorn-Kammerker-Gruppe besteht mit dem obersten Schichtglied des Neokoms (Lit. 12). Das Vorkommen von Haselgebirge ist hier rundum von gut aufgeschlossenen Neokomschichten umgeben.

Daß auch in Reichenhall Neokom die Basis des Haselgebirges bildet, ist sehr wahrscheinlich, leider fehlen hier gute Aufschlüsse; doch kann das Untertauchen des Neokoms unter die Schubmasse im Westen bei Seebichl-Palfner, das neuerliche Auftauchen desselben bei Schellenberg

konstatiert und der organische Zusammenhang dieser Neokomvorkommen unter Tag gemutmaßt werden.

Was die Stufenstellung des Haselgebirges betrifft, so läßt das örtliche Vorkommen (vgl. die Gumbelsche Karte) einen Schluß zu: beispielsweise die auf der Karte organisch zusammenhängend erscheinende Reihe der Werfener Schichten von Ramsau bis Gmundbrücke, wo statt der Werfener Schiefer bereits Haselgebirge vorliegt, sowie die Fortsetzung desselben Streifens in den Berchtesgadener Salzstock macht die Gleichstellung in der Altersstufe sehr wahrscheinlich; das Haselgebirge ist wohl als eine etwas andere Ausbildungsweise der ja lithologisch verwandten Werfener Schiefer anzusehen²⁾. Ein Moment, welches in den bisherigen Forschungen noch nicht gewürdigt wurde, scheint mir bezüglich Vorkommens des Haselgebirges recht beachtenswert: fast immer sind in der Nähe der Verbreitung von Salzgebirge Gesteine der Hallstätter Ausbildungsweise anzutreffen, so bei Berchtesgaden (beispielsweise „Kälbersteiner Kalk“, bei Dürrenberg und Hallein, im Salzkammergut (daher der Name „Hallstätter Kalk“); bei Reichenhall sind solche Gesteine bei Kirchberg bis gegen Seebichl zu anzutreffen, bei Unken sind in der Nähe der Solquelle Hallstätter Kalke, endlich im Bischofswiesener Tal verzeichnet Lebling mehrfach Gesteine, die er in die Hallstätter Reihe stellt. Von der Hallstätter Fazies gilt für unser engeres Gebiet als sicher nachgewiesen, daß sie eine seitliche Übergangsbildung der reinen „Berchtesgadener“ Fazies zur „bayerischen Fazies“ (Hochkalter-Loferer Steinbergtyp) bildet. (Lit. 11 und 15.) In Analogie dessen möchte auch die Haselgebirgsausbildung, die mit der Hallstätter Fazies verknüpft erscheint, die Übergangsfazies in der tiefsten triassischen (= skythischen) Stufe, von den Werfener Schichten der Berchtesgadener Fazies zu den Werfener Schichten der bayerischen Ausbildungsweise darstellen; nur dies Übergangsglied bildete Salzablagerungen, die nor-

¹⁾ Gumbel, C. W. von: Alpengebirge. 1861, S. 169.

Gumbel, C. W. von: Nachträge usw. Geognostische Jahresh. 1888, S. 162.

Gumbel, C. W. von: Geologie von Bayern. S. 253 u. f. Vgl. Profil.

Böse, E.: Z. Dtsch. Geol. Ges. 1898, S. 504.
Schlosser: Z. Dtsch. Geol. Ges. 1898, S. 348.

Köhler, E.: Geognostische Jahresh. 1903.

²⁾ Krauss (17) erbringt den paläontologischen Beweis für das noch skythische Alter des „Reichenhaller Kalkes“, so daß hieraus dieser Autor mit Recht folgert, daß das Reichenhaller Haselgebirge im Liegenden dieser skythischen Schichten nicht jünger, sondern mit großer Sicherheit gleichfalls der skythischen Stufe beizuzählen ist.

malen Werfener Schichten selbst sind davon frei³⁾).

3. Zusammenfassung.

Somit kann zusammenfassend über den Gebirgsbau der Berchtesgadener-Reichenhaller Gegend und über die Geologie des Steinsalzgebirges wiederholt werden:

Der Bau der Reichenhaller-Berchtesgadener Alpen wird von einer gewaltigen Überschiebung der Gebirgsstöcke des Untersberges, Lattengebirges und der Reiteralpe beherrscht.

Für das Salzgebirge gilt:

Es gehört der Berchtesgadener Schubmasse an, und zwar deren tiefstem Glied, der „skythischen“ Stufe. Die Salzbildung ging wahrscheinlich primär nicht gleichmäßig überall mit Ablagerung der Werfener Schichten vor sich, sondern nur da, wo das fazielle Übergangsglied von der reinen Berchtesgadener zur bayerischen Ausbildungsweise, d. h. die Hallstätter Fazies entstand. Die primär vielleicht rein terrestrisch oder in seichtem Meer — Uferfazies — in Pfannen unter Einwirkung eines heißen Klimas flözartig entstandenen Salzablagerungen wurden durch den Vorgang der großen Gebirgsüberschiebung teilweise „verschliffen“, ausgewalzt, an anderen Stellen jedoch angestaucht.

Der zu erwartende Einwand, daß beim Vorgang der Überschiebung das Steinsalz aufgelöst und abgeschwemmt würde, ist zu widerlegen, da mit großer Wahrscheinlichkeit der Überschiebungsweg ein geringer sein dürfte, ja vielleicht sogar die Schubmasse an der jetzigen Lokalität abgelagert sein kann und das basale bayerische Gebirge sich möglicherweise unter die Schubmasse gefaltet und unterschoben haben kann; zudem verschob sich zumeist weicher Haselgebirgston an gleichfalls weichem Neomuschiefermergel, so daß der Vorgang verhältnismäßig ohne große Reibung und Gewalt vor sich ging.

Mit eingehender Darlegung des Gebirgsbaus im Berchtesgadener Land nach den Ergebnissen der neueren Forschungen hat sich bereits unsere Stellungnahme zur Theorie von Fr. Mayer bekundet.

³⁾ Sehr bemerkenswert ist noch die Einschaltung von Gipsbänken in sonst normale Werfener Schichten, so z. B. am „Antenbichl“ beim Hintersee-Ramsau (Lit. 15), siehe auch stratigraphisches Schema (15). Es ist interessant, daß auch Krauss (17) das Haselgebirge in die Hallstätter Fazies einreicht.

Es sei mir zur weiteren Begründung gestattet, noch gewichtige Einwürfe zu dessen Hypothese vorzubringen.

1. Unter dem Salzgebirge ist fast durchwegs jüngeres Gebirge, meist Neokom oder oberer Jura vorhanden; unter diesen Schichten folgt die normale Sedimentreihe der bayerischen Fazies: Lias — Rhät — Dachsteinkalk — Ramsaudolomit — Werfener Schichten in einer Gesamtmächtigkeit von etwa 15—1700 (max. 2000) m; hierunter erst wäre permisches Gebirge zu denken. Also müßten die Aufquellungen des Salzgebirges, welche in jüngster geologischer Zeit stattfanden, durch die ganze bayerische Schichtreihe von nahezu 2000 m Mächtigkeit erfolgt sein. Solch tiefgehende Spalten von 1500 m und mehr Tiefe, welche an Stelle einer Überschiebung angenommen werden müßten, sind aber in dem „bayerischen“ Sedimentkomplex nicht nachzuweisen, zum mindesten muß dieser Vorgang des Salzaufquellens durch 2000 m tiefe Spalten viel unwahrscheinlicher erscheinen als unser Überschiebungsvorgang.

2. In den Permschichten der Südalpen sind bedeutendere Steinsalzlager nicht vorhanden, übrigens ist Perm in den nördlichen Ostalpen speziell im Berchtesgadener Land nirgends nachgewiesen, die Buntsandsteinschichten lagern daselbst auf devonischen (oder silurischen) Schichten. (Siehe Saalfelden und Nordrand der Kitzbichler Alpen.)

3. Merkwürdig wäre die Aufpressung des Salzgebirges in der kreisförmigen Linie: Gmundbrücke — Berchtesgaden — Hallein — Reichenhall — Kirchberg — Unken, auch merkwürdig das Zusammenfallen dieser Salzvorkommenlinie mit dem Rande der Berchtesgadener Schubmasse, endlich das stetige Vorkommen des Haselgebirges zusammen mit Gesteinen der „Hallstätter Fazies“. Alle diese Momente, welche augenfällig gewissen Gesetzen unterworfen sind, müßten nach der Annahme von Fr. Mayer merkwürdige Zufälligkeiten sein⁴⁾.

4. Daß die Zuteilung von Edel- und Karl-Theodorquelle zu den juvenilen Quellen nicht zutreffend ist, beweist die Schwankung in Quellschüttung und Salzgehalt, deren erstere je nach Niederschlagsdichtigkeit in Grenzen von 1 bis nahezu sogar 2, d. i. um

⁴⁾ Die „Wacke“ der alten Chronik, welche F. Mayer (Lit. 14, S. 139) als Diabasporphyrit deutet, ist wahrscheinlicher ein Neokomgestein, das in der Unkenener Gegend in allen möglichen Variationen (Quarzbrekzie, Hornsteinkalke, Sandsteine usw.) auftreten kann.

das Doppelte, die Prozenthaltigkeit von 25 bis etwa 20 Proz. differieren können⁵⁾.

4. Anhang: Erklärung der Entstehung der Reichenhaller Solquellen.

Im Prinzipie stimmt unsere Erklärung mit der von G ü m b e l überein; eine Verbindung der G ü m b e l s c h e n Annahme mit dem Ergebnis der Berchtesgadener Überschiebung ist recht wohl denkbar.

Die Reichenhaller Solquellen stellen das Produkt einer Verätzung von unterirdischen Salzlager dar; die sich über die Normaltemperatur der Region konstanter Bodentemperatur — im Quellenbau 7,5° Celsius — hebende Temperatur der beiden guten Quellen, d. i. Edelquelle und Karl-Theodorquelle (12 und 14° C), zeugt von einer bedeutend tiefen Lage der zur Verätzung gelangenden Salzlager, die Hebung der Solwässer von diesem tiefgelegenen „Sinkwerk“ wird durch eine mit der Solesäule in Kommunikation stehende Süßwasserüberdrucksäule bewerkstelligt.

Die Erfahrungen im alpinen Sinkwerksbergbau lehren, daß besondere Umstände obwalten müssen, die das Auftreten von Süßwässern („Selbstwässern“) und deren Eindringen in Salzlager ermöglichen; hiernach ist kaum anzunehmen, daß ein intaktes, mit wasserundurchlässiger Ton-schicht überdecktes Salzlager von Selbstwässern heimgesucht und verätzt wird.

Wird nämlich ein Haselgebirgsstock von andringenden Süßwässern verätzt, so wird sich in den unauflöslichen Tonbestandteilen des Gebirgs („Laist“) von selbst bald ein Wasserschutzmantel bilden, der eine weitere Versiedung hintanhält.

Die besonderen Umstände, wie sie für Zutritt und Eindringen von Süßwässern in Salzlager förderlich sind, zeigt recht lehrreich der Berchtesgadener Salzbergbau: an der Kontaktgrenze vom Haselgebirge mit dem Kalk quellen allenthalben reichliche Selbstwässer aus dem Kalkgebirge und würden, falls sie nicht sorgsam durch umfangreiche und äußerst kostspielige Wasserverbauungen („Wasserbaue“) abgefangen würden, in das Salzgebirge eindringen und die Salzlager daselbst verätzen. Besonders begünstigend für Eindringen und den zeitlich immer fortdauernden Auflösungsprozeß des gesamten im Haselgebirge vorhandenen Salzes möchte ich

⁵⁾ Diese Schwankungen werden übrigens im Salinenbetrieb durch künstliche Veränderung in der Höhenlage der Quellausflußöffnungen ausgeglichen und behoben.

eine vertikale oder auch einfallende Kontaktfläche zwischen wasserdurchlässigem Gebirge (Kalk, auch Dolomit) und Salzgebirge erachten; durch eine horizontale Grenzfläche, also bei Überlagerung von Kalk auf Haselgebirge, wird die Einwirkung des abwärts dringenden Süßwassers nicht bis zur vollständigen Verätzung des gesamten Salzes fort dauern, sondern noch vorher abgebrochen werden.

Bei ersterem Kontakt (senkrecht oder einfallend) kann das Süßwasser mit der Verätzung der alleruntersten Salzschiebt beginnen und auf weite Erstreckung in das Haselgebirge vordringen und ein natürliches Sinkwerk bilden; am Boden wird sich eine wassertragende Laistschicht bilden. Kann die gesättigte Sinkwerkssole abfließen, so wird ununterbrochen die weitere Verätzung von unten nach oben erfolgen, der gebildete Laist ist hier weiter nicht hinderlich, da er jeweils zu Boden fällt. Die Verätzung kann fort dauern, solange Salz vorhanden ist. Anders bei horizontalem Kontakt!

Die Süßwässer dringen aus dem wasserdurchlässigen Deckgebirge (Kalk oder Dolomit) in das Haselgebirge und lösen zunächst Steinsalz auf.

Angenommen, die gebildete Salzsole möge einen Abzugweg finden, der bei Auflösung sich bildende Laist wird jedoch nicht mit abziehen, sondern zu Boden fallen, in der Folge wird der Weg nach weiter abwärts durch die immer stärker werdende Laistschicht für die Süßwässer gesperrt, und die Verätzung wird vielleicht noch auf seitlichen Umwegen andauern, aber auch hier durch Laistdämme unbedingt vorzeitig unterbunden werden; unter dem „Ausgelaugtem“ wird das Kernlager für die weitere Zukunft intakt bleiben.

Diese in der Praxis gewonnenen und auch als logisch einleuchtenden Ergebnisse sollen im folgenden auf die Reichenhaller Quellen angewandt werden: ob die eine Verätzung von unterirdischen Salzlager begünstigenden Umstände vorliegen können, ob deren Zutreffen vielleicht bewiesen werden kann; im Anschluß hieran wird sich dann die mutmaßliche Herkunft und der wahrscheinliche Zirkulationsweg der Reichenhaller Quellen deduzieren lassen.

Zunächst ist die Frage zu erörtern, ob bei Reichenhall ein vertikaler oder einfallender Kontakt des Haselgebirges mit wasserführenden Schichten, welche die mit der Quellsäule kommunizierende Süßwasserüberdrucksäule in sich bergen, vorliegt. Hierfür können ausschließlich in Betracht kommen: Nordhang des

Lattengebirges, Nordausläufer des Müllnerberges, Westhang des Untersberges.

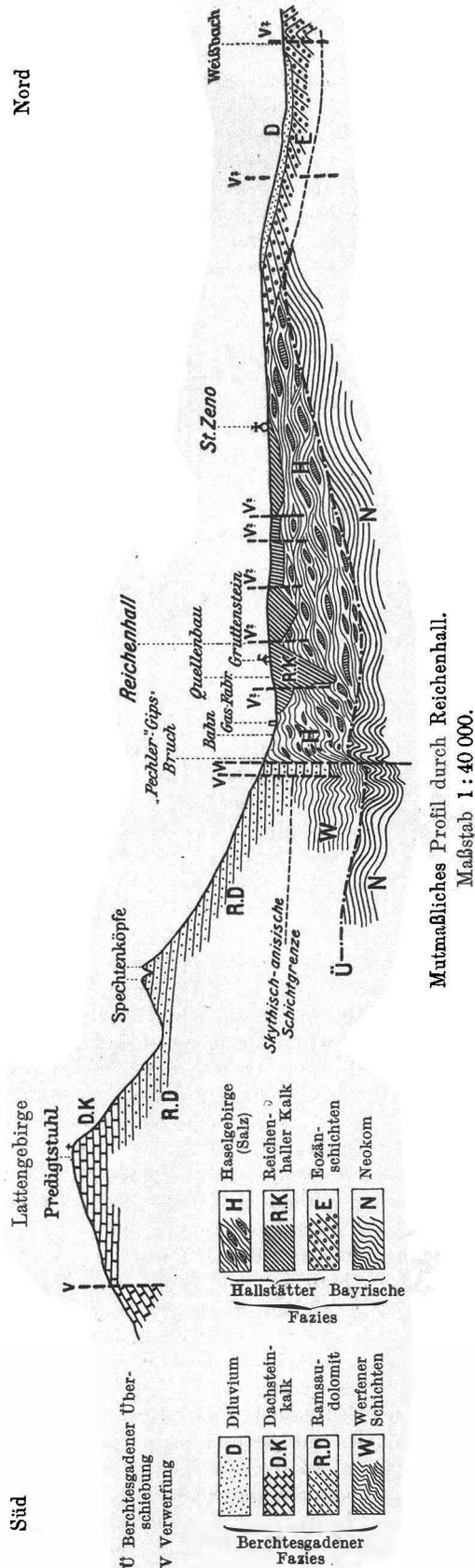
Bei der *Randtektonik* der einzelnen Gebirgsstöcke der Berchtesgadener Schumasse hat sich bei der Spezialaufnahme als eine fast durchgehend geltende Norm herausgestellt, daß die schwer niederdrückenden Gebirgsklötze von Untersberg, Lattengebirge, Müllnerhorn, Reiteralpe nach Plazierung auf ihren derzeitigen Ort infolge der Überschiebung einen *Massenausgleich* gegenüber dem überschobenen Untergrunde erheischten; „längs tief einschneidender, meist vertikaler Klitschflächen sackten die Schollen zusammen, bis wieder Gleichgewicht zwischen Schwerkraft und Schollenunterstützung gewonnen war“ (Lit. 12, S. 703, und Lit. 15, S. 224). So finden sich an den Rändern des Reiteralpmassivs fast durchweg Senkbrüche, welche den Gebirgsstock in die nachgiebigen Neokommargel einbetten ließen; hierbei wurden die nahezu plastischen Gebirgslieder: Werfener Schiefer und Haselgebirge, welche primär zwischen dem überschobenen Gebirgsklotz und dem Neokomuntergrund zu denken sind, sozusagen ausgequetscht und quollen an den Senkbrüchen *empor*⁹⁾; wobei sich durch Anstauung größere Haselgebirgsstöcke oder „Haselgebirgs-Lakkolithe“ (Lit. 14) bildeten.

Das Prinzip dieser „Einsackungssenkbrüche“ zeigt namentlich deutlich Tafelprofil 2 („Almwald nach Klauswand“) in Lit. 15.

Diese *Randbruchtektonik* findet sich auch am Nordrand des Lattengebirges und des Müllnerhorns und am Westrand des Untersberges.

An sämtlichen genannten Örtlichkeiten stoßen die Hauptbausteine der Gebirgsstöcke, d. i. Ramsau-Dolomit und Dachsteinkalk (mit Gosaukreide) gegen seitlich ausgequetschtes und emporquellendes Haselgebirge ab. Die Möglichkeit des seitlichen Eindringens von Süßwasser in das Haselgebirge ist wohl hier überall gegeben; ob sämtliche Örtlichkeiten als Nährgebiet für

⁹⁾ Daß das Haselgebirge tatsächlich die Eigenschaft einer plastischen Gebirgsart hat, offenbaren eingehende Versuche (vgl. Kick, Gesetze der proportionalen Widerstände, Bayr. Industrie- und Gewerbeblatt 1908) sowie auch die Augenscheinnahme der holzmaserartigen Zeichnung des Steinsalzes im Berchtesgadener Bergwerk; neuerdings wird sogar viel weitergehende Plastizität des Steinsalzes behauptet und durch praktische Beispiele bewiesen (vgl. „Ekzemtheorie“ und „Salzauftrieb“ von Lachmann). Siehe auch Theorie von Kohler (Lit. 8).



die Reichenhaller Quellen Bedeutung haben, soll im folgenden erwo-gen werden.

Am Westrand des Untersberges sind in ziemlich weiter Verbreitung mittel- und obereozäne Korallenkalk- und Stocklettschichten neben und auf Dachsteinkalk und Gosaukreide gelegen. Unter der transgressiv sedimentierten Eozänüberdeckung ist mit großer Sicherheit Haselgebirge anzunehmen, gegen das der Dachsteinkalk des Untersberges abstößt; nur liegt hier im Gegensatz zur Reichenhaller Gegend das Haselgebirge noch etwa um 200 bis 250 m tiefer, da die eozäne Überdeckung wohl diesen Mächtigkeitstrag besitzt.

Die mächtige Eozänüberdeckung, die auf Kosten der Mächtigkeit des Haselgebirges platzgreift, die um 200—250 m tiefere Lozierung der für Auslaugung in Betracht kommenden Salzlager sowie die eine Wasserzirkulation ausschließende Beschaffenheit des zwischen Untersberg und Reichenhall vorliegenden Gebirges (Haselgebirge und eozäne Schichten), endlich auch die bedeutende Entfernung des Untersbergrandes vom Reichenhaller Quellenbau: alle diese Umstände lassen mit großer Sicherheit die Westrandgegend des Untersberges als Nährgebiet für die Reichenhaller Quellenausscheiden. Mit hin verbleibt als engeres Nährgebiet für die Reichenhaller Solquellen die Nordhangzone des Lattengebirges und eventuell des Müllnerberges.

Der Ramsaudolomitsockel des nördlichen Ausläufers des Müllnerberges stößt unter dem alluvialen Untergrund bei Kirchberg wohl gleichfalls gegen Haselgebirge ab. Am nördlichen Mundloch des Druckstollens des staatlichen Saalachkraftwerks wurde eine Haselgebirgsscholle mit Gips durchörtert, der tektonische Kontakt zwischen diesem und dem Ramsaudolomit erwies sich als ein vertikaler. Im Gegensatz zur Gegend am östlichen Saalachufer ist hier geltend zu machen, daß das hier ursprünglich wohl ebenso reichlich vorhanden gewesene Haselgebirge einerseits bereits größtenteils von oben her durch fluviale Abrasion entfernt und durch Schottermassen ersetzt wurde, andererseits dürfte hier der überschobene Untergrund des Neokoms (anstehend bei Seebichl!) in geringerer Teufe vorliegen, so daß die Haselgebirgsmassen in der Tiefe bei Kirchberg bei weitem nicht die Mächtigkeit aufweisen dürften als am rechten Saalachufer. Es ist wohl möglich, daß von Kirchberg aus unter dem Alluvionbett der Saalach Soleflüßchen zum Reichenhaller Quellenbau zirkulieren,

eine Bedeutung kann jedoch dieser Gegend als Nährgebiet für die Solquellen nicht zuerkannt werden.

Das Haupteinzugsgebiet für die Ätzwässer zu den Reichenhaller Solquellen kann ausschließlich der Nordhang des Lattengebirges darstellen.

Das Profil sowie die „Tektonische Übersichtskarte des Lattengebirges 1 : 100 000“ (Lit. 13) zeigt das tektonische Verhältnis des Lattengebirges zur Haselgebirgsscholle von Gruttenstein-Großmain-St. Zeno-Leopoldstal deutlich.

Das Profil „Predigtstuhl nach Gipsbruch beim Pechler“ (Lit. 13) macht den Senksprung zwischen dem Ramsau-Dolomit der Lattengebirgsmasse und dem emporquellenden Haselgebirge ersichtlich und läßt eine Mindestverwurfhöhe von 100 m abgreifen; das tektonische Kärtchen gibt ein Bild der Streichrichtung jener Tektonik, die sich bogenförmig an der Nordbegrenzung des Lattengebirges von Hallthurm aus gegen Reichenhall zu zieht, der tatsächliche Verwurfstrag dürfte den nachweisbaren Betrag von 100 m wesentlich übersteigen und nach Erfahrung im Reiteralpgebirge (Lit. 15, S. 208 „Randzonen der Reiteralpe“) auf 200 m und mehr steigen.

Längs dieser ganzen vertikal zu denkenden Verwerfungsfläche ist den „Selbstwässern“ des nördlichen Lattengebirgshanges Gelegenheit geboten, in das Haselgebirge seitlich einzudringen; befördert wird das Niederdringen von Süßwässern in den klüftigen Ramsau-Dolomit durch die „zahlreichen nord-südlich streichenden Brüche, welche den ganzen Nordbezirk durchziehen“ (Lit. 13, S. 79); einige dieser Quersprünge besitzen Sprunghöhen bis zu 100 m, so daß die durch die Randverwerfung gebotene seitliche Angriffsfläche der Süßwässer in das Salzgebirge durch die Verwerfungsflächen der Quersprünge, welche naturgemäß in weiterer Verwurfetappe wiederum Haselgebirge gegen Ramsaudolomit in seitlichen, hier nord-südlichen Kontakt bringen müssen, noch potenziert wird; namentlich an diesen Querbruchkontaktflächen ist ein möglichst tief gelegener Angriffsweg in das Salzgebirge gegeben, da hierbei die Verwurfhöhen der Querbrüche den Senkstrag des Randbruches noch vermehren, und hierdurch ist eine Verätzung des Steinsalzes von unten nach oben bedingt, die für die Dauer der Reichenhaller Quellen günstig wirkt.

Bezüglich der Tiefe der natürlichen Sinkwerke von Reichenhall schließt von G ü m b e l aus der Quelltemperatur unter

Zugrundelegung einer geothermischen Tiefenstufe von 30 m auf eine Teufe von 200—230 m unter Oberfläche.

Der Teufenbetrag dürfte nach mehrfachen Erwägungen größer sein:

Die geothermische Tiefenstufe in Reichenhall ist wahrscheinlich nicht 30 m, sondern ziemlich höher; nach Messungen, welche für mich Herr Einfahrer Siegl im Berchtesgadener Salzbergwerke anstellte, ergab sich eine Tiefenstufe von 50 bis 55 m.

Zum Vergleich seien Bestimmungen von anderen alpinen Lokalitäten angeführt:

Geothermische Tiefenstufe im
Simplon: 36—38 m,
St. Gotthard: 50—55 m.

Weiter ist zu berücksichtigen, daß die Quellsole auf ihrem Weg durch die nach oben immer kühler werdenden Gesteinsschichten eine Temperaturabnahme erfahren muß, die zur Ermittlung der Sinkwerksteufe noch hinzugeschlagen werden muß.

Die wirkliche Herdteufe kann nur mit ihren Grenzen angegeben werden, bis eine einwandfreie Tiefenstufenbestimmung in Reichenhall eine enger begrenzte Berechnung zuläßt:

Grabenbach 7,5° C
Edelquelle 12,0° C.

1. Untere Grenze:

Diff. 4,5° C; Tief.-St. = 40 m; 4,5 . 40 m = 180 m
3,0° C Zuschlag für Abkühlung der Sole: 120 -
Herdteufe: 300 m

2. Obere Grenze:

Tiefen-St. = 55 m; 4,5 . 55 m = 247,5 m
3° C Zuschlag für Temper.-Verlust: 165,0 -
rd.: 412,5 m

Somit dürfte für die Herdteufe der natürlichen Sinkwerke der Reichenhaller Quellen ein Betrag von 300—400 m anzunehmen sein.

Von größtem Interesse über Verhalten der unterirdischen Sinkwerke scheint die Betrachtung der Temperaturänderung der guten Quellen:

Nach den älteren gemachten Temperaturbeobachtungen der Edelquelle wies diese vor rund 100 Jahren etwa 11° R = 13,8 C auf (Lit. 3); jetzt im Herbst 1913 herrscht eine Quelltemperatur von 12° C. Es ist also in größeren Zeiträumen eine Temperaturabnahme⁷⁾ zu verzeichnen, welche unsere Ansicht von der von unten nach oben vordringenden Salzversiedung wohl deutlich bestätigt.

Im letzten Jahrhundert hat sich der Verlaugungshorizont der Edelquelle um den

1,8fachen Betrag der in Reichenhall zu treffenden geothermischen Tiefenstufe höher verlegt, d. i. 1,8 . 40 bis 1,8 . 55 m = 72 bis 99 m je nach dem vorliegenden Tiefenstufenbetrag.

Bei der Karl-Theodorquelle betrug die Temperatur 1888 etwa 14,2° C und ist jetzt 13,8° C; auch hieraus ist auf eine Höherverlegung des Verlaugungshorizontes zu schließen.

Die relativen Temperaturverschiedenheiten von Edelquelle (12,0) und Karl-Theodorquelle (13,8° C) lassen wohl sicher folgern, daß die beiden Quellen aus getrennten Sinkwerken, die auch in der Höhenlage verschieden sind, entstammen und nicht, wie Gumbel meint, aus einem und demselben Reservoir gespeist würden.

Dieser Schluß rechtfertigt sich vielleicht auch in der in verschiedenem Tempo erfolgenden Temperaturabnahme und Höherverlegung der entsprechenden Sinkwerksohlen: Karl Theodor nimmt langsamer in der Temperatur ab als die Edelquelle, d. h. die Höherlegung des „Karl-Theodorsinkwerks“ schreitet langsamer vor als die des „Edelquellensinkwerks“. Da zudem noch die Karl-Theodorquelle eine größere Schüttung als die Edelquelle besitzt, ist der weitere Schluß zu ziehen, daß das „Karl-Theodorsinkwerk“ größer als das „Edelquellensinkwerk“ sein muß.

Das örtlich getrennte Entspringen von Karl-Theodor- und Edelquelle weist gleichfalls auf verschiedene Nährherde hin: die im Osten des Quellenbaues entspringende Karl-Theodorquelle mag wohl mehr den östlichen Rayon als Verätzungsgebiet in sich begreifen (Randgebiet von Hallthurm gegen Bayerisch-Gmain), die Edelquelle muß unbedingt westlich des Rayons der Karl-Theodorquelle das Gelände unmittelbar südöstlich, südlich und vielleicht auch westlich von Reichenhall einnehmen. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß das Nährgebiet der Edelquelle sogar noch weiter südlich vorgreift in der Tiefe des Saalachtals und unterm Westhang des Lattengebirges; Grund für diese Mutmaßung gibt die Erschötung einer „ziemlich reichhaltigen Salzquelle“ bei der Fundamentierung der Sperrmauer des Saalackkraftwerks bei Kiebling⁸⁾ (im Caisson III a an der Lattengebirgseite entspringend).

Was den Entwicklungsgang und die Beschaffenheit der untertägigen Sinkwerke

⁷⁾ Natürlich kann die nachfolgende Folgerung nur dann richtig sein, wenn die älteren Temperaturmessungen absolut zuverlässig sind.

⁸⁾ Nach einer Mitteilung des Herrn Bauamtsassessors Dantscher.

anbelangt, so können wir uns auf Grund der Kenntnis des mutmaßlichen Baus des Untergrundes folgende Vorstellung machen:

Naturgemäß wird der Beginn der Steinsalzverätzung unmittelbar an der ost-westlich streichenden Randsinkverwerfung und den hierzu senkrecht verlaufenden Querverwerfern des Lattengebirges einsetzen, es ist auch einleuchtend, daß die Wässer vornehmlich dem Streichen jener Brüche, also hauptsächlich von Ost nach West, folgen werden. Die große streichende Erstreckung der Randbruchebene, welche eine breite Angriffsfläche auf das Haselgebirge bietet, eröffnet die Wahrscheinlichkeit, daß die Auslaugung allmählich von der Randbruchfläche weg gegen Nord zu vorgriff und die Dimension des Sinkwerks nordwärts zu anwuchs.

Es ist dies die Phase der mählich nach Nord vorgreifenden Sinkwerksbildung bei fortgesetztem Süßwasserzufluß; ein Soleabfluß und eine Quellentstehung wird in diesem Stadium kaum stattgefunden haben, es müßte denn dies direkt an der Randbruchkluft der Fall gewesen sein; die Quellbildung setzt ein weiteres Moment voraus, d. i. das Vorhandensein eines Transportmediums, das vom unterirdischen Sinkwerk aus der Sole den Weg zur Tagesoberfläche weist und ermöglicht.

Dieses Moment trat in Geltung in dem Augenblick, als die nach West und Nord fortschreitenden Sinkwerksbaue klüftiges Kalk- und Dolomitgebirge antrafen, welches durch tektonische Einsackungsvorgänge tief in das Haselgebirge versenkt wurde; es ist dies der Reichenhaller Dolomit des Gruttensteins, der in unzusammenhängenden Schollen und Blöcken wohl tief in das Haselgebirge eingebettet sein und bis in die Teufe der Sinkwerkkräume greifen mag. (Analoge Scholleneinbettung von Hallstätter Kalk usw. im Berchtesgadener Bergwerk.)

Nunmehr hat das Stadium der Quellbildung begonnen. Anfangs wird die entquellende Sole mit großem

Drucke und ansehnlicher Schüttung zutage getreten sein, bis sich der gewaltige Überdruck (Süßwassersäule), der vor Quellbildung im Sinkwerk geherrscht haben muß, ausgelöst hatte. In der Folgezeit muß nach Auflösung der Spannung in der Sole eine normale Schüttung eingetreten sein, welche vielleicht Jahrhunderte annähernd gleich blieb. Weiterhin muß die Zeit allmählicher Höherverlegung der Sinkwerksbaue sowie allmählicher Vorrückung der Sinkwerksdimension nach Norden zu einsetzen.

Die Möglichkeit des Abfließens der Solflüsse gegen Norden zu braucht mit großer Wahrscheinlichkeit nach Maßgabe des geologischen Baus des Reichenhaller Beckens nicht befürchtet werden.

Die Schichtaufbiegung des „bayerischen“ Basalgebirges, welches im Hochstauen deutlich gekennzeichnet ist, macht wahrscheinlich, daß die Neokombasis unter dem Haselgebirge von Süd nach Nord stetig gegen Tag zu ansteigt und die Haselgebirgsmächtigkeit hiermit funktionsweise abnimmt. Daher ist das Vordringen der Sinkwerke nach Norden in größerer Tiefe durch die jeweilig auftretenden „Uferborde“ des basalen Neokoms bestimmt begrenzt. Wie tief die Neokombasis liegt und in welchem Verhältnis sie nach Nord ansteigt, kann nicht festgestellt werden, wir müssen uns lediglich mit einer allgemeinen Vorstellung hierüber begnügen. (S. Profil.)

Mit Vorstehendem dürfte ein Bild von der Geologie der alpinen Salzlager im Berchtesgadener Land und namentlich der Bildung der Reichenhaller Solquellen gewonnen sein, wie es die Forschungsarbeit der allerletzten Jahre uns vor Augen führt.

Bezüglich der Entstehung des Salzgebietes selbst sei auf die interessanten Arbeiten Kohlers und Mayers verwiesen.

Bad Reichenhall, 28. September 1913.