

ÜBERREICHT VOM VERFASSER.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAKS

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTEILUNGEN

HIERAUSGEGEBEN

F. BECKE.

R. GÖRGEY: ZUR KENNTNIS DER KALISALZLAGER VON
WITTELSHEIM IM OBER-ELSASS.

Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen,
XXXI. Band, 4. u. 5. Heft, 1912.

WIEN, 1912.

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,
I., ROTENTURMSTRASSE 26.

Zur Kenntnis der Kalisalzlager von Wittelsheim im Ober-Elsaß.

Von R. Görgey.

(Mit 5 Tafeln X—XIV, einer farbigen Profilanlage Tafel XV und 21 Textfiguren.)

Inhalt :		Seite
Vorwort		339
Geologische Verhältnisse		341
Übersicht der Kalisalz führenden Region		341
Aufschlüsse und Tektonik der Kalilager		346
Detailbeschreibung		349
I. Unteres Lager		349
Unterer Horizont		350
Mittlerer Horizont		355
Oberer Horizont		362
II. Oberes Lager		366
Bemerkungen zur Detailbeschreibung		369
Steinsalz		373
Halitgesteine		373
Tonwürfelsalz		376
Spaltensalz		400
Sylvin		416
Zusammenvorkommen von Sylvin und Steinsalz		417
Sylvingesteine		420
Carnallit		432
Anhydrit		435
Karbonate		438
Salztone und Anhydrit (Dolomit)gesteine		441
Schlußbetrachtungen		462
Tafelerklärung		467

Vorwort.

Im Juni des Jahres 1904 begann die erste von weit über 100 Tiefbohrungen, welche im Tertiär des Ober-Elsaß bedeutende Mengen von Kalisalzen erschlossen. Zirka 2 km südlich von dem

Örtchen Wittelsheim (nordwestlich von Mühlhausen) wurde im Nonnenbrucher Walde ein Schacht abgeteuft (Gewerkschaft Amélie), worauf zu Beginn des Jahres 1910 die Förderung von Kalisalzen ihren Anfang nahm. Ich hatte Gelegenheit, im Frühjahr 1910 durch einen kurzen Besuch das Kalisalzlager kennen zu lernen. Bei einem einwöchentlichen Aufenthalte im Juli 1911 nahm ich eine eingehende Untersuchung der Kalilager vor, die ich ein Jahr darauf bei einem abermaligen mehrtägigen Aufenthalte revidierte und ergänzte. Ich fand bei diesem dritten Besuche den Betrieb enorm gesteigert, es waren nicht weniger als vier neue Schächte in der weiteren Umgebung des ersten im Abteufen begriffen und es war die Erweiterung und Vervollkommnung der Einrichtungen und der Aufschlüsse im Bergbau selbst eine außerordentlich große.

Der Direktion der Gewerkschaft Amélie, welche mir freundlichst die Erlaubnis zum Befahren der Grubenstrecken und zum Aufsameln von Material erteilte, spreche ich hier meinen ergebensten Dank aus. Ganz besonders möchte ich des Herrn Bergreferendars Ingenieur Erich Biewend Erwähnung tun, der mich jedesmal auf das lebenswürdigste und bereitwilligste unterstützte und dem ich auch viel gutes Material verdanke; er möge auch hier meinen herzlichsten Dank entgegennehmen! Dem Herrn Obersteiger E. Henke und dem Herrn Steiger E. Sonnenschein bin ich für mancherlei Hilfe verpflichtet; ersterer stellte mir eine Anzahl guter Blitzlichtaufnahmen aus der Grube zur Verfügung, von denen einige auf den Tafeln wiedergegeben sind.

Die Untersuchung im Grubenreviere habe ich durch mikroskopische und chemisch-analytische Untersuchungen ergänzt und abgerundet. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. F. Becke danke ich bestens für das freundliche Interesse, mit welchem er den Gang meiner Arbeit verfolgte. Diskussionen mit ihm und meinem Freunde Dr. A. Himmelbauer verdanke ich mancherlei wertvolle Anregung. Meinem Freunde Dr. H. Leitmeier bin ich für seine werktätige Hilfeleistung bei der Herstellung der photographischen Bilder und der Mikrophotographien herzlich verbunden.

Geologische Verhältnisse.

B. Förster¹⁾ hat die Bohrkerne der zahlreichen Tiefbohrungen einer genauen Untersuchung unterzogen und auf Grund seiner Beobachtungsergebnisse die Lagerungsverhältnisse des oberelsäßischen Tertiärs, soweit sie durch die Bohrungen aufgeschlossen waren, zusammengestellt. Die Steinsalz- und Kalisalzlager gehören dem Mitteloligocän an, welches in ganz außerordentlicher Mächtigkeit entwickelt ist. Nach B. Förster gliedern sich die Tertiärablagerungen wie folgt:

I. Diluvium: Vogesenschotter etc. (39 m bei Wittelsheim I.)²⁾

II. Oligocän:

- | | | | |
|--|-----------|--|---|
| M
i
t
t
e
l
o
l
i
g
o
c
ä
n | oberes | } | 1. Blaue Mergel (61 m bei Wittelsheim I). |
| | | | a) Kalksandstein mit Glimmer, Quarz; Fischreste (Meletta), Pflanzenreste, gleichförmige Kalkmergel. |
| | | | b) Typische Fischschiefer mit Gypskrystallen, teilweise bituminös; Fischreste, Foraminiferen. |
| | mittleres | } | c) Foraminiferenmergel, bläulich- und bräunlichgraue Mergel. |
| | | | 2. Bunte Mergel (350 m bei Wittelsheim I). |
| | | | a) Gypszone, graue und rötliche Gypsmergel und Anhydrit, Glimmersandstein, Quarzsandstreifen. |
| | unteres | } | b) Limnische Zone, rötliche, graugrüne und graubraune Kalk- und Dolomitmergel und Tone, Gyps und Anhydrit, Glimmersandstein, Quarzsandstreifen. |
| | | | c) Dolomit-Anhydritmergel, Dolomitmergel und Tone, Quarzsandstreifen, Anhydritknollen, Dolomitkrystalle, „Pseudomorphosen nach Steinsalz“ (siehe pag. 376), rotgelbes Fasersalz, Steinsalz; zum Teil bituminös. |
| | | | 3. Streifige Mergel (520 m Wittelsheim I). |
| unteres | } | a) Obere bituminöse Zone, feingestreifte Dolomitmergel mit Pflanzenresten, Anhydrit, „Pseudomorphosen nach Steinsalz“, Steinsalz, 2 Kalilager. | |

¹⁾ B. Förster, Ergebnisse der Untersuchung von Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen, zur Aufsuchung von Steinsalz und Kalisalzen ausgeführten Tiefbohrungen im Tertiär des Ober-Elsaß. Mitteilungen d. geol. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen. 1911. 7. pag. 349. Vgl. auch B. Förster, Vorläufige Mitteilung etc. Ebenda, 1909. 7. pag. 127.

²⁾ Angabe des Bohrloches: Wittelsheim I, über 2 km im SSW. des Schachtes.

- | | | | |
|----------------|---------|---|---|
| Mitteloligocän | unteres | } | <p>b) Versteinerungsreiche Zone, Dolomitmergel, Anhydrit, nur vereinzelt Steinsalz; zum Teil bituminös.</p> <p>c) Untere bituminöse Zone, feingestreifte bituminöse Dolomitmergel, mit viel Anhydritlagen und Steinsalz; bituminös.</p> <p>d) Konglomeratzone, Dolomitmergel mit viel Anhydritlagen, grobes Jurakonglomerat, Steinsalz.</p> |
| Unter-oligocän | | } | <p>4. Grüne Mergel (über 159 m bei Wittelsheim I).</p> <p>a) Dolomitmergelzone, wenig Anhydrit, feine Konglomeratstreifen.</p> <p>b) Kalkmergelzone, Mergel, Anhydrit, feine Konglomeratstreifen.</p> |

Eocän 5. Bohnerzformation, Jurakonglomerat etc.

III. Jura.

Aus Försters Tabellen der Steinsalz- und Kalisalzlager über der versteinerungsreichen Zone der streifigen Mergel geht hervor, daß die Steinsalzsichten insgesamt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 241 m besitzen; die Schwankungen der Mächtigkeit sind große: 20 m bei Pulversheim I, 488 m bei Ensisheim II; bei Wittelsheim I beträgt sie 153 m. Höchst auffallend sind die großen Niveauschwankungen der beiden Kalilager, oft auch bei relativ nahegelegenen Bohrungen; so wurde das untere Kalilager beim Bohrloche Battenheim I bei 368·2 m (respektive — 143·26, bezogen auf NN.) angefahren, bei Meienheim I bei 959·8 m (respektive — 749·05 m); bei Wittelsheim I betragen die entsprechenden Zahlen: 474·67 (respektive — 207·72). Die Durchschnittswerte der Mächtigkeit der Kalilager sind 4·15 m für das untere, 1·16 m für das obere Lager (bei Wittelsheim I für das untere zirka 5 m, das obere war überbohrt worden), der Abstand der beiden Lager beträgt im Mittel 19·5 m.

Die großen Differenzen in der Tiefenlage der Kalilager erklären sich durch tektonische Störungen; J. Vogt und M. Mieg¹⁾, welche als erste von den Elsässer Salzlagern berichteten, machen inten-

¹⁾ J. Vogt et M. Mieg, Note sur la découverte des sels de potasse en Haute-Alsace. Bulletin de la société industrielle de Mulhouse. 1908.

sive Faltungerscheinungen, W. Wagner¹⁾ hingegen weitgehende Bruchzonen dafür verantwortlich.

B. Förster²⁾ äußert sich über die tektonischen Verhältnisse kurz zusammenfassend: „Meist herrscht ziemlich flache Lagerung, mehrfach kommen aber auch stark geneigte Schichten vor. Dies kann durch starke Falten, Verwerfungen und Senkungen infolge von Salzauslaugungen bedingt sein. Es macht den Eindruck, als ob die Schichten durch einen von Südost herkommenden Druck zusammengeschoben worden seien. Trotz der im ganzen weichen und zähen, plastischen Masse der Mergel ist es dabei doch nicht nur zu Aufwölbungen, sondern auch zu Zerreißen gekommen. Sattelbildung und Verwerfungen haben zusammengewirkt, um ein sehr kompliziertes tektonisches Gebilde zu schaffen. Die Sättel streichen von Südsüdwest nach Nordnordost, die Verwerfungen teils in gleicher Richtung, teils schräg dazu und zerlegen das Gebiet zwischen Doller, Thur und Ill in eine Anzahl Felder, die zusammen als das Bruchfeld von Wittelsheim bezeichnet worden sind.“ Es steht zu hoffen, daß die genaue Untersuchung der durch die neuerdings abgeteuften Schächte aufgeschlossenen Profile, mit der sich zurzeit W. Wagner in Straßburg beschäftigt, und der rasch fortschreitende Bergbau in die mehrfach noch unklaren Verhältnisse Licht bringen wird.

B. Förster hat auf einer Kartenanlage die horizontale Ausdehnung des oberen und unteren Kalilagers, wie sie sich durch die Bohrprofile ergibt, eingetragen. Es geht daraus hervor, daß die Grenzen des oberen Lagers durchwegs innerhalb die des unteren fallen, diesen vielfach nahezu parallel verlaufend; es macht den Eindruck, als hätte ein Zusammenschrumpfen des Laugenbeckens bei der Ablagerung des oberen Lagers stattgefunden. Den Flächeninhalt des gesamten von Kalilagern unterschichteten Gebietes berechnet Förster auf 172 Millionen Quadratmeter für das obere und auf 84 Millionen Quadratmeter für das untere Lager, was bei den oben angeführten Mittelwerten der Mächtigkeit und der Annahme eines K_2O -Gehaltes von 22% einer Gesamtmenge von 300,000.000 t K_2O entspräche.

¹⁾ W. Wagner, Die Kalisalzlager im Tertiär des Ober-Elsaß. Mitteilungen der philomathischen Gesellschaft in Elsaß-Lothringen, 1911, 6, pag. 471.

²⁾ B. Förster, Die geologischen Verhältnisse der Kalisalzlager im Ober-Elsaß. Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Ver. Neue Folge 1912, 2, pag. 25.

Neuerdings kam die interessante Nachricht, daß auch jenseits des Rheines, also im Badischen, bei zirka 700 *m* Teufe Kalisalze erbohrt worden seien, und es ist nicht unmöglich, daß diese eine Fortsetzung der oberelsäßischen Kalilager, etwa durch eine Bruchzone parallel der Rheintalsenke von dieser getrennt, oder wenigstens eine unseren Lagern analoge Bildung darstellen.

Geothermische Tiefenstufe. Eine sehr auffallende Tatsache ist die vielfach zu beobachtende abnormale geothermische Tiefenstufe. Die Gesteinstemperatur des unteren Kalilagers im Wittelsheimer Grubenrevier beträgt im Durchschnitt ca. 43° C.

Diese außerordentlich hohe Temperatur hat das Arbeiten in der Grube anfangs recht schwierig und unangenehm gemacht, namentlich in unventilierten Seitenstollen. Bei meinem letzten Aufenthalt war jedoch dieser Übelstand durch ausgezeichnete Ventilationsanlagen größtenteils behoben. Aus der Temperaturzahl von 43° C rechnet sich bei Annahme einer Bodentemperatur von 11·6° C bei 0 *m* eine geothermische Tiefenstufe von 22 *m* auf 1° C.

J. Königsberger¹⁾ gibt für einige Bohrungen aus dem Oberelsäßer Kalirevier folgende Tiefenstufen: Rädersheim I 24·5 *m*, Rädersheim III 23·3 *m* und 23·8 *m*, für das Wittelsheimer Salzlager gar nur 18·1 *m*. Er zieht zur Erklärung dieser ungewöhnlich kleinen Zahlen die Hydratationswärme des Umwandlungsprozesses von Anhydrit zu Gyps, die Nähe des Kaiserstuhls und den Bitumengehalt heran. B. Förster (l. c. pag. 506) zieht eine Erklärung durch Wärmerscheinungen infolge von Polymerisationsvorgängen des Bitumens den anderen Deutungen vor. Innerhalb der Kalilager selbst kann die Umwandlung von Anhydrit zu Gyps keine Rolle spielen, weil im Bereiche der kalisalzhaltigen Regionen Gyps vollständig fehlt; hingegen sind in höher gelegenen Schichten vielfach Stufen gefunden worden, welche die direkte Umwandlung von Anhydrit zu Gyps erkennen lassen.

Übersicht der Kalisalz führenden Region.

Nach Angaben aus der Gewerkschaft liegt beim Wittelsheimer Schacht das untere Kalilager zwischen 663·7 *m* und 658·1 *m* unter

¹⁾ J. Königsberger und M. Mühlberg, Über Messungen der geothermischen Tiefenstufe, deren Technik und Verwertung zur geologischen Prognose, und über neue Messungen in Mexiko, Borneo und Mitteleuropa. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1911, 31. Beilagebd., pag. 107 (speziell 119).

Tag, das obere Lager zwischen 636·5 *m* und 635 *m*; es beträgt demnach hier die Mächtigkeit des unteren Lagers 5·6 *m*, die des oberen 1·5 *m* und der Abstand beider 21·6 *m*. Zur genaueren Untersuchung gelangten nur die Kalisalz-führenden Schichten mit ihren unmittelbaren Grenzzonen.

Das Liegende des unteren Kalilagers bildet ein ca. 7 *m* mächtiger Sockel von Steinsalzbänken, dann folgen zwei Schichtpakete Steinsalz, ca. 70 *cm* und 95 *cm* mächtig, vom Liegendsteinsalzkomplex, respektive voneinander durch Tonschichten mit überlagernden Anhydritbändern getrennt, die untere Lage ca. 12 *cm* Ton, 8 *cm* Anhydrit, die obere ca. 5 *cm* Ton, 3 *cm* Anhydrit. Das Hangende der zweiten Steinsalzschieterserie zeigt die erste Lage eines Sylvingesteins mit überlagerndem Steinsalz; darüber zwei je 10—15 *cm* starke Tonlagen mit Anhydrit-Dolomitschichten wechsellagernd, darauf eine ca. 2 *m* mächtige Folge von alternierenden Steinsalz- und Sylvinbändern, der untere Horizont des unteren Lagers, bedeckt von einer ca. 15 *cm* starken Tonlage mit darüberliegendem dolomitischen Anhydritband. Mit diesem beginnt neuerdings ein Wechsel von Steinsalz- und Sylvinlagen, der ca. 1·8 *m* mächtige mittlere Horizont, mit einer 20—30 *cm* starken Tonlage mit überlagerndem Anhydrit-Dolomit abschließend. Diesem mittleren Horizonte ist in zirka $\frac{3}{4}$ der Höhe eine 15—20 *cm* dicke Steinsalzzwischenschichte mit Tonschichtbändern¹⁾ eingeschaltet. Der Anhydrit über dem Hangendton des mittleren Horizontes leitet die Kalisalzserie des oberen Horizontes ein, der mit einer ca. 40 *cm* starken Reihe von Steinsalz-Sylvinschichten beginnt und an vielen Stellen von einer mächtigen Carnallitlagenserie von 80—120 *cm* gekrönt ist; mit einer Grenzschichte von Sylvin, Steinsalz und Ton schließt der obere Horizont und damit das untere Lager ab. Es folgen wechsellagernd Ton-, Anhydrit (Dolomit)- und Steinsalzschietersen, bis etwa 2 *m* von der Grenze des unteren Lagers entfernt, ein in Steinsalz aufsetzendes, von Ton überdecktes Sylvinlager²⁾ von ca. 28 *cm* Stärke auftritt. Darauf kommt ein ca.

¹⁾ Wie bei den Mineralgängen die Grenzzonen gegen das Nebengestein „Salbänder“ genannt werden, sollen hier bei den lagerartig auftretenden Salzgesteinsschichten die Grenzpartien als „Schichtbänder“ bezeichnet werden.

²⁾ Nach Angaben der Bergbeamten waren zwischen dem unteren und oberen Kalilager 2 kleine Sylvinlager angefahren worden, 5 *m* und 13 *m* von der Hangendgrenze des unteren Lagers entfernt, 40 *cm* und 28 *cm* stark. Ich konnte nur das eine kleine Lager 2 *m* vom Hangenden des unteren Lagers auffinden. Vielleicht handelt es sich um stark wechselnde, oft auskeilende Lagen; möglicherweise habe ich auch infolge mangelnder Beschaffenheit der Schachtwände das zweite Lager übersehen.

7 *m* mächtiges Paket von abwechselnden Ton- und Steinsalzschichten (5—10 *cm*, respektive 10—20 *cm* stark) mit eingeschalteten Anhydrit-(Dolomit)lagen, an welche sich eine ca. 3 *m* mächtige Tonbank mit Anhydrit(Dolomit)zwischen-schichten schließt. Darüber folgt eine ca. 9 *m* mächtige Serie von starken Steinsalzlagen, jede über 1 *m* mächtig, durch Ton- und Anhydritbänder getrennt, endlich, ca. 21 *m* vom hangenden unteren Lager entfernt, in Steinsalz aufsetzend das obere Kalilager, bestehend aus einer ca. 1½ *m* starken Folge von Steinsalz- und Sylvinitbändern, von einem dünnen Tonband und Steinsalz überlagert.

Die hier kurz angedeutete Schichtenfolge ist in E auf der Anlage Taf. XV übersichtlich dargestellt, wobei noch speziell zu bemerken ist, daß die Steinsalz-Ton-Anhydritbänder zwischen dem unteren und oberen Lager nicht nach Zahl und Mächtigkeit im Detail aufgenommen wurden, was auch nicht im Zwecke der Arbeit lag; diese Schichten sind in dem Übersichtsprofil schematisch eingetragen.

Aufschlüsse und Tektonik der Kalilager.

Das untere Kalilager ist durch eine Grubenstrecke, die, entsprechend dem Generalstreichen, angenähert von Nord-West nach Süd-Ost verläuft, aufgeschlossen, und zwar war zur Zeit meines letzten Aufenthaltes der Bergbau in nordwestlicher Richtung vom Schachte bis auf etwa 400 *m* vorgetrieben worden (nördliches Lager), im Südosten auf ca. 650 *m* (südliches Lager); in den Richtungen senkrecht dazu sind verschiedenorts Strecken bis 200 *m* Länge geführt. Das obere Lager war vornehmlich durch 2 Hauptstrecken von je 150 *m* Länge (eine in südöstlicher Richtung, die andere senkrecht dazu) aufgeschlossen. Die Schichtenserien zwischen dem unteren und oberen Lager sind durch einen kleinen Förderschacht, der die beiden Kalilager verbindet und unweit nordöstlich vom Hauptschacht liegt, sehr gut zugänglich.

Im nördlichen Lager werden die Firste der Hauptstrecke zumeist vom Liegendanhydrit des mittleren Horizontes gebildet, es bewegt sich also hier der Abbau hauptsächlich im unteren Horizonte. Das Untersuchungsmaterial dieses Horizontes wurde dem nördlichen Lager, und zwar der südlichen Stollenwand, in einer Entfernung von 150 bis 200 *m* vom Schachte entnommen. In dem nordöstlich von der Hauptstrecke dieser parallel verlaufenden Seitenstollen ist der

mittlere Horizont in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen, von hier stammt das Untersuchungsmaterial des mittleren Horizontes. Die Firste bilden hier die knolligen und buckligen Grenzen der Liegendsteinsalzschiechten des oberen Horizontes.

Im südlichen Teile des Lagers sind es sehr verschiedene Schichten, welche die Stollenfirste bilden: Oft ist es der obere Ton der Steinsalzzwischenschichte des mittleren Horizontes (z. B. bei Abbau 26 und 28), auch das Liegendsteinsalz des oberen Horizontes (Abbau 24), ferner die Sylvinlage über den drei roten Sylvinbändern in der Liegendpartie des mittleren Horizontes (Abbau 10, 12, 16, 22), der Liegendanhydrit des mittleren Horizontes (Abbau 4, 6, 8, 18, 20) u. a. m. Das Liegende des unteren Horizontes erscheint unmittelbar beim Schachte sehr gut aufgeschlossen.

Lagerungsverhältnisse des unteren Lagers. Beim Begehen der nahezu in der Richtung des Generalstreichens getriebenen Hauptstrecke und der zu dieser parallelen Seitenstollen wird vielfach schwebende Lagerung der Salzgesteinsschichten vorgetäuscht. Bei genauerm Zusehen und Kompaßmessungen stellt sich das untere Lager, wenn man die Messungsergebnisse des Streichens und Fallens an einzelnen Zwischenschichten auf das ganze Lager übertragen darf, als eine nach allen Richtungen hin sanft gewellte und verbogene, lokal oft durch größere Faltungsphänomene gestörte Tafel dar. Im großen und ganzen zeigt diese Tafel im nördlichen Lager ein Streichen: N. 50—60° W. und ein Fallen von 0—10° nach Nordost. Gegen den Schacht zu scheint sich die Streichrichtung etwas zu drehen; mehrere Messungen ergaben N. 30—40° W. Im südlichen Lager wurden Streichrichtungen ziemlich übereinstimmend mit N. 20—30° W. gemessen mit einem Einfallen beträchtlich stärker als im nördlichen Lager, nämlich 15—17° nach Ostnordost. Die Kompaßmessungen waren sehr oft nicht genau durchzuführen, weil die Schichtflächen nur in wenigen Fällen einheitlich und eben waren und oftmals Wellungen nach allen Richtungen hin zeigten. Im ganzen wurden ca. 60 Ablesungen gemacht, deren Mittelwerte oben angeführt sind. Relativ geringe und meist lokale Störungen, wie Faltenbildungen, Zerreißen der Tonzwischenmittel und dergleichen scheinen im südlichen Lager häufiger zu sein als im nördlichen. Im allgemeinen ist die Wellung und Verbiegung der Schichtung in der Richtung des Fallens eine intensivere als im Streichen. Die Mächtigkeit der Schicht-

pakete zeigt stets geringe Schwankungen, doch gehen diese nur selten über ca. 10% der Mächtigkeit hinaus.

Bei meinem letzten Aufenthalte bot sich mir die glückliche Gelegenheit, eine interessante Erscheinung zu beobachten: Die südliche Hauptstrecke wird rasch vorgetrieben, um eine Verbindung mit dem bereits kalifündig gewordenen Schachte Max bei Reichweiler herzustellen; es zeigten aber die Kalilager beim Schachte Max ca. 50 m Niveauunterschied gegenüber den um 1·5 km in nordwestlicher Richtung entfernten des alten Schachtes der Gewerkschaft Amélie; es war daher irgend eine Störungserscheinung in der Zwischenstrecke zu erwarten. Tatsächlich zeigte sich ca. 650 m vom Wittelsheimer Schachte entfernt folgende Erscheinung: es hoben sich gegen das Ort zu die immer schwächer werdenden Horizonte allmählich empor, so daß das Steinsalz unter den Liegendtonen des unteren Horizontes sichtbar wurde, das gesamte Lager reduzierte sich rasch bis auf ca. 1·5 m und senkte sich ziemlich jäh nach Osten unter einem Einfallswinkel von ca. 40°, bei annähernd genau nordsüdlich verlaufendem Streichen. (Fig. 4, Taf. XI.) Die im allgemeinen gleichstark erhaltenen Tonzwischenschichten waren vielfach in Schollen zerrissen, mitunter sogar zu einem ganz unregelmäßigen Brockenwerk zerstört, das sich nunmehr in unregelmäßigen, eckigen Trümmern in den Salzgesteinen verteilte. Die einzelnen Salzlagen, die zum größten Teile noch den regelmäßigen Wechsel von weißen Steinsalzschiefern und roten Sylvinitbändern erkennen ließen, waren ausgewalzt und stark reduziert, wobei ein Identifizieren mit den nicht einmal weit entfernten ungestörten Schichten sehr schwer wurde. Zwischen die scharf abgeschnittenen Tonbrocken legten sich diese Salzbänder in schönen Falten und schmiegteten sich in gleicher Weise auch um kleinere Tonpartikeln. Der Carnallit des oberen Horizontes, der übrigens nach Angabe der Bergleute im ganzen südlichen Lager fehlen, respektive stark zurücktreten soll, war gänzlich verschwunden und an seiner Stelle ein grobkörniger, reinweißer Sylvinit entwickelt, der von unregelmäßigen, aderartig durchsetzenden, oft in rundlichen Schleifen verteilten, dunkelroten Sylvinitfäden durchzogen war. Ohne Zweifel war man einer stärkeren Dislokation nahegekommen. Leider konnte ich die folgenden, Aufklärung bringenden Aufschlüsse nicht mehr abwarten. Natürlich können solche ganz lokale Störungserscheinungen dem Ertrage der unerschöpflichen Kalisalzschatze nicht den geringsten Abbruch tun.

Detailbeschreibung.

Die folgende Detailbeschreibung beginnt mit dem Liegendsteinsalz der untersten Sylvinlage. Die Zählung (in *cm*) von 0 fängt bei der Liegend-Anhydritschichte des unteren Horizontes an, die Lage des darunter liegenden Materiales ist durch Zahlen mit einem Minuszeichen angegeben.

Es sei noch eigens betont, daß die gegebenen Zahlen nicht absolute Werte darstellen, sondern nur spezielle Beispiele, und zwar ans dem nördlichen Teile des Lagers; wenn nun auch einzelne Lagen hin und wieder lokal ganz auskeilen und größere Differenzen vorkommen als angegeben, so ist doch im allgemeinen die Gleichförmigkeit der einzelnen Schichten eine außerordentlich große.

I. Unteres Lager.

Liegendschichten des unteren Horizontes.

- 130 ca. 90.¹⁾ 11 Schichten von grobspätigem, gelblich bis bräunlich gefärbtem Steinsalz, oft mit schönen Wachstumserscheinungen²⁾, reich an Gas- und Laugeneinschlüssen mit Verunreinigungen durch Anhydrit, Dolomit; die einzelnen Lagen sind voneinander durch feine tonige Bänder getrennt, in deren Nähe Anhydrit und Dolomit angereichert sind. Diese als Grenzschichten deutlich hervortretenden Tonstreifen verlaufen unregelmäßig zackig, oft mit recht beträchtlichen Niveaudifferenzen, wobei sie mitunter die rechtwinkeligen Umrißformen von Steinsalzkrystallen der von ihnen bedeckten Schicht erkennen lassen; bemerkenswerterweise zeigen alle diese Tonstreifen einen annähernd parallelen Verlauf der Zickzack-Linien.
- 40 0—10. Sylvin, intensivrot, fein bis mittelkörnig, nach oben hin mit feinem Korn; er gleicht die starken Unebenheiten der obersten Steinsalzschi­chte des Liegendkomplexes völlig aus, daher die beträchtlich wechselnde Mächtigkeit (mitunter lokal völliges Auskeilen); die Hangengrenze ist meist scharf und horizontal verlaufend.
- ca. 7. Weißes feinkörniges Steinsalz mit spärlichem Anhydritgehalt,
- 30 darüber gelbliches, mittel- bis grobspätiges Steinsalz mit Sylvinaugen, Einlagerungen von Dolomit, Anhydrit und Ton.
- 3—5. Hellbrauner, feinkörniger, anhydritisch-halitischer Dolomit. Beim Zerschlagen glänzen zahlreiche oft über 1 *cm*² große Spaltflächen auf, welche größeren Steinsalzindividuen angehören, die mit Dolomit und Anhydrit ganz imprägniert sind; eine dem „krystallisierten Sandstein“ analoge Bildung.

¹⁾ Mächtigkeit in *cm*.

²⁾ Mehr oder minder regelmäßig geformte, mit Gas oder Lange erfüllte Hohlräume, Schichtenbau durch reihenweise parallel angeordnete Systeme winziger Einschlüsse und dergleichen sind fast in allen Steinsalzschi­chten ungemein häufig und sollen als Wachstumserscheinungen“ zusammengefaßt werden.

- 0—5. Graues, mittelkörniges Steinsalz mit reichlich Dolomit und Anhydrit, oft als Fasersatz entwickelt, oft auch auskeilend.
- ca. 10. Dunkelgraubrauner, feinschichtiger Ton mit reichlichem Gehalt an Tonwürfelsalz (pag. 376) und Spaltensalz. Häufig dünne Einlagerungen von Anhydrit.
- 3—5. Feinkörniger, graubrauner, dolomitischer Anhydrit, sehr hart, splittiger brechend, an den Schichtbändern durch feine eingelagerte Tonstreifen feinschichtig, mitunter mit unregelmäßig geformten Steinsalzaugen, die gegen den Anhydrit mit zusammenhängenden Dolomitkrustallkrusten abgrenzen und von einem Gewirre feinsten Anhydritnadeln erfüllt sind.
- 10—16. Dunkelgraubrauner, feingeschichteter Ton, sehr ähnlich der Tonlage bei —20; reich an Tonwürfelsalz und Spaltensalz; flachlinsenförmige, den Schichtflächen eingeschaltete Lagen von dunkelgrauem, feinkörnigen Anhydrit. Nicht selten sind auch eigentümliche rundliche Gebilde von Anhydrit und Steinsalz, bald das eine, bald das andere Mineral vorherrschend, mit Dolomitriden.

Unterer Horizont (A).

- 0 2—3. Harter, brauner, dolomitischer Anhydrit; zuunterst (ca. 1 cm) dunkelgraubraun, sehr feinkörnig, steinsalzfrei, dann scharf abgrenzend stark steinsalzhaltig, dadurch heller erscheinend, mit aufglänzenden Steinsalzspaltflächen an Bruchstücken (wie bei —27). Die Grenze gegen das Hangendsteinsalz ist unscharf und unregelmäßig wellig und zeigt einen Besatz von Dolomitkryställchen, Anhydritnadeln und winzigen Knöllchen von toniger Substanz. Diese Schichte ist mitunter durch horizontale Lagen von weißem Fasersatz in mehrere Teile geteilt.
- ca. 38. Gelblichgraues, anhydrit- und dolomitreiches Steinsalz von 10 groben¹⁾ Korn (bis 2 cm und darüber), in 6 Schichten, getrennt durch mehr oder minder breite, tonig-anhydritisch-dolomitische Bänder, wieder von an 20 nähernd parallelem Verlauf, von denen die breiteren gegen das Hangende meist eine unregelmäßige, rundlich-wellige, gegen das Liegende eine eckig-zackige Abgrenzung zeigen, entsprechend den Umrissen der auskrystallisierten Stein- 30 salzindividuen in den obersten Partien einer jeglichen Lage; vielfach durch zahlreiche Einschlüsse von Gas und Lauge getrübt und weiß erscheinend, oft mit schönem Schichtenwachstum. Die oberste dieser 6 Lagen zeigt geringen Sylvingehalt.
- 0—4. Intensiv roter, feinkörniger Sylvin, durch ein dünnes Ton-Anhydritband von der letzten Steinsalzschiechte getrennt, die Unebenheiten der Oberfläche dieser Lage ausgleichend mit scharfer, nahezu horizontal verlaufender

¹⁾ Die Ausdrücke fein-, mittel- und grobkörnig oder -spätig sind natürlich nur relative Begriffe; es entscheidet der Eindruck, den das Gestein im Handstück macht, wobei im allgemeinen bis zu einem Durchmesser der Körner von 2—3 mm der Ausdruck „feinkörnig“, bis 5—6 mm „mittelkörnig“, darüber „grobkörnig“ Verwendung finden soll.

Hangendgrenze, mit geringem Steinsalz- und Anhydritgehalt. Die Salzschieferie mit Sylvinbedeckung von 0—37 stellt ein Analogon im verkleinerten Maßstabe zum Liegendkomplex — 140 bis ca. —35 dar.

5—7. Helles, mittelkörniges Steinsalz mit spärlichem Anhydritgehalt
40 und Wachstumserscheinungen; ca. 2 cm von der Liegendgrenze Einlagerungen von rotem Sylvin.

3—5. Mittel- bis grobkörniger Sylvin von hellroter Farbe mit geringem Gehalt an Steinsalz und Anhydrit; sowohl an der unregelmäßig zackigen Liegendgrenze als auch an der scharfen Hangendgrenze etwas intensiver rot gefärbt.

ca. 2. Weißes, mittelkörniges Steinsalz unmittelbar in ein bräunliches übergehend; gegen die Hangendgrenze zu immer reicher an Anhydrit und Dolomit.

ca. 1. Ton, dunkelbraun, feingeschichtet, in den das Liegendsteinsalz
50 zackig eingreift; an den Schichtbändern mit Dolomitkrystallrinden inkrustiert.

9—12. Mittel- bis grobspätiges Steinsalz, reich an Anhydrit, in der
60 unteren Hälfte braun gefärbt, in den oberen Partien hellgrau.

0—3. Sylvingestein mit unregelmäßig zackiger Liegendgrenze, nach oben hin schärfer absetzend; mittelkörnig, rot; von mehreren (meist 2) dünnen Steinsalzschiefern durchzogen, die der Hangendgrenze beiläufig parallel gehen und aus abgerundeten Würfelchen bestehen, mit beträchtlich reichlicherem Anhydritgehalt als das Sylvingestein; an den in das Liegendsteinsalz eingreifenden Zacken oft heller und grobkörniger.

ca. 3. Steinsalz, am Grunde mittelkörnig und durch Einschlüsse grau gefärbt, hie und da mit feinen Sylvinbröckchen, nach oben hin in großen Krystallen mit schönen Wachstumserscheinungen auskrystallisiert, demgemäß mit unregelmäßig zackiger Hangendgrenze.

ca. 2. Sylvingestein, am Liegendkontakt mit Steinsalz in größeren, roten Krystallindividuen, häufig mit Steinsalz parallel verwachsen, nach oben hin feinkörnig und intensiv rot, in den unteren Partien reichlich kleine, grauliche Steinsalzwürfelchen umschließend, welche letztere mitunter perlschnurartig aneinandergereiht erscheinen; geringer Anhydritgehalt.

ca. 2. Steinsalzlage, bestehend aus einer zusammenhängenden Schicht mittelgroßer Steinsalzkrystalle auf feinem, tonigen Bande aufsitzend, nach oben hin auskrystallisiert. überdeckt von hellrotem, mittelkörnigen Sylvin mit intensivroter Liegendgrenze, darüber ein dünner Streifen von feinkörnigem, rein weißen Steinsalz. Allenthalben mäßiger Anhydritgehalt.

ca. 2. Feiner-mittelkörniger Sylvin, rot, mit geringem Steinsalz- und Anhydritgehalt, die Sylvinkörner meist leistenförmig in der Ablagerungsfläche
70 gestreckt; an den Schichtbändern feinkörniger und intensiver rot gefärbt; gegen das Hangende scharf absetzend, von dünner Steinsalzschiefer überdeckt.

ca. 5. Über dünner, toniger Schicht (Anhydrit und Dolomit angereichert) weißes Steinsalz, unmittelbar über der tonigen Schicht von größerem Korn, nach oben hin mittelkörnig mit spärlich eingestreuten Sylvinpartien.

8—10. Grobspätiger Sylvin mit schwach gezackter Liegend- und scharfer Hangendgrenze; im Liegenden fast farblos (nur unmittelbar an der

- 80 Grenze zart gefärbt, Farbstoff oft punktiert verstreut), nach oben hin allmählich einen hellroten Farbenton annehmend; spärlich Anhydritleisten und Steinsalz in kleinen, rundlichen Körnern, häufig winzige Steinsalzeinschlüsse von rundlichem Umriß oder Stäbchenform; unmittelbar an der Grenze von feinem Korn und dunkelroter Farbe.
- 8—10. Steinsalz, zuunterst 1—2 cm mittelkörnig, hellgrau, darauf ca. 5 cm sehr grobspätig (Spaltflächen bis über 3 cm), mit schönen Wachs-
 90 tumserscheinungen und vereinzelt Einsprengungen von rotem Sylvin, dann immer weniger grob bis feinkörnig werdend; reichlicher Anhydritgehalt.
- ca. 8. Sylvingestein, ungemein reich an Anhydritleisten, reich an Stein-
 100 salz, intensiv rot gefärbt, oft mit eigentümlichem, stumpfen Farbenton (wegen der Einschlüsse); oft durch ca. 1 cm starkes feinkörniges, graues Steinsalzband mit hohem Anhydrit- und Sylvingehalt in 2 Teile geteilt: der untere feinkörnig mit Steinsalzbändern, der obere mittelkörnig mit reichlich kleinen (2 mm Kantenlänge), grauen Steinsalzwürfeln; die Liegendgrenze sanft wellig.
- ca. 4. Fein- bis mittelkörniges Steinsalz, durch ungemein reichliche
 Einschlüsse von Anhydrit und Tonsubstanz dunkelgrau gefärbt, von dünnem, tonigen Band bedeckt; häufig unregelmäßig verteilte Schmitzen von dunkel-
 rotem Sylvine.¹⁾
- 1—4. Grobspätiges, weißes bis farbloses Steinsalz, nicht selten mit
 eingelagerten Aggregaten von rotem, grobkörnigen Sylvin, speziell an der
 Liegendgrenze.
- 110 12—15. Hellroter, grobspätiger Sylvin mit unregelmäßiger, stark wellig-
 zackiger Liegendgrenze, scharfem Abschluß im Hangenden, mit breiten, inten-
 120 siver roten Schichtbändern; spärlich Anhydritleisten und kleine, rundliche Stein-
 salzindividuen, oft lokal reichlicher Gehalt an winzigen Steinsalzeinschlüssen.
- 4—7. Hellgraues Steinsalz, zuunterst ca. 2 mm mittelkörnig mit reich-
 lichem Sylvin- und Anhydritgehalt, meist mit feinem, tonigen Band abschließend,
 darüber grobkörniges Material mit spärlicheren Einschlüssen von Sylvin und
 Anhydrit, gegen das Hangende zu von feinerem Korn, unregelmäßig wellig
 abgrenzend.
- 130 0—3. Dunkelroter, feinkörniger Sylvin, von dünner Steinsalzschnur
 durchzogen, an der Liegendgrenze von größerem Korn, oft auskeilend; Hangend-
 grenze eben, höchstens sanft gewellt.

¹⁾ Der Komplex der beiden zuletzt besprochenen Schichten ist häufigen Änderungen unterworfen; so erscheinen die oft wellig verbogenen Lagen bisweilen bis auf die Hälfte der angegebenen Mächtigkeit reduziert, manchmal wieder lokal beträchtlich anschwellend; oft tritt die 1 cm starke Steinsalzlage in der Mitte des breiten dunkelroten Sylvinschicht ganz zurück und macht einem recht gleichmäßigen, von mehreren dünnen Steinsalzbändern durchzogenen fein- bis mittelkörnigen, sehr anhydritreichen Sylvingestein Platz; die ca. 4 cm starke, tonig-anhydritische Steinsalzschiebe ist häufig stark reduziert, ja oft nur als toniges Band entwickelt. Dieses keineswegs vereinzelt dastehende Beispiel beträchtlicherer Schwankungen sei deshalb speziell angeführt, weil gerade diese kleine Schichtenfolge eine der charakteristischen im unteren Horizonte darstellt.

ca. 3. Graues, anhydritreiches Steinsalz, am Grunde fein- bis mittelkörnig, von feinem, tonigen Band überdeckt, dann grobspätige Krystallschicht mit schönen Wachstumserscheinungen, darüber wieder von feinerem Korn; die grobspätige Krystallschicht zeigt besonders gut folgendes auch anderwärts zu beobachtendes Verhalten: die zahlreichen ca. 1 cm großen Steinsalzindividuen sind mit einer Würfelfläche oder angenähert in dieser Stellung auf der Unterlage aufgewachsen, so daß im Bruch parallel zur Schichtung sämtliche Spaltflächen ungefähr gleichzeitig einspiegeln.

ca. 2. Fein- bis mittelkörniger, roter Sylvin, mit mäßigem Gehalt an Steinsalz und Anhydrit, hie und da auskeilend, wieder mit unregelmäßiger Liegend- und scharfer Hangendgrenze.

5—7. Hellgraues Steinsalz, an der Liegendgrenze feinkörnig mit reichlichen Einschlüssen, unmittelbar darauf mittelkörnig mit spärlich eingestreutem, roten Sylvin, dann in großen Individuen auskrystallisierend, gegen das Hangende zu von mittlerem Korn; schöne Wachstumserscheinungen.

140 6—8. Hellroter, grobkörniger Sylvin mit spärlichem Steinsalz- und Anhydritgehalt; am Liegendschichtband auf 1—2 cm hin intensiver rot gefärbt mit scharfem Absatz der roten Lage nach oben hin; gegen das Hangende zu intensivrot und von feinem Korn.

3—5. Anhydritreiches Steinsalz, mit einer von feiner Tonschicht bedeckten Lage beginnend, dann in größeren Individuen, gegen das Hangende zu von wechselndem Korn mit reichlichem Sylvin, der die idiomorphen Steinsalzindividuen umschließt, Hohlräume zwischen ihnen ausfüllend, mitunter selbst in größeren Krystallkörnern entwickelt, von hellroter Farbe mit dunklem Rand.

150 7—9. Hellroter, mittelkörniger Sylvin mit reichlichem Steinsalz- und mäßigem Anhydritgehalt; im oberen Teil durch mehrere (meist 3) $\frac{1}{2}$ —1 cm breite, feinkörnige Bänder von hellerer Farbe und sehr reichlicher Steinsalzführung, oft den Sylvingehalt überwiegend, von streifigem Aussehen; gegen das Hangende zu intensiver rot, ebenso an der Liegendgrenze.

160 ca. 3. Anhydritreiches Steinsalz, am Grunde feine Lage mit dünner toniger Decke, dann schmale, gröbere Lage, darüber helles, feinkörniges Material, sehr reich an Anhydrit; gegen das Hangende sanftwellig mit grauem Bande abschließend.

ca. 7. Hellroter, grobspätiger Sylvin mit unscharfer, roter, steinsalzreicher Liegendgrenze von mittlerem Korn, selbst mit spärlicher Steinsalz- und Anhydritführung und rötlichen Schichtbändern.

170 2—4. Helles, mittelkörniges Steinsalz mit feinem, tonigen Streifen im Liegenden.

8—10. Mittelkörniger, rötlicher Sylvin mit mäßigem Steinsalz- und Anhydritgehalt, mit zackiger Liegendgrenze und allmählichem Übergang zu dunkelrotem Hangenden¹⁾; durch helle, steinsalzreiche Einlagerungen und

¹⁾ Dieses Sylvinband ist häufig in zwei Teile geteilt, welche durch intensiv rote Hangendebänder gekennzeichnet sind; vom Liegenden zum Hangenden hin nimmt bei beiden Lagen die Rotfärbung allmählich zu und damit Hand in Hand gehend die Korngröße ab; an der Trennungsschicht ist Steinsalz angereichert, die Hangendpartien sind durch den Wechsel von dunkelroten Sylvinbändern und feinen, grauen Steinsalzlagen streifig; der Anhydritgehalt ist meist beträchtlich.

dunklere Sylvinbänder von streifigem Aussehen mit einem Abschluß durch feinkörnigen, intensiv roten Sylvin.

ca. 5. Anhydrithältiges, mittel- bis grobkörniges Steinsalz über dünner Schichte feinkörnigen, grauen, tonigen Steinsalzes; Einsprengungen von Sylvin, oft von größerem Korn, hellviolett bis farblos, mit rötlichen Randzonen, beiläufig gleiches Niveau einhaltend.

ca. 8. Grobspätiger, hellroter Sylvin mit spärlichem Steinsalz- und Anhydritgehalt, ca. 3 cm stark, mit etwa $\frac{1}{2}$ cm dickem Hangendschichtband von feinkörnigerem, dunkleren Material, dessen Individuen oft in der Schichtfläche lang gestreckt erscheinen; darauf, scharf absetzend, 1—2 cm fein-mittelkörniges, weißes Steinsalz mit geringer Führung von Anhydrit und Sylvin, durch starke Zunahme des letzteren in ca. 3—4 cm starken, mittel-grobspätigen hellroten Sylvin übergehend, der gegen das Hangende zu feinkörniger und intensiver rot wird und vereinzelt dünne, graue Steinsalzlagen enthält.

ca. 3. Graues, anhydritreiches Steinsalz, die untere Hälfte fein- bis mittelkörnig, von feiner Tonschichte überdeckt, die obere mittel- bis grobspätig mit unregelmäßiger Hangendgrenze.

ca. 3. Roter Sylvin, am Grunde stellenweise mit größeren, hellen Steinsalzkrystallen und von größerem Korn, gegen das Hangende feinkörnig und intensivrot werdend; Sylvinindividuen oft nach der Schichtfläche gestreckt.

ca. 1. Gelbliches, bräunliches, anhydrit-, dolomit- und tonreiches feinkörniges Steinsalz, in der oberen Hälfte oft als Fasersalz entwickelt, mit den Fasern senkrecht zur Schichtfläche. Die unmittelbare Grenze gegen den Ton ist eine Dolomitkrystallkruste mit den Krystallenden gegen das Liegendsteinsalz gerichtet.

Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont.

Die Serie der Salzsichten des unteren Horizontes ist von einem 15—20 cm starken Tonband überlagert, dessen Material feingeschichtet und von schwarzbrauner Färbung ist; an der Luft zieht es stark Feuchtigkeit an und zerbröckelt. Sehr häufig ist in der unteren Partie dieses Tones, ca. 4 cm von der Salzgrenze ein bis 5 cm starkes Band von mittelkörnigem, weiß bis hellgrau gefärbten Steinsalz entwickelt, das oft reichlich dunkelroten Sylvin von mittlerem Korn führt, besonders in seinen oberen Partien; das Steinsalz zeigt schöne Wachstumserscheinungen und einen beträchtlichen Gehalt an Anhydrit und spärliche Dolomitführung; an den Schichtbändern gegen Ton sind zusammenhängende Dolomitkrystallkrusten entwickelt. Im Hangenden ist eine etwa $\frac{1}{2}$ cm dicke Lage von grobspätigem, wasserklarem Steinsalz auskrystallisiert, das gegen den Ton häufig Andeutungen krystallographischer Umgrenzung zeigt, die an die Oberflächenerscheinungen des Tonwürfelsalzes (pag. 385) erinnern.

Das Material des Tones ist durch sehr gleichförmiges Aussehen ausgezeichnet und enthält ungemein viel Tonwürfelsalz und Spaltensalz; letzteres enthält oft reichlich Sylvin und zeigt häufig schöne Auffaltungserscheinungen.

Mittlerer Horizont (B.).

ca. 2. Graubrauner, feinkörniger, plattiger, dolomitischer Anhydrit, ohne scharfe Grenze gegen das hangende Steinsalz, durch allmählich steigenden Steinsalzgehalt in dasselbe übergehend; in den oberen Partien: körniges Steinsalz mit dicken Anhydritkrusten, die aus einem Gewirre kleiner Anhydritkryställchen bestehen, in denen wasserklare bis gelbliche Dolomitrhomboederchen (— 2 R) eingestreut erscheinen.

7—9. Grobspätiges, gelblichbraunes Steinsalz mit reichlich Anhydrit; schöne Wachstumserscheinungen; im mittleren Teil der Schicht Einlagerungen von rotem Sylvin.

5—7. Steinsalz, ganz analog dem vorigen; von diesem durch ein dünnes Band getrennt, in dem Anhydrit, Tonsubstanz und Dolomit stark angereichert erscheint.

2—5. Steinsalz, analog dem vorigen, ebenso die Liegendgrenzschicht; unregelmäßig-zackige Hangendgrenze.

1—4. Feinkörniger, dunkelroter Sylvin, die unregelmäßige Liegendgrenze nivellierend, nach oben hin scharf abschneidend; spärlicher Gehalt an Anhydritleisten und Steinsalzkörnern; in der Hangendpartie öfters schnurförmige Anordnung der Steinsalzkörner.

7—9. Hellgraues Steinsalz, ganz am Grunde feinkörnig, dann bis ca. 3 cm vom Liegenden grobspätig, endlich ohne scharfe Grenze in mittelkörniges Material übergehend; reichlicher Anhydritgehalt, oft lagenartig angereichert, und Beimengungen von rotem Sylvin; unregelmäßige Hangendgrenze.

2—4. Feinkörniger, intensivroter Sylvin, gegen das Liegende zackig, gegen das Hangende annähernd horizontal abschließend; die Sylvinkörner oft nur randlich intensiv gefärbt, im Innern hellviolett; spärlicher Gehalt an Anhydrit und Steinsalzkörnern, letztere gegen das Hangende zunehmend.

4—5. Graues Steinsalz, zuunterst 1—2 cm feinkörnig, anhydritreich, von feiner Lage filzig verwobener Anhydritkrystalle bedeckt, darauf grobspätig mit reichlich oft zu Krusten vereinigten Anhydritkryställchen, welche die Steinsalzwürfel oft rindig umschließen; nicht selten Einlagerungen von hellrosa bis dunkelrotem Sylvin; unregelmäßige Hangendgrenze.

2—3. Feinkörniger, roter Sylvin, analog dem vorigen, Gehalt an Anhydrit und Steinsalz nach oben hin beträchtlich zunehmend, im Hangenden ein dünner, grauer Streifen von anhydritreichem Steinsalz eingelagert.

3—4. Graues Steinsalz, am Grunde ca. $\frac{1}{2}$ cm feinkörnig, dann mittel-grobspätig mit reichlichen, oft zu zusammenhängenden, dünnen Krusten

vereinigten Anhydritleisten und spärlicher Dolomitführung; in der Mitte des ganzen Bandes eine oft auskeilende Schnur von rotem Sylvin, in deren Bereich Anhydrit besonders angereichert erscheint; unregelmäßige Hangendgrenze.

260

ca. 2. Roter, feinkörniger Sylvin, in den unteren Partien, besonders als Ausfüllungsmaterial größerer Unebenheiten von größerem Korn; gegen das Hangende zu stark zunehmender Gehalt an kleinen Steinsalzwürfeln (bis 2 mm Kantenlänge) mit reichlichen Einschlüssen von nadelförmigen Anhydritkrystallen; der rote Sylvin, mitunter stark zurücktretend, erfüllt Hohlräume und Zwickel zwischen diesen Steinsalzwürfeln, die Anhydritkrystalle, oft an der Grenze zwischen Steinsalz und Sylvin angereichert, wachsen von da aus in die Steinsalzwürfel hinein.

ca. 2. Feinkörniger, roter Sylvin, durch ein schmales Band perlschnurartig aneinandergereihter größerer und kleinerer Steinsalzwürfel, die oft von anhydritreichen Krusten umhüllt erscheinen, von der vorigen Lage getrennt. Geringer, gegen das Hangende steigender Anhydrit- und Steinsalzgehalt. Abschließend durch eine dünne, zusammenhängende SteinsalzkrySTALLkruste, bedeckt von einem bis $\frac{1}{2}$ cm starken, feingeschichteten, schwarzbraunen Ton.

ca. 3. Feinkörniger, roter Sylvin, an der Liegendgrenze mit reichlich Dolomit und Anhydrit; an den Schichtbändern intensiver gefärbt und von feinerem Korn, in der mittleren Partie heller und feinkörniger; die Sylvinindividuen meist nach der Schichtfläche langgestreckt; Anhydrit und Steinsalz spärlich, gegen das Hangende hin zunehmend; feine Deckschicht von tonigem Material.

3—4. Steinsalz, am Grunde grobspätig, hellgrau, mit spärlich kleinen Sylvinkörnern und mäßigem Anhydritgehalt, in der oberen Hälfte feinnittelkörnig, reinweiß; sanft gewellte Hangendgrenze.

270

2—3. Feinkörniger, roter Sylvin, sehr ähnlich dem zuletzt besprochenen; in den oberen Partien von schmalen Steinsalzschnüren durchzogen; Anhydritkryställchen allenthalben spärlich vorhanden, in den Steinsalzschnüren stark angereichert.

ca. 1. Graues, feinnittelkörniges Steinsalz mit reichlichem Gehalt an spießigen Anhydritkrystallen und Dolomitrhomboederchen, von 2—3 mm starker, kleinwellig gekrümmter Tonlage bedeckt, die nach oben hin eine Kruste kleiner wasserheller Dolomitkrystalle trägt.

2—3. Mittelkörniges, gelblichgraues Steinsalz, reich an Anhydrit (spärlich Dolomit und Ton), darüber mit unregelmäßig gezackter Liegendgrenze, ca. 1 cm stark, ein Gemenge von rotem, mittelkörnigen Sylvin und runden, anhydritreichen Steinsalzkörnern, oft auskeilend, oder durch partienweise Einlagerungen von Sylvin angedeutet; von einem ca. $\frac{1}{2}$ cm starken, einschlußreichen Steinsalzband mit darauffolgender feiner Tonschicht überdeckt.

4—5. Hellgraues Steinsalz mit reichlich Anhydrit, spärlich Dolomit; an den Schichtbändern mittel-grobkörnig, in der Mitte feinnittelkörnig; schöne Wachstumserscheinungen.

280

3—4. Feinnittelkörniger, roter Sylvin mit mäßigem Gehalt an Anhydritleisten und Steinsalzwürfelchen, der in der Liegendpartie, die überdies

von einem Steinsalzstreifen durchzogen erscheint, reichlicher wird; Sylvinleisten in der Schichtfläche langgezogen.

2—4. Zwei etwa gleichstarke Lagen von Steinsalz, durch feines, tonig-anhydritisches Band getrennt, die untere am Grunde fein-, dann mittelkörnig, durch zahlreiche Einschlüsse (Anhydrit, Ton) grau gefärbt, die obere heller, grobkörnig, mit geringerem Gehalt an Verunreinigungen, mit unregelmäßiger, durch die Oberflächen der auskrystallisierten Steinsalzkristalle gegebener Hangendgrenze.

290 6—8. Grobspätiger, hellroter Sylvin mit intensiver gefärbten Schichtbändern, spärlichem Gehalt an Anhydrit und sprenweisem Auftreten von Carnallit; Steinsalz in größeren, rundlichen Körnern und als winzige Einschlüsse in Sylvin, oft von Stäbchenform; in der Hangendpartie ein ca. 3 mm starkes, helles Band von feinkörnigem, sylvinhaltigen Steinsalz eingeschaltet, darüber intensivroter, feinkörniger Sylvin mit reichlich Anhydrit und kleinen Steinsalzwürfeln.

300 3—6. Hellgraues Steinsalz, an der Liegendgrenze ca. 1 cm feinkörnig, sehr anhydritreich (mit etwas Ton und Dolomit), darüber grobkörnig mit zurücktretenden Verunreinigungen und Einlagerungen von rotem Sylvin; unregelmäßig zackige Hangendgrenze.

1—4. Grobspätiger, hellroter Sylvin mit intensiv rot gefärbtem Hangenschichtband; geringer Steinsalz- und Anhydritgehalt.

3—5. Mittel-grobspätiges, hellgraues Steinsalz mit reichlichen Einschlüssen von Anhydrit (wenig Ton und Dolomit), die gegen das Hangende abnehmen, wogegen hell- bis dunkelrote Sylvinkörner reichlich hinzutreten; unregelmäßige Liegendgrenze.

310 4—6. Mittel-grobspätiger, hellroter bis farbloser Sylvin, an den Schichtbändern auf je 1—2 cm etwas intensiver gefärbt; im Liegenden reichlich Anhydrit, der nach oben hin abnimmt; Steinsalz, oft in winzigen Körnern allenthalben vorhanden.

ca. 1. Zuckerkörniges, reinweißes Steinsalz mit spärlichem Gehalt an Anhydrit und Einschlüssen kleiner, runder Sylvinkörner.

ca. 1. Feinkörniger, intensiv roter Sylvin mit reichlichem Gehalt an Steinsalz und Anhydrit; wie bei der vorigen Steinsalzschieht regelmäßige scharf absetzende, sanftwellige Hangend- und Liegendgrenzen.

2—5. Graues Steinsalz, sehr reich an Einschlüssen von Anhydrit (auch Ton und Dolomit), zu unterst ca. 1 cm feinkörnig, von feinem, tonigen Band bedeckt, darüber grobspätig mit kleinen Sylvinschmitzen; unregelmäßig zackige Hangendgrenze.

320 2—5. Fein-mittelkörniger, roter Sylvin, an der Liegendgrenze oft von größerem Korn; ca. 2 cm von der Hangendgrenze Einschaltung eines schmalen, steinsalz- und anhydritreichen, graulichen Bandes, darüber etwas hellerer Sylvin von mittlerem Korn mit reichlich Anhydrit und wie angefressen aussehenden Steinsalzwürfeln, nach oben hin schwach zackig absetzend; Parallelverwachsungen von Sylvin und Steinsalz; diese oberste Schichte mitunter durch ein fein-mittelkörniges, anhydrit- und sylviumreiches Steinsalz ersetzt

ca. 2. Grobspätiges, hellgraues Steinsalz, unmittelbar an der Liegendengrenze von feinerem Korn, mit schönen Wachstumserscheinungen; Einschlüsse von Anhydrit stark zurücktretend, dagegen bisweilen Einlagerungen von Sylvin; unregelmäßige, schwach gezackte Hangendgrenze.

ca. 5. Mittel-grobspätiger, hellrosa bis farbloser Sylvin mit intensiv gefärbten Schichtbändern; Anhydrit ganz zurücktretend, Steinsalz spärlich in kleinen Körnchen; an der Hangendgrenze mitunter feine Lage von weißem, zuckerkörnigen Steinsalz eingeschaltet.

330 2—3. Feinkörniger, dunkelroter Sylvin mit geringem Gehalt an Steinsalz, Dolomit und Anhydrit; am Grunde der Schicht feines Tonband und in den Sylvin hineinwachsend größere Steinsalzkrystalle (bis über 1 cm Kantlänge), allseitig entwickelt, einzeln oder zu zusammenhängenden Gruppen vereinigt, seltener auch in den oberen Partien der Schichte, oft mit feiner, tonig-anhydritischer Rinde und schönen Wachstumserscheinungen; die Sylvinkörner oft in der Ablagerungsfläche langgestreckt, die großen Steinsalzkrystalle gleichsam umfließend und die Hohlräume zwischen ihnen ausfüllend.

ca. 6. Am Grunde über feinem Tonband eine Lage von Steinsalz in größeren Krystallen, in deren Zwickel der Liegendensylvin mitunter eingreift, mit reichlichem Gehalt an Anhydrit (Dolomit und Ton) und schönen Wachstumserscheinungen; darüber mittelkörniges Steinsalz; darauf ein mittelkörniges Krystallaggregat von Steinsalzwürfeln (mit reichlich Anhydrit) und dunklem, spätigen Sylvin, letzterer nach oben hin stark zunehmend und die rundlichen Steinsalzwürfeln verkittend; stellenweise auch Einlagerungen von hellgefärbtem Sylvin in größeren Individuen; in der obersten Zone ein 1 bis 2 cm starkes Band von feinkörnigem, dunkelrotem Sylvin, durchzogen von feinen, grauen, anhydritreichen Steinsalzschnüren.

Unmittelbar vor der Hangendgrenze dünne, sehr anhydrit- und dolomitreiche Steinsalzschiefer, oft mit Andeutung einer Faserstruktur; gegen den Hangenton mit einer Kruste von Dolomitkrystallen absetzend.

340 ca. 2. Schwarzbrauner, sehr fein geschichteter Ton mit Spaltensalz und Tonwürfelsalz in kleinen Exemplaren.

ca. 12. Steinsalz, gelblich bis bräunlich, ungemein reich an Einschlüssen von Ton, Anhydrit und Dolomit, durchwegs mit schönen Wachstumserscheinungen, zuunterst schmale Schicht ($\frac{1}{2}$ —1 cm) von mittelkörnigem, gelblichen Steinsalz, welches gerüstartige Anhäufungen von Dolomitkrystallen und Anhydritleisten umhüllt, die Zwickel zwischen den Steinsalzwürfeln von Ton ausgefüllt; darüber ca. 5 cm grobkristallines Steinsalz, oft mit wasserhellen Randpartien und sehr reichlichen Einschlüssen; nach oben hin in größeren Würfeln oder Krystallgruppen auskrystallisiert; häufige Einlagerungen von rotem, grobspätigen Sylvin, bisweilen in einzelnen Körnern, manchmal auch in größeren Nestern, besonders im Hangenden angereichert; die durch die Gruppen größerer Steinsalzkrystalle unregelmäßig zackige Oberfläche ist bedeckt von einer $\frac{1}{2}$ —1 cm dicken Lage von feingeschichtetem, schwarzbraunem Ton von stark welligem Verlauf, an beiden Seiten zusammenhängende Krusten von Dolomitkryställchen tragend. Darüber 1—3 cm fein-mittelkörniges

bräunliches Steinsalz, die Unebenheiten der vorigen Lagen ausgleichend und nach oben hin mit einem feinen Tonband mit starken Anreicherungen an Anhydrit und Dolomit horizontal abschließend; über diesem ca. 5 cm mittelgrobspätiges Steinsalz mit reichlichen Einschlüssen (Ton, Anhydrit, Dolomit) und stellenweise beträchtlichem Sylvingehalt analog der Steinsalzschiefer unter dem welligen Tonband; die Beschaffenheit der Hangendzone wechselt an verschiedenen oft auch nahe beieinander liegenden Stellen relativ stark: oft ca. 1 cm starke Lage von Anhydrit mit beträchtlichem Gehalt an Dolomit, Steinsalz und Sylvin, oft auch große Steinsalz- und Sylvinindividuen von mehreren Zentimetern Kantenlänge, letztere gewöhnlich unter ersteren liegend, in der Schichtfläche breit gedrückt; der Sylvin zeigt statt der gewöhnlichen mehr grell zinnoberroten Färbung einen stumpfen, rotbraunen Farbenton und so massenhafte Einschlüsse von winzigen Anhydritleisten und auch Dolomitrhomboedern, daß die Einschlüsse an Menge den Wirt oft beträchtlich überwiegen; ähnlich das Steinsalz, nur sind hier die oft zu Büscheln vereinigten Anhydritleisten und die reichlicher auftretenden Dolomitkrystalle in größeren Individuen ausgebildet als im Sylvin; an der Hangendgrenze feine Dolomitkruste, auf dem Hangendton aufsitzend.

ca. 4. Feingschichteter, braunschwarzer Ton mit reichlichem Spalten- und kleinen Tonwürfelsalzexemplaren, an der Hangendgrenze mit einer Dolomitkruste abschließend.

ca. 2. Die untere Hälfte mittelkörniges, gelbbraunes Steinsalz mit sehr reichlich Dolomit und Anhydrit; im oberen Teil, gegen den unteren unregelmäßig zackig absetzend, feinkörniger, intensiv roter Sylvin, fast einschlußfrei, im Liegendkontakt mit Steinsalz von gröberem Korn.

3—5. Über ca. $\frac{1}{2}$ cm starkem, braunen, feinkörnigen Anhydrit mit spärlichem Dolomitgehalt und kleinen, eingesprengten Steinsalzkrystallen folgt weißliches, mittelkörniges Steinsalz mit schönen Wachstumserscheinungen und ziemlich gleichmäßig verteiltem Gehalt an mittelkörnigem, roten Sylvin und hauptsächlich im Steinsalz, reichlich Anhydrit; unregelmäßig zackige Hangendgrenze.

2—4. Sehr feinkörniger, intensivroter Sylvin, mit reichlich Steinsalzkörnern und Anhydritleisten, letztere gegen das Hangende hin zunehmend; Steinsalz in 2—3 durchgehenden, feinen Schnüren und zahlreichen dünnen, oft unterbrochenen Lagen parallel der Ablagerungsfläche eingeschaltet, dadurch streifiges Aussehen dieser Schichte.

4—8. Zuerst ca. $\frac{1}{2}$ cm feinkörniges, anhydritisches Steinsalz, grau gefärbt, darüber oft eine dünne Lage kleiner Steinsalzwürfel, verkittet von rotem Sylvin, mit beträchtlichem Anhydritgehalt; die Hauptmasse grobspätiges, bräunliches Steinsalz mit viel Anhydrit und, hauptsächlich in den unteren Partien, Beimengungen von Sylvin in den Zwickeln zwischen den großen Steinsalzkrystallen, intensiv rot, oder auch in größeren Individuen hellviolett mit roten Randzonen, mitunter Parallelverwachsungen von Steinsalz und Sylvin; unregelmäßig zackige Hangendgrenze mit starker Anreicherung an Anhydrit, mitunter auch lokal mit rotem, feinkörnigen Sylvin; von feiner, tonig-anhydritischer Lage bedeckt.

2—6. Zuunterst mittel-grobkörniges Steinsalz, meist kaum 1 *cm* mächtig, mitunter lokal stark anschwellend und die ganze Schicht erfüllend; darüber feinkörniger, intensivroter Sylvin mit spärlich Anhydrit und Steinsalzkörnern, im Liegenden auf ca. 1 *cm* mittelkörnig, heller gefärbt, mit leistenförmigen Sylvinindividuen, die der Schichtfläche parallel angeordnet erscheinen; Hangengrenze schwach zahnig mit starker Anreicherung an Anhydrit.

ca. 7. Zuunterst wenige *mm* starke Lage kleiner, von Anhydrit- und Tonsubstanz verkitteter und überdeckter Steinsalzkörner, die geringen Unebenheiten der vorigen Lage ausgleichend; dann weißliches, mittelkörniges Steinsalz (2—4 *cm*) mit reichlichem Gehalt an rotem Sylvin, geringer Anhydritführung und schönen Wachstumserscheinungen, unregelmäßig zackig gegen mittelspätigen, hellroten Sylvin absetzend; in der Liegendpartie dieses Sylvins, der spärlich Anhydrit und Steinsalz in zahllosen, winzigen, oft stäbchenförmigen Einschlüssen enthält, ein ca. 1 *mm* dünnes Band von lichtem Steinsalz eingeschaltet, überdies dadurch noch besser hervortretend, daß der Sylvin an den Grenzen gegen dieses Steinsalz feinkörnig und intensivrot gefärbt erscheint; unvermittelt stößt dieser Sylvin an ein ca. 1 *cm* starkes Band von zuckerkörnigem, schwach anhydrithaltigen Steinsalz, gegen das der Hangendton mit einer zusammenhängenden Dolomitrystallkruste abgrenzt.

ca. 1. Feingeschichtetes, graues Tonband, heller und etwas spröder als bei den übrigen Tonlagen.

ca. 4. Zuunterst 2—3 *mm* anhydritreiches, helles, feinkörniges Steinsalz, auf Dolomitrystallbedeckung des Tones aufsitzend, darüber eine Reihe von roten, feinkörnigen Sylvinbändern mit feinkörnigen, bräunlichen Steinsalzlagen alternierend; am Grunde ca. 1 *cm* starkes Sylvinband, im Hangenden ca. 1 *cm* dicke Steinsalzschiechte, die in ihrer Mitte feine, oft auskeilende Lagen von Sylvin enthält; zwischen diesen beiden Grenzschichten etwa 12 feine Lagen, abwechselnd Steinsalz und Sylvin: die Steinsalzlagen, oft nur perl-schnurartig aneinandergereihte, rundliche Würfelchen, stets mit reichlichem Gehalt an leistenförmigen Anhydritkryställchen, die Sylvine arm an Anhydrit und oft in der Schichtfläche langgestreckt; die ganze Serie von feinem, tonigen Band überdeckt.

ca. 5. Mittel-grobspätiges, gelblichgraues Steinsalz mit reichlichem Gehalt an Anhydrit, etwas Dolomit und spärlich rotem Sylvin; im Hangenden auf ca. 1 *cm* tonige Säume um die Steinsalzkristalle und Anreicherung an Anhydrit; wellige Hangendoberfläche.

ca. 8. Zuunterst 0—2 *cm* mittelkörniges Steinsalz mit viel Anhydrit, etwas Dolomit und unregelmäßiger, gezackter Hangendoberfläche; darauf 1—3 *cm* feinkörniger, intensivroter Sylvin, die Unebenheiten des Liegendsteinsalzes nivellierend, mit spärlichen Einschlüssen von Anhydrit und Steinsalz, durch feine, streifige Steinsalzbänder im Hangenden in eine ca. 1 *cm* starke hellbraune, reichlich Anhydrit, Sylvin, nebst kleinen Dolomitrhomboëdern enthaltende Steinsalzlage übergehend, die von einem sehr feinen, tonigen Band zugedeckt wird; darauf mit schmaler Zone von anhydrit- und dolomitreichen Steinsalzwürfelchen, die von roter Sylvinsubstanz und Ton verkittet ist, be-

400 ginnend, ca. 4 cm fein- bis mittelkörniger, roter Sylvin mit feinkörnigen, intensiver gefärbten Schichtbändern und geringem Anhydrit- und Steinsalzgehalt, abschließend mit einer dünnen, von toniger Substanz umhüllten Kruste von Steinsalzwürfeln.

1—2. Mittelkörniges, weißes Steinsalz mit mäßiger Anhydrit- und Dolomitführung, Hangendoberfläche unregelmäßig zackig, im Bereich derselben Einsprengungen roter Sylvinkörner.

4—5. Sylvinband, nach Färbung und Korngröße in 2 etwa gleichstarke Teile geteilt, der untere an den Schichtbändern intensiver rot und feinkörnig, in der Mitte von mittlerem Korn, mit geringem Gehalt an Anhydritleisten und Steinsalzkörnern, der obere hellrot, mittelspätig, mit wenig Anhydrit, aber reichlich Steinsalz in rundlichen Körnern und winzigen Einschlüssen; an der Grenze der beider Sylvinlagen Steinsalz in kleinen, rundlichen Körnern angereichert.

410 2—3. Unvermittelt und scharf absetzend zuckerkörniges Steinsalz (etwa die Hälfte der Schicht) mit spärlich Anhydrit und Dolomit, darauf mit sanftwelliger Liegendfläche, aber scharf absetzend, sehr feinkörniges, braunes Steinsalz mit viel Anhydrit, Dolomit und Tonsubstanz, nach oben hin an Korngröße stark zunehmend und von einer tonig-anhydritischen, bis $\frac{1}{2}$ cm dicken Lage bedeckt, welche letztere oft von größeren Steinsalzwürfeln (über 1 cm Kantenlänge) unterbrochen erscheint.

ca. 1. Mittelkörniges, hellgraues Steinsalz mit mäßigem Gehalt an Anhydrit, Dolomit und Ton; unregelmäßig zackige Hangendgrenze.

2—3. Feinkörniger, dunkelroter Sylvin mit spärlich Anhydrit und Steinsalz, Sylvinindividuen in der Schichtfläche leistenartig gestreckt; im Hangenden feine Steinsalzbänder eingeschaltet, darüber 2—3 mm dicke, braune Lage von Steinsalz, Dolomit und Anhydrit, auf der vereinzelt mittelgroße Steinsalzkörner mit rundlichen Oberflächenformen und Dolomitriden aufsitzen.

Ton zwischen mittlerem und oberem Horizont.

Die Mächtigkeit dieser Grenzschichte beträgt 25—30 cm; im Gegensatz zu den übrigen analogen Tonlagen zeigen sich hier vielfach Differenzierungen, sowohl in vertikaler, als auch in horizontaler Richtung. So lassen sich, besonders im nördlichen Teil des Lagers, oft vier ziemlich scharf getrennte übereinanderliegende Lagen unterscheiden; eine besonders charakteristische Stelle im nördlichen Lager, der auch die Analysenproben entnommen wurden, zeigte folgende Bankung (vom Liegenden zum Hangenden):

8 cm weicher, feingeschichteter, brauner Ton, leicht zerbröckelnd.

6 cm harter, sehr karbonatreicher, schwärzlicher Ton, muschelartig brechend, eine Schichtung kaum angedeutet.

7 cm mittelharter, schwarzbrauner Ton mit undeutlicher Schichtung, in die nächste Lage übergehend.

8 cm weicher, feingeschichteter, dunkelbrauner Ton, leicht zerbröckelnd.

3 cm gebankter, mit dünnen Tonschichten wechsellagernder Dolomitanhydrit.

Oft lassen sich nur die hangenden und liegenden Lagen als feingeschichtet und weicher von den härteren, wenig geschichteten Mittelpartien unterscheiden; im südlichen Lager sind auch diese Unterschiede oft ganz verwischt und die gesamte Lage feingebankt entwickelt.

Tonwürfelsalz tritt nur spärlich in mittelgroßen Exemplaren auf, oft auf weitere Strecken hin fehlend; Spaltensalz ist häufig, sowohl als Fasersalz (oft mit Salbändern von Faseranhydrit), als auch in breiten Auffaltungen.

In der Liegendpartie ist bisweilen eine Steinsalzlage parallel der Schichtung eingeschaltet, doch viel schwächer und öfter auskeilend als die analoge Bildung im Ton zwischen dem unteren und mittleren Horizont.

Oberer Horizont (C).

440 4—6. Bräunliches Steinsalz; über der flachwelligen, mit klaren Dolomitkryställchen besetzten Oberfläche des Liegendanhydrites ca. 1 cm mittelkörniges Steinsalz von dünner, zusammenhängender Kruste kleiner Anhydritkryställchen zugedeckt; darüber grobspätiges Steinsalz, oft in Individuen von mehreren Zentimetern Kantenlänge sehr reich an Anhydrit; mit beträchtlichem, nach dem Hangenden hin steigenden Dolomitgehalt; die großen Krystalle oft aus mehreren, hypoparallel verwachsenen Einzelindividuen zusammengesetzt und gegen das Hangende mit einer Dolomitkruste abschließend; schöne Wachstumserscheinungen, wobei der Schichtenbau nach den Würfelflächen dadurch noch schärfer markiert erscheint, daß dünne, zusammenhängende Anhydritkrusten, gegen das Hangende zu auch Dolomitkrystallagen, den Würfelflächen parallel eingeschaltet sind; infolge der großen, nach oben hin frei auskristallisierten Steinsalzkrystalle stark unregelmäßig zackige Oberfläche.

1—3. Schwarzbranner, feingeschichteter Ton, die Unebenheiten des Liegendsteinsalzes teilweise ausgleichend, daher die Oberfläche mit rundlichen Höckern und Buckeln bedeckt erscheint; feine Klüfte, mit Steinsalz, Sylvin und Dolomit erfüllt.

450 4—6. Bräunliches bis weißes Steinsalz, mittelkörnig, reich an Anhydrit und Dolomit; schöne Wachstumserscheinungen; in der obersten Schicht große Krystalle, nach oben hin in Würfeln auskristallisiert; der unteren Steinsalzlage sehr ähnlich.

1—3. Feingeschichteter, brauner Ton, mit feinen Salzschnüren, ähnlich dem vorigen; oft größere, rundliche Steinsalzaggregate allseitig umschließend;

diese zeigen nach oben hin häufig Andeutungen krystallographischer Begrenzung, nach unten hin meist unregelmäßige, kleinnierige Oberfläche; sie sind reich an Einschlüssen von Tonsubstanz, Anhydrit und Dolomit und stellen entweder große Einzelindividuen dar, oder Aggregate mittelgroßer, oft hypoparallel verwachsener Steinsalzkörner; der Ton umfließt gleichsam die Krystalloberflächen der Steinsalzschiecht und diese Einlagerungen und zeigt dementsprechend wieder eine höckerige Hangendoberfläche; an der Grenze Ton-Steinsalz stets Dolomitkrystallkrusten.

ca. 7. Mittelkörniges, bräunliches Steinsalz, durch Anhydrit, Dolomit und tonige Substanz stark verunreinigt, im obersten Teile frei auskry-
 460 stallisierend, ca. 3 cm vom Hangenden von einem zusammenhängenden, feinen Tonband durchzogen; über der unregelmäßigen Steinsalzoberfläche 1—2 cm intensivroter, feinkörniger Sylvin, die Unebenheiten nivellierend, von ca. $\frac{1}{2}$ cm fein-mittelkörnigem, bräunlichen Steinsalz mit zahlreichen Einschlüssen überdeckt; gewelltes, toniges Band als Hangendgrenze der ganzen Schichte.

ca. 3. Etwa 1 cm feinkörniges, hellgraues Steinsalz mit mäßigem Gehalt an Anhydrit und Dolomit; darauf 1—2 cm dunkelroter, feinkörniger, Sylvio mit wenig Anhydrit, überschichtet von ca. $\frac{1}{2}$ cm einschlußreichem fein-mittelkörnigem, mit Ton überdeckten Steinsalz.

ca. 4. Mittelkörniges, hellgraues Steinsalz mit reichlicher, ziemlich gleichmäßig verteilter Sylvinführung (sowohl mittelkörniger, heller, als auch feinkörniger, roter Sylvio), viel Anhydrit und spurenweisem Auftreten von Carnallit; im Hangenden auf 1—2 cm dunkelroter, feinkörniger Sylvio, oft von winzigen Steinsalzeinschlüssen erfüllt, mit unregelmäßig zackiger Grenze in das Liegendsteinsalz eingreifend.

ca. 1. Zuckerkörniges, anhydrithältiges Steinsalz, mitunter durch tonige Beimengungen von grauen Farbentönen.

ca. 1. Feinkörniger, dunkelroter Sylvio mit ungemein reichlichem Anhydritgehalt, fast steinsalzfrei; Hangendgrenze im Gegensatz zum Liegenden unregelmäßig wellig.

470 3—5. Sylvinlage mit Tonschichtbändern und eigentümlichen, knotigen, wulstigen Oberflächen; große Sylvinkristalle, hellviolett, mit 1—2 mm breiten, intensivroten Randzonen und winzigen, oft stäbchenförmigen Steinsalzeinschlüssen, durch ton-, anhydrit- und dolomitreiches, feinkörniges, bräunliches Steinsalz, das auch an den Schichtbändern angereichert ist, verkittet; oft auch Einlagerungen von feinkörnigem, dunkelrotem Sylvio und Einschlüsse von Carnallit.

ca. 5. Über dem Tonband, das die vorerwähnte Lage abschließt, oft auskeilende Partien von feinkörnigem, gelblichen Steinsalz mit reichlichem Anhydritgehalt und vereinzelt größere Linsen von grobspätigem Sylvio, darauf mittelkörniger Carnallit von hellroter Farbe, mit geringem Gehalt an Steinsalzkörnern und Anhydritleisten; mitunter Andeutung einer Schichtung
 480 durch schwache Intensitätsunterschiede der rötlichen Färbung.

ca. 3. Ziemlich unvermittelt und scharf absetzend weißes bis hellrotes, feinkörniges Carnallitgestein mit reichlichem Gehalt an Steinsalz von

gleichem Korn und Anhydrit; die Körner von Carnallit und Steinsalz oft länglich gestreckt, mit Anordnung der Längsaxe parallel der Schichtung.

8—10. Intensivroter, grobkörniger Carnallit, unvermittelt absetzend; die großen (bis über 2 cm), dunklen Carnallitkörner von rundlichen Umrißformen durch feinkörnige, helle Aggregate des gleichen Mineralen verkittet; Steinsalzkörner und Anhydrit häufig, letzterer oft zu strahligen Büscheln vereinigt, mit etwas Tonsubstanz, besonders in dem als Verkittungsmaterial der großen Körner auftretenden Carnallit angereichert; die großen, runden Körner einschlußarm, nur mit zahlreichen, kleinen, sechsseitigen Hämatitfästelchen.

ca. 60. Dünnes, toniges Band und Anreicherung von mittelkörnigem Steinsalz, reich an Anhydrit, Tonsubstanz, vereinzelt auch größere, helle Sylvindividuen mit roten Randzonen; mächtige Lage von hellrotem, mittelkörnigem Carnallit, nach oben hin immer heller werdend, oft durch schichtenweises Auftreten intensiverer Farbtöne Andeutung einer Bänderung, sehr spärlicher Steinsalz- und Anhydritgehalt; vereinzelt eingestreut oft große (über 2 cm), rundliche Brocken von dunkelrotem Carnallit, seltener auch Sylvin; gegen das Hangende zu eine gelbliche bis rötliche Färbung annehmend; am unmittelbaren Hangendschichtband intensiv rot, mit Anreicherung an Steinsalzkörnern.

ca. 7. Sehr grobspätiger, weißer Sylvin (ca. 3 cm), teilweise verkittet und überlagert von sehr feinkörnigem, gelblichen Steinsalz, dann größere Sylvindividuen, hell mit roten Rändern, verkittet durch viel Tonsubstanz und Steinsalz, darüber der Hangendton.

Das Profil des oberen Horizontes ist nirgends auf weitere Strecken hin abgeschlossen; ich konnte es bei meinem Aufenthalte im Sommer 1911 nur an einem unvollkommenen Aufschluß oberhalb der Türe eines Pulvermagazines beobachten und, ausgezeichnet aufgeschlossen, bei einem Durchstoß zum oberen Lager, beides unweit des Schachtes; an der letzterwähnten Stelle wurde das Detailprofil aufgenommen und das Untersuchungsmaterial gesammelt; bei meiner Anwesenheit im Juli 1912 war in unmittelbarer Nähe des Schachtes ein Hochbruch und eine Schachtanlage zum oberen Lager hin durchgeschlagen, an der man das Profil vom mittleren Horizont des unteren Lagers bis zum oberen Lager gut verfolgen konnte. Obwohl die Entfernung von der im Vorjahre untersuchten Stelle (die ich nicht mehr vorfinden konnte) nur wenige Meter betrug, zeigten sich doch in der Zusammensetzung der carnallitführenden Zone wesentliche Abweichungen. Das Profil daselbst sei kurz beschrieben:

Bis ca. 470 völlige Übereinstimmung, dann 11—16 cm: am Grunde grobspätiges Steinsalz mit Sylvinaugen, darauf hellroter, mittel- bis grobspätiger Sylvin, von dunkelrotem Carnallit überdeckt, alles durchzogen von 1—2 mm starken, feinkörnigen Steinsalzschnüren; Sylvin und Carnallit in wechselnder Menge, im Zusammenhange damit An- und Abswellen der Schichte; dünnes Tonband als Hangendgrenze.

ca. 6 cm, grobspätiger, roter Carnallit, im Hangenden mit Steinsalzanreicherung, von Ton überdeckt.

ca. 4 *cm*, feinkörniger Carnallit, die untere Hälfte rot, die obere fast farblos, von Ton überdeckt.

ca. 7 *cm*, grobkörniger, dunkelfleischroter Carnallit, oft mit größeren, dunklen Körnern in etwas hellerer Grundmasse; mit steinsalzreicher, toniger Hangendgrenze.

ca. 15 *cm*, mittelkörniger, rötlicher Carnallit mit heller Zone im Hangenden.

ca. 11 *cm*, grobkörniger, dunkelroter Carnallit mit toniger Hangendgrenze und oft reichlicher Bedeckung mit Steinsalz.

ca. 40 *cm*, mittel- bis grobkörniger Carnallit, hellrot, im Hangenden mit dunkelrotem Sylvin und Tonsubstanz.

Die 3 letztgenannten Lagen stellen ein Analogon dar zu dem Materiale 475 bis 555 des Detailprofils.

ca. 10 *cm*, feinkörniger, dunkelroter Sylvin mit reichlichem Steinsalzbesatz, von mehreren, (meist drei) verschieden starken, mitunter auskeilenden, mitunter zerbrochenen Tonbändern durchzogen; oft stellt sich das Material nur als ein breccienartiges Gemenge von eckigen Tonbrocken, Sylvin und Steinsalz dar; auch beträchtliche Einlagerungen von Steinsalz kommen vor; hier zeigt sich besonders in den Liegendschichten ein bemerkenswertes Verhalten: mitunter ist Sylvin durch roten, mittelkörnigen Carnallit ersetzt, bald waltet das eine, bald das andere Mineral vor, doch fehlen homogene Gemenge von Sylvin und Carnallit; man kann aber gut verfolgen, wie ein und dieselbe Lage an manchen Stellen nur Sylvinführung zeigt, an anderen wieder nur Carnallit, dann meist beträchtlich anschwellend.

Es zeigt sich also, und damit stimmen auch die Angaben der Bergleute überein, in der „Carnallitregion“ des oberen Horizontes ein außerordentlicher Wechsel in Mächtigkeit und Zahl der Schichten, wobei allerdings die geringe Anzahl von Aufschlüssen und die Zerfließlichkeit des Materials, die an älteren Anbrüchen die Details verwischt, gegenwärtig keine umfassenderen Beobachtungen gestattet. Im südlichen Teil des Lagers scheint der Carnallit zu fehlen; beim Ort des südlichen Lagers, ca. 650 *m* vom Schachte entfernt (die einzige Stelle, an der ich diesbezüglich Beobachtungen anstellen konnte), ist der Carnallit durch ein mächtiges Band von weißem Sylvin ersetzt, der von roten Schnüren schlierig durchzogen erscheint.

Schichten zwischen dem unteren und oberen Lager.

Diese Schichtenserie von wechsellagernden Steinsalz-, Ton- und Anhydrit-(Dolomit)lagen wurde nicht im Detail aufgenommen, ihre Zusammensetzung wurde eingangs (pag. 345) kurz besprochen. Es sei hier nur noch das kleine, ca. 28 *cm* mächtige Sylvinlager erwähnt, das etwa 2 *m* von der Hangendgrenze des unteren Lagers entfernt ist. Nach Beobachtungen in dem erwähnten kleinen Schachte setzt die Sylvinführung im Hangenden einer Steinsalzschichte unvermittelt ein; darauf folgen mehrere 2—5 *cm* starke Bänder, die aus einer schmalen Liegendzone von granem, tonigen Steinsalz und darüberliegendem, grobspätigen Sylvingestein besteht. Diese Sylvine sind intensiv rot gefärbt, sehr oft in schönen Beispielen mit hellen, milchigen Kernen und dunkelroten, breiten Randzonen, in den oberen Regionen auch

von ganz lichter Färbung; allenthalben sind Würfelchen von Steinsalz und auch winzige Einschlüsse in den Sylvinen vorhanden und, besonders an den Grenzen, Anhydrit und Dolomit. Das Hangende dieses kleinen Lagers ist Ton, an der unmittelbaren Grenze ist ein Gemenge von Tonsubstanz, feinkörnigem Steinsalz und rundlichen, oft von einer dünnen Steinsalzkruste weiß umrandeten, roten Sylvinaugen entwickelt.

Oberes Lager (D). (Fig. 5, Taf. XI.)

- 216_m vom Hangenden des unteren Lagers werden die Salzsichten wieder kalifündig; es sei mit dem Liegendsteinsalz der untersten, sylvinhältigen Schichte des oberen Lagers begonnen.
- 1 ca. 5. Mittel-grobspätiges, hellgraues Steinsalz mit beträchtlichem Anhydritgehalt und guten Wachstumserscheinungen.
- ca. 3. Mehrere (meist 3) dünne, bräunlichrote, feinkörnige Sylvinbänder (mitunter ganz auseinander), sehr anhydritreich, durch graue, ebenfalls reichlich Anhydrit führende Steinsalzlagen getrennt; oft statt dieses Steinsalzes grobspätige, helle Sylvineinlagerungen, zumal in den Hangendpartien, die größeren Individuen einschlußarm mit roter Umrandung.
- ca. 5. Mittel-grobkörniges, helles Steinsalz, reich an Anhydrit, schöne Wachstumserscheinungen,
- 10 ca. 3. Mittel-grobspätiger Sylvin, hellrot, oft mit roten Randzonen, durchzogen von dünnen Bändern von rotem, feinkörnigen Sylvin mit beträchtlichem Anhydritgehalt; häufig rundliche Steinsalzkörner, oft in zusammenhängenden Lagen.
- ca. 2. Mittelkörniges, helles Steinsalz mit reichlich Anhydrit und viel Sylvin, geht über in die nächste Schichte.
- ca. 3. Mittelkörniger, heller Sylvin, sehr ähnlich dem Steinsalz der vorigen Lage; im Hangenden mehrere (meist 3) rote Streifen (feinkörniger Sylvin mit reichlich Anhydrit); zwischen diesen Streifen häufig Anreicherung von körnigem Steinsalz, oft auch helle Partien von grobspätigem Sylvin.
- 20 2—5. Grobspätiges, hellgraues Steinsalz, reichlich Anhydrit und Wachstumserscheinungen, Einlagerungen von Sylvin; im Liegenden durch Anhydritanreicherung Andeutung eines grauen Bandes.
- 0—3. Mittelspätiger, roter Sylvin mit geringem Anhydritgehalt; im Hangenden ein dünner Streifen von feinkörnigem, dunkelroten Sylvin mit spärlich eingestreuten, winzigen Dolomitrhomboederchen, von dünnem Tonband überdeckt; geringe Steinsalzföhrung.
- ca. 3. Mittelkörniger, lichtroter Sylvin mit ziemlich reichlicher Anhydritföhrung (die länglichen Anhydritleisten oft zerbrochen und mit unscharfer Umgrenzung); an der Hangendgrenze auf $\frac{1}{2}$ —1 cm feinkörnig, dunkelrot, von streifigem Aussehen; spärlicher Steinsalzgehalt.
- 2—3. Mittelkörniges, hellgraues Steinsalz mit beträchtlichem Anhydritgehalt; ca. 1 cm vor der Liegendgrenze graues Band (Anreicherung von Anhydrit und toniger Substanz), darunter Steinsalz von feinerem Korn; häufig Einlagerungen von grobspätigem Sylvin.
- 30

2—3. Mittelspätiger, hellroter Sylvin, mit intensivroten, ca. $\frac{1}{2}$ cm breiten Schichtbändern von feinkörnigem Material; reichlicher Gehalt an mittelkörnigem Steinsalz, mitunter lokal den Sylvin überwiegend.

2—6. Mittel-grobspätiges, helles Steinsalz, stellenweise von grauen Streifen (Anhydrit- und Tonanreicherung) durchzogen, mit Einlagerungen von grobspätigem Sylvin.

0—4. Fein-mittelkörniger, roter Sylvin, spärlich Anhydrit, oft reichlich Steinsalz in größeren Körnern führend, wovon letzteres oft von winzigen Sylvinkörnern erfüllt ist; stellenweise, zumal im Liegenden, Sylvin von größerem Korn und hellerer Farbe; an der Hangendgrenze häufig Einschaltungen von feinkörnigem, gelbgrauen Steinsalz mit reichlichem Gehalt an Dolomit in winzigen Körnern und Anhydrit.

40 1—3. Mittel-grobspätiges, weißes Steinsalz über dünnem, tonigen Band; am Liegendschichtband Dolomit und Anhydrit angereichert.

ca. 7. Mittel-grobspätiger, hellroter Sylvin mit reichlich Anhydrit und rundlichen Steinsalzkörnern; intensivrote Schichtbänder von feinerem Korn; beiderseits gegen das Steinsalz schwach wellig absetzend; im Hangenden reichlichere Steinsalzeinlagerungen und streifiges Aussehen.

50 1—3. Mittelkörniges, hellgraues Steinsalz mit Einschlüssen von Anhydrit und Dolomit; nicht selten eingestreute Sylvinkörner.

1—4. Durch feines Tonband getrennt, grobspätiges Steinsalz mit schönen Wachstumserscheinungen und spärlicher Führung von Anhydrit und Sylvin.

0—8. Fein-mittelkörniger, roter Sylvin mit unregelmäßig zackiger Liegendgrenze, gegen das Hangende zu dunkler und feinkörniger werdend, nach oben hin wachsender Gehalt an Steinsalz in abgerundeten Würfeln.

ca. 1. Feinkörniges, graues Steinsalz mit Sylvineinlagerungen, reichlich Dolomit in winzigen Kryställchen und Anhydrit; von dünner Tonlage überdeckt.

ca. 5. Mittelkörniges Steinsalz mit reichlichem Sylvingehalt, übergehend in einen steinsalz- und anhydrithältigen, hellroten, mittelkörnigen Sylvin; im Hangenden rote Schnüre und Fehlen einer scharfen Grenze gegen die nächste Lage.

60 ca. 3. Mittel-grobkörniges Steinsalz mit spärlichen Einschlüssen von Anhydrit, am Grunde Einlagerungen von Sylvinkörnern.

ca. 5. Mittelspätiger, hellroter Sylvin mit spärlich Anhydrit und reichlich Steinsalzkörnern; in größeren Sylvinkörnern oft stäbenförmige Steinsalzeinschlüsse von winzigen Dimensionen; an der Hangendgrenze feinkörniger, dunkelroter Sylvin, darüber $\frac{1}{2}$ cm starke Lage von feinkörnigem, grauen, viel Dolomit enthaltenden Steinsalz, von ca. $\frac{1}{2}$ cm starkem Tonband überdeckt.

70 ca. 3. Fein-mittelkörniges Steinsalz, an der Liegendgrenze oft in größeren Individuen, stellenweise mit Sylvineinschlüssen; im Hangenden ein oft auskeilendes bis ca. 1 cm starkes Band von intensivrotem, feinkörnigen Sylvin, der am Liegendkontakt mit Steinsalz oft grobspätig erscheint; von dünnem, tonigen Band überdeckt, das aber bei auskeilender Sylvinschicht fehlt, wodurch dann diese Lage ohne Grenze in die nächstfolgende überzugehen scheint.

ca. 1. Mittelkörniges, hellgraues Steinsalz, ganz analog dem der vorigen Lage.

ca. 6. Sylvin von wechselnder Beschaffenheit: zuunterst intensivrot, feinkörnig, seltener auch mit vereinzelt größeren Krystallen von heller Farbe mit roten Randzonen, dann, ca. 4 cm, mittelkörniger, hellroter Sylvin mit zahlreichen Einschlüssen von Luft und Lauge und vielen oft schichtig angeordneten Steinsalzkörnern, beiderseits mit Schichtbändern von hellem, feinkörnigen Steinsalz; zuoberst roter, feinkörniger Sylvin mit feinen, durchziehenden Steinsalzstreifen, gegen das Hangende an Korngröße ab-, an Intensität der Färbung zunehmend; überdeckt von ca. 2 mm starker Tonschichte, die gegen das Liegende mit dünnem, kleine Dolomitkrystalle führenden Steinsalzband absetzt; allenthalben spärlich Anhydrit.

80 ca. 3. Mittel-grobspätiges Steinsalz, im Bereiche der Liegendgrenze reichlich Dolomit und Anhydrit führend; oft mit starkem Besatze von hellem, grobspätigen Sylvin mit roten Randzonen, oder auch feinkörnigem, intensivroten Material, bisweilen ganz fehlend, bisweilen über das Steinsalz überwiegend; im Hangenden Steinsalzanreicherung mit Dolomit- und Anhydritgehalt und ca. 3 mm starker Tonbedeckung.

ca. 5. Mittelkörniges Steinsalz, oft mit reichlichem Gehalt an hellem bis rötlichen Sylvin, im Hangenden 2–3 cm Sylvin, hell, grobspätig, oder intensivrot, feinkörnig; reichlich Steinsalz, spärlich Anhydrit, feine Tonbedeckschichte.

ca. 4. Mehrere (3–4) Schichten, durch mehr oder minder feine Tonstreifen getrennt, oft leicht gewellt; unruhig, von wechselnder Beschaffenheit und Stärke, auskeilend, in einander übergehend, durchschnittlich je 1 cm stark; das Material ist Steinsalz und Sylvin von verschiedenem Korn, bald das eine, bald das andere vorherrschend; die unterste Schicht: gewöhnlich mittelspätiges, graues Steinsalz mit viel Anhydrit, die beiden folgenden meist von grobem Korn, oft einzelne Krystalle von Steinsalz oder Sylvin die Schichte der ganzen Dicke nach ausfüllend.

ca. 8. Etwa zur Hälfte mittelkörniges, hellgraues Steinsalz mit beträchtlichem Gehalt an Sylvin, darüber die zweite Hälfte hellroter, mittelkörniger Sylvin mit reichlicher Steinsalzführung; an der Grenze beider Lagen oft feiner, durchziehender, roter Streifen; allenthalben beträchtlicher Anhydritgehalt.

100 ca. 25. Über ca. 1 cm starkem, mittelkörnigem, grauen Steinsalz 4 Lagen von grobspätigem, hellrosa gefärbten Sylvin zu ca. 6, 4, 7 und 8 cm; die
110 einzelnen Sylvinkrystalle von feinen, roten Randzonen umsäumt; die Trennungsschichten der einzelnen Sylvinbänke durch schwach wellig verlaufende, 2–10 mm
120 starke, tonige Steinsalzlagen markiert; mitunter auch Steinsalzeinlagerungen innerhalb der Schichte; die Größe der Einzelindividuen von Sylvin zwischen $\frac{1}{2}$ und 4 cm schwankend. Anhydritleisten und vereinzelt Steinsalzkörner sowohl an den Grenzen als auch im Innern der Sylvinindividuen; häufig winzige, oft stäbchenförmige Steinsalzindividuen im Sylvin eingeschlossen.

130 ca. 16. Mächtige Lage von reinweißem, grobkörnigen Sylvin mit vereinzelt eingestreuten Steinsalzkörnern und Anhydritleisten; reich an oft nn-

regelmäßig geformten Einschlüssen von Luft und Lauge; etwa 6 cm vom Hangenden rote Randzonen bei den Sylvinkristallen, zirka 4 cm vom Hangenden unregelmäßige Einlagerungen von grobem Steinsalz und Ton, nach oben hin stark zunehmend, mit einem Gemenge von sylvinhaltigem Steinsalz und Ton
140 gegen ein ca. 3 cm starkes Tonband absetzend.

Die nächste Schichte, ein mittel-grobspätiges Steinsalz, zeigt im Liegenden noch vereinzelte Einsprengungen von rötlichem Sylvin, womit die sylvinhaltige Schichtenserie abschließt. Über mächtiger Steinsalzschieht bläulichgrauer Hangendton mit reichlich Tonwürfelsalz.

Bemerkungen zur Detailbeschreibung.

Die im Vorhergehenden gewonnenen Beobachtungsergebnisse sind auf der beigegebenen Anlage (Taf. XV) in Profilen dargestellt; hierbei wurden ausgetrennt: Steinsalz, feinkörniger, intensivroter Sylvin, grobkörniger, hellroter Sylvin, grobkörniger, dunkelroter Carnallit, feinkörniger, heller Carnallit, tonige Substanz und Anhydrit (Dolomit). Der untere (A), mittlere (B) und obere (C) Horizont des unteren Lagers und das obere Lager (D) wurden in $\frac{1}{5}$ der beobachteten Dimensionen unter möglicher Berücksichtigung der natürlichen Verhältnisse zur Darstellung gebracht, die gesammte Kalisalz-führende Region in einer Übersicht (E) in $\frac{1}{200}$ nat. Größe schematisch zusammengefaßt.

Es sei nochmals betont, daß die dargestellten Profile nur einzelne Beispiele darstellen und daß sich beim Vergleich derselben mit den natürlichen Vorkommen an verschiedenen Stellen des Lagers wohl mancherlei Differenzen ergeben können, wobei sich aber, mit Ausnahme der selten auftretenden Regionen, die stärkeren tektonischen Störungen unterworfen waren, stets die einzelnen Lagen an Hand der Profile und Detailbeschreibung mühelos und mit aller Genauigkeit identifizieren lassen.

Bei zusammenfassender Übersicht über das in der Detailbeschreibung registrierte Beobachtungsmaterial läßt sich eine Anzahl allgemeinerer Erscheinungen festlegen.

Abscheidung von Kalisalzen erfolgte nur über einem größeren Sockel von Steinsalzlagen; so ruht das untere Lager auf einem mehrere Meter mächtigen Komplex von Steinsalzbänken, bei jedem der Horizonte ist als Liegendes ein mehrere Lagen starkes Steinsalzpaket entwickelt und auch die Sylvinschichten zwischen dem unteren und oberen Lager sowie, das obere Lager selbst, sind von bedeutenden Steinsalzmengen unterlagert.

Zwischen größere Lagen von tonigem Material (etwa von 1 dm Mächtigkeit an) und Steinsalzschieben schiebt sich jeweils eine mehrere Zentimeter starke Schichte von hartem, feinkörnigem, grauen Anhydrit (oft mit erheblichem Gehalt an Dolomit, ja in solchen übergehend), als Einleitung des Absatzes von salinarischem Material; gute Beispiele dieser Art stellen die Liegendpartien der einzelnen Horizonte des unteren Lagers dar.

Mit dem Einsetzen von Sylvinlagen beginnt ein regelmäßiges Alternieren von Steinsalz- und Sylvinschieben, im unteren Lager nur in Ausnahmefällen ausbleibend, im oberen etwas größeren aber doch stets unbedeutenden Störungen unterworfen. Es gilt hierbei als Regel, daß je ein älteres Steinsalzband und eine jüngere Sylvinlage genetisch zusammengehören; das Steinsalz ist an seiner Hangendoberfläche in größeren Krystallen und Krystallgruppen auskrystallisiert und hat so eine unregelmäßige, zackig-wellige Unterlage für das sich darauf absetzende Sylvingestein geschaffen, welches seinerseits die Unebenheiten und Niveaudifferenzen der Steinsalzunterlage auszugleichen sucht, daher oft tief in die Hohlräume und Zwickel zwischen den größeren Steinsalzkristallen eingreift und im Gegensatz dazu mit einer horizontalen, ebenen Hangendfläche abschließt; deshalb ist auch bei dünneren Sylvinlagen lokales Auskeilen allenthalben zu beobachten, sowie die in der Detailbeschreibung verzeichneten Mächtigkeitsdifferenzen leicht verständlich. Am deutlichsten kommen die Unterschiede der unregelmäßig zackigen Liegend- und horizontalen, oder höchstens sanftwelligen Hangendgrenzen bei den intensiv rot gefärbten Sylvinlagen zur Anschauung und stellen eine der augenfälligsten Erscheinungen in den Wittelsheimer Kalilagern dar (vgl. Fig. 12, Tafel XIII, die eine Stufe aus dem mittleren Horizont darstellt, und zwar die Stelle des Detailprofils 230—265).

Oft ist über der Sylvinschiebe eine dünne (selten über 1 cm), von feinem, tonig-anhydritischen Streifen überdeckte, feinkörnige Steinsalzlage entwickelt, über welcher neuerdings der Absatz von Steinsalz, nunmehr in größeren Individuen erfolgte.

Was das Mächtigkeitsverhältnis von Steinsalz- und Sylvingestein bei diesen Schichtpaaren anlangt, so sind die beiden Salzgesteine bald etwa im Gleichgewichte ausgebildet, bald waltet das eine oder das andere vor, wie es sich aus der Betrachtung der Profile unmittelbar ergibt; hierbei ist zu erwähnen, daß die feinkörnigen, intensivroten

Sylvinlagen stets nur wenig mächtig sind, nur ganz ausnahmsweise die Stärke von 5 *cm* erreichen und in vielen Fällen eine beträchtliche Steinsalzunterlage zeigen, während die hellen, grobspätigen Sylvine mehrmals bis 10 *cm* mächtige Lagen aufweisen und auf weniger starken Steinsalzbänken aufruben. Aufeinanderfolgende Sylvinschichten, durch Tonbänder getrennt, sind nur ausnahmsweise vorhanden: im mittleren Horizont in der Zone 260—270 und im oberen Lager 25—30; doch auch hier schieben sich oft feine Steinsalzschnüre zwischen Ton und Sylvin; überhaupt scheinen die Sylvingesteine den unmittelbaren Kontakt mit Tonlagen zu vermeiden, wenn natürlich auch solche bei der großen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen keineswegs fehlen.

Oft sind dünne Steinsalzschnichten, die häufig nur Lagen lose aneinandergeriebter einzelner Krystalle darstellen, den Sylvingesteinen eingeschaltet; diese Steinsalzeinlagerungen, die durch meist reichlichen Anhydritgehalt graue Farbentöne zeigen, treten besonders in den Hangendregionen der Sylvinlagen auf und verleihen den betreffenden Gesteinen ein streifiges Aussehen.

Am Kontakt von Tonschichten und Steinsalzbändern sind an den Hangend- und Liegendgrenzen Anreicherungen von Dolomit zu konstatieren: manchmal nur mehr oder weniger zahlreiche, schwebend ausgebildete, oder vereinzelt auf der Tonunterlage aufsitzende Dolomитkrystalle oder Krystallgruppen den Steinsalzgrenzzonen eingestreut; oft aber auch zusammenhängende Dolomitkrystallkrusten, auf dem Ton angewachsen, mit den Krystallspitzen gegen das Steinsalzmaterial gewendet.

Nur im Idealfalle ist der Verlauf der einzelnen Schichten ein streng horizontaler, meist treten sanfte, wellige Biegungen auf, die sich besonders gut an den ebenen Hangendgrenzen der Sylvingesteine verfolgen lassen und bisweilen erst beim Überblick über mehrere Meter deutlich bemerkbar sind. Doch sind auch lokale Stauchungen und intensivere Wellungen häufig, in allen Übergängen zu größeren Faltenphänomenen, welche letztere meist im Bereiche größerer Tonzwischenlagen auftreten.

Beim Vergleich der einzelnen zusammengehörigen Schichtkomplexe, also der drei Horizonte und des oberen Lagers, zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede, wenn auch jede dieser Serien durch spezielle Eigenheiten ausgezeichnet ist. Eine kurze diesbezügliche Zusammenstellung ergibt:

Unterer Horizont: Häufiges Auftreten starker, hellroter Sylvinbänke und relativ große Mächtigkeit der einzelnen Schichtpaare; etwa in der Mitte (95—105) zieht sich ein breites, dunkelrotes Sylvingesteinsband (anhydritischer Halitsylvin) durch, das einen verhältnismäßig starken Wechsel zeigt (vgl. Detailbeschreibung pag. 352) und durch seine Breite und Farbenintensität die auffallendste und prägnanteste Schichte des unteren Horizontes darstellt.

Mittlerer Horizont: Ausgezeichnet durch das Auftreten vieler Lagen von dunkelrotem, feinkörnigen Sylvin, besonders in den liegenden Partien und durch eine etwa in $\frac{2}{3}$ der Höhe des Horizontes einsetzende, ca. 18 cm mächtige Steinsalzzwischenlage (340—355) mit starken Schichtbändern von feingeschichtetem Ton, im mittleren Teile durchzogen von einem stark geschlängelten Tonband. Einzelne andere, besonders charakteristische Schichten sind: 315, ca. 1 cm starke, dunkelrote Sylvinlage, unmittelbar über etwa gleich starkem, scharf absetzenden, feinkörnigen Steinsalz von reinweißer Farbe; 330, intensivroter, feinkörniger Sylvin mit großen, würfelförmigen „Einsprenglingen“ von Steinsalz; 387, Schichtpaket von zahlreichen regelmäßig wechselnden, sehr feinen Schnüren von dunkelrotem Sylvin und bräunlichem Steinsalz.

Oberer Horizont: Hier hat ein glücklicher Zufall auf weite Strecken hin eine mächtige Deckschichte von Carnallit erhalten, deren Wichtigkeit für die Genesis der Sylvingesteine noch mehrfach besprochen werden wird. Die Liegendsteinsalzbänke sind noch besonders durch starke Tonzwischenlagen charakterisiert und, wo sie die Firste der Stollen bilden, durch eigentümliche wulstige, knollige Oberflächen.

Oberes Lager: Diese Schichtenserie weist mancherlei kleine Unterschiede gegenüber den Horizonten des unteren Lagers auf; so haben die hellen, grobkörnigen Sylvine mit den feinen, durchziehenden, roten Schnüren, wie sie in den Liegendregionen auftreten, im unteren Lager kein Analogon (über einen Ausnahmefall vgl. pag. 348), ebenso die dünnen, durch stärkere Tonbänder getrennten Salzsichten (um 90), die keine scharfe Differenzierung in Steinsalz und überlagernden Sylvin erkennen lassen; endlich sind ähnliche Bildungen, wie die ca. 40 cm mächtige Bedeckung mit starken Bänken von grobkörnigem, hellen Sylvin, vielfach mit roten Randzonen, nur in der kleinen Sylvinlage zwischen dem unteren und oberen Lager vorhanden und etwa noch in der Lage 475—480 und im Hangenden des oberen

Horizontes. Auch in der Beschaffenheit des Materiales zeigen sich mancherlei Differenzen, so ist beim oberen Lager der ganze Charakter der Schichten ein viel unruhigerer, vielfach, namentlich in den Liegendpartien, sind auch die Grenzen der einzelnen Schichten unscharf; dieses Unscharfe, Undeutliche überträgt sich auch auf das Auftreten der einzelnen Minerale selbst, so zeigen Anhydrit, Steinsalz und der hier nur spärlich vorhandene Dolomit oft kleine Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung der Verteilung und dergleichen mehr. Ein augenfälliger, aber nicht prinzipieller Unterschied liegt ferner darin, daß die Sylvingesteine des oberen Lagers in Steinsalz einsetzen und in Steinsalz verklingen, während die Horizonte des unteren Lagers von starken Tonbändern eingesäumt werden.

Steinsalz.

Entsprechend den zahllosen Entstehungsmöglichkeiten und vielartigen Bildungsbedingungen, wie sie während des Absatzes der Wittelsheimer Salzlager verwirklicht waren, ist die Art des Auftretens des wichtigsten Salzminerales, des Steinsalzes, auch eine sehr mannigfaltige. Es kommt am häufigsten in Lagen als körniges Salzgestein (Halitgestein) von verschiedener Beschaffenheit vor, ferner in den Salztonen und Anhydrit(Dolomit)gesteinen in eigentümlich verzerrten Einzelindividuen als Tonwürfelsalz und schließlich als Spaltensalz.

Halitgesteine. Wie aus der Detailbeschreibung hervorgeht, ist die Mächtigkeit und Korngröße der Halitgesteine eine wechselnde. Eine der charakteristischsten Arten sind die grobspätigen, gelblich bis bräunlich gefärbten Aggregate, welche jeweils die unteren Schichten der Horizonte bilden, doch auch innerhalb der übrigen Schichten auftreten, beispielsweise in der Steinsalzzwischenlage im mittleren Horizont. Auch der mächtige Steinsalzsockel im Liegenden des unteren Lagers besteht aus solchem Materiale. Es tritt in Bänken bis zu 1 dm Mächtigkeit und darüber auf, mit reichlichem Gehalt an Anhydrit, Dolomit und Ton und ziemlich gleichmäßigem, groben Korne; in seinem obersten Teil ist das Steinsalz gewöhnlich in großen Individuen auskrystallisiert und bildet dementsprechend eine unregelmäßig zackige Oberfläche. Wenn Sylvingesteine darüber zum Absatz kamen, so glichen sie diese Unebenheiten aus; bildete sich aber neuerdings eine grobkrySTALLINE Steinsalzlage, so setzten sich die

Niveauunterschiede der ersten Steinsalzschiechte in der zweiten fort. Ein Paket solcher grobspätiger Steinsalzbänke zeigt demnach im Profil im Zickzack durchziehende, tonig-anhydritische Grenzlinien der einzelnen Lagen mit annähernd parallelem Verlauf.

Durch Abnehmen der Korngröße und Zurücktreten der Verunreinigungen kommen dann die verschiedenartigen Halitgesteine zustande, die mit Sylvingesteinen wechsellagern. Feine, körnige Aggregate von Steinsalz fehlen zwar nicht, sind aber selten; es sind das reinweiße, zuckerkörnige Lagen mit eben verlaufenden Grenzen von geringer Mächtigkeit, kaum je stärker als 1 cm.

Nicht selten sind ganze Reihen von Steinsalzkrystallen mit einer der Würfelfläche annähernd parallel der horizontalen Unterlage aufgewachsen, was sich im Querschnitt durch bandartige Anordnung etwa gleichgroßer Krystallindividuen kundgibt, am Bruch parallel der Schichtfläche durch beiläufig gleiches Einspiegeln je einer Würfelfläche zahlreicher Krystalle.

Einschlüsse von Gas und Lauge, bei der Beschreibung mit dem Zonenbau als „Wachstumserscheinungen“ zusammengefaßt, sind ungemein häufig in Hohlräumen von der Gestalt negativer Würfel, oder auch schlauchförmiger, sich verzweigender Systeme, oft mit Libellen und kleinen in der Lauge schwimmenden Würfelchen, wie dies schon vielfach beschrieben wurde, in letzterer Zeit von W. Prinz¹⁾ und M. Naumann.²⁾ Auch Schichtenbau³⁾, hervorgerufen durch zonenweise Anreicherung winziger Poren, ist in schöner Ausbildungsweise sehr oft im Handstück und im Dünnschliff zu beobachten, oft durch die ganzen Steinsalzindividuen entwickelt, oft nur einzelne Sektoren mit schichtigen Trübungen erfüllend. Charakteristisch sind feine Nahten von einschlußfreiem Material, welche in der Richtung der Diagonalen durchziehen, wie dies in der Fig. 1, die eine Mikrophotographie aus einem Dünnschliff der Salzschiechte von 195 des

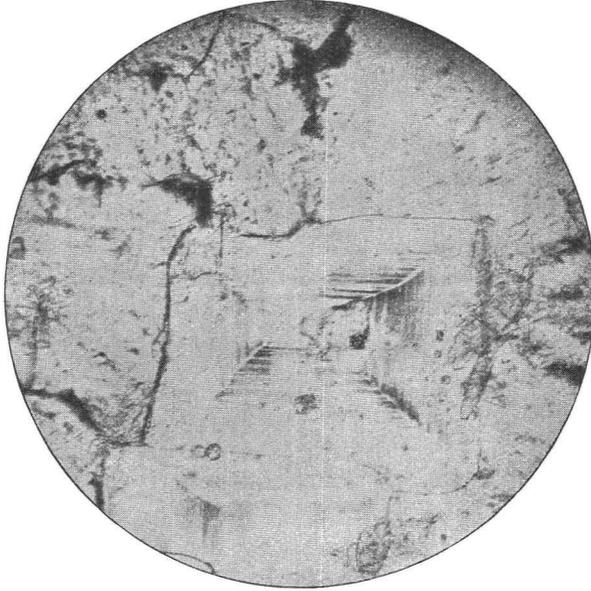
¹⁾ W. Prinz, Observations sur le sel gemme blanc et bleu. Bull. soc. Belge de géol. 1908, 22, pag. 63.

²⁾ M. Naumann, Beiträge zur petrographischen Kenntnis der Salzlagerstätte von Glückauf-Sondershausen. Neues Jahrb. f. Min. etc., 1911, Beilagebd. 32, pag. 578.

³⁾ Meines Wissens zuerst von F. Scharff angegeben (Über die Bauweise von Steinsalzkrystallen, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1861, pag. 385; 1867, pag. 670), dann von C. Oxsenius an künstlichen Krystallen beschrieben (Verschiedene Grade von Durchsichtigkeit an einzelnen Chlornatriumkrystallen. Zeitschr. f. Kryst. 1897, 28, pag. 305).

unteren Horizontes darstellt, gut zur Anschauung kommt. Breite, einschlußärmere Zonen, oft mit größeren, negativen Krystallen, ziehen nicht selten kreuzförmig durch die Mitte der Krystalle, den Würfelkanten parallel verlaufend. Oft ist der Schichtenbau durch zonenweise Einlagerungen von Dolomit- und Anhydritkrystallen noch besonders markiert.

Fig. 1.



Steinsalzkörner mit Schichtenbau, von der Steinsalzlage 195.

Besondere Erwähnung verdienen noch die Steinsalzsichten im unteren Teil des oberen Horizontes, welche durch relativ starke Tonbänder (1–3 *cm*) voneinander getrennt sind. Sie lassen sich leicht voneinander trennen und zeigen beiderseits (speziell die zweite und dritte Lage) starke, knollige Aufwölbungen in Gestalt oft faustgroßer Höcker. Wo diese Lagen in der Grube die Stollenfirste bilden (Fig. 1, Tafel X), bietet sich ein eigenartiges Bild: die ganze Decke erscheint über und über von Buckeln und Beulen bedeckt. Es kommt auch nicht selten vor, daß sich diese Schichten (speziell die erste und zweite) von dem Zusammenhange mit ihrem Hangendmaterial loslösen und erheblich einbiegen, vielfach auch zerbrechen. Solche knollige Oberflächen sind auch bei anderen Schichten wahr-

zunehmen, wenn auch in viel kleinerem Maßstabe. Die Erscheinung beruht darauf, daß Steinsalzindividuen von beträchtlicher Größe einzeln oder in Gruppen auskrystallisierten und von reichlichem Tonmaterial überschichtet wurden.

Tonwürfelsalz.

B. Förster schreibt l. c. pag. 501: „Für die Bildung der Salzablagerung überhaupt sind die vielen Pseudomorphosen nach Steinsalz von der größten Wichtigkeit, welche hauptsächlich zu Beginn der Salzablagerung in der Konglomeratzone der streifigen Mergel, in der Nähe, unter, zwischen und über den Sylvinitlagern und am Ende der Salzablagerung in der obersten Zone der streifigen Mergel und der untersten Zone der bunten Mergel vorkommen. Besonders in der Nähe der Sylvinitlager sind diese Pseudomorphosen nach Steinsalz rhomboedrisch verdrückt. Ihre Außenwände sind hier mit kleinen Dolomitkryställchen inkrustiert und im Innern enthalten sie noch weißes Steinsalz. Die übrigen Pseudomorphosen nach Steinsalz stellen sich dar als dreieckige und dachförmige Abdrücke in den Mergeln. Manchmal sind sogar noch die ursprünglichen Steinsalzkrystalle vorhanden“. Daran schließt sich noch der Passus: „Ich hatte die Absicht, den Pseudomorphosen nach Steinsalz ein besonderes Kapitel zu widmen, muß darauf aber aus Mangel an Zeit vorläufig verzichten.“ Aus diesem Grunde hat B. Förster wohl eine genauere Beschreibung dieser Gebilde unterlassen, er gibt auch nicht an, welches Material (Ton?) pseudomorph nach Steinsalz auftritt. In den Salztonen der Region der Kalilager konnte ich reichlich „verdrückte“¹⁾ Steinsalzkrystalle sammeln und ich glaube, daß diese mit den Pseudomorphosen Försters identisch sind, respektive sehr ähnliche und analoge Bildungen darstellen. Es handelt sich um mehr oder weniger prismatisch oder rhomboedrisch „deformierte“¹⁾ Steinsalzwürfel in verschiedenen Arten des Vorkommens; F. Rinne²⁾ hat kürzlich solche Gebilde aus einem grauen Ton eines Bohrkernes von Gräfontonna in Thüringen beschrieben und in ausgezeichneten Abbildungen reproduziert. Als kurze Bezeichnung dieser Krystalle

¹⁾ Ausdrücke, wie „deformiert“, „verdrückt“ etc. sollen nur das Aussehen bezeichnen, ohne Bezug auf das Zustandekommen.

²⁾ F. Rinne, Natürliche Translationen an Steinsalzkrystallen. Zeitschr. f. Kryst. 1912, 50, pag. 259.

soll der Ausdruck „Tonwürfelsalz“¹⁾ verwendet werden, da diese Steinsalzkrystalle stets in einer vom Würfel ableitbaren Gestalt von Ton allseitig umschlossen vorkommen.

In der älteren Literatur finden sich mehrere Angaben über ähnliche Gebilde und ihre mutmaßliche Entstehung. So gibt G. Nöggerath²⁾ eine kurze Beschreibung von Berchtesgadner Krystallen und meint, „daß alle Würfelkrystalle sind, welche noch im Zustande einer gewissen Weichheit oder während ihrer Ausbildung einen Druck in dem sie umschließenden Salztone erlitten haben“. W. Haidinger³⁾ führt an, „daß ursprünglich Salzwürfel in einen noch ziemlich weichen Tonschlamm eingewachsen waren“ und daß „der Schlamm nach und nach zusammengepreßt wurde, die Salzwürfel zum Teil mit demselben“; er erwähnt solche „verschobene Salzwürfel“ von Aussee, Hallstatt und Hallein. Seiner Erklärung schließt sich auch V. v. Zepharovich⁴⁾ an: „daß die im Salztone eingeschlossenen Körper ursprünglich regelmäßige Steinsalzwürfel waren ist nach den Darlegungen von Haidinger u. a. nicht mehr fraglich.“ F. Scharff⁵⁾ bemerkt pag. 389 „ . . . und wo anscheinend verschobene Formen sich bemerklich machen, da mag ein äußeres Hemmnis bei der Krystallbildung mitgewirkt haben, denn die Spaltflächen zeigen immer den rechten Winkel.“

In einer späteren Arbeit betont derselbe Autor⁶⁾ wieder den ungestörten Blätterbruch an Berchtesgadner Krystallen. E. Weiss⁷⁾,

¹⁾ In den alpinen Salzbergbauen, in welchen ähnliche Krystalle im Haselgebirge gleichfalls recht häufig sind, ist bei den Bergleuten dafür die Bezeichnung „Kropfsalz“ oder „Jodsalz“ gebräuchlich; letzteres hat mehrfach zur fälschlichen Meinung geführt, es enthielte dieses Steinsalz Jod. Die beiden Bezeichnungen rühren daher, daß die Jodsalbe, die in den Alpengegenden vielfach zur Behandlung des Kropfes Anwendung findet, ebenso rötlichgelb-durchsichtig ist, wie diese Steinsalzbildungen.

²⁾ G. Nöggerath, Irreguläre Steinsalzkrystalle und Pseudomorphosen nach solchen. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1846, pag. 307.

³⁾ W. Haidinger, Über die Pseudomorphosen nach Steinsalz. Naturwissenschaftliche Abhandlungen. 1847, pag. 65.

⁴⁾ V. v. Zepharovich, Die Glanberitkrystalle und Steinsalzpseudomorphosen von Westeregeln bei Staßfurt. Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. 1874, 69, pag. 16.

⁵⁾ F. Scharff, Über die Bauweise der würfelförmigen Krystalle. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1861, pag. 385.

⁶⁾ F. Scharff, Über mißbildete Steinsalzkrystalle. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1867, pag. 670.

⁷⁾ E. Weiss, Über Steinsalzpseudomorphosen von Westeregeln. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1873, 25, pag. 552.

der wohl als erster ähnliche Bildungen aus einem Salztou der deutschen Zechsteinlager beschrieb, hält sie für Pseudomorphosen von Steinsalz nach Steinsalz, ursprünglich „echte“ Würfel wären ausgelaugt, dann die Hohlräume verdrückt und wieder mit Steinsalz ausgefüllt worden; noch vor der Ausfüllung hätten sich die Wandungen mit kleinen Quarzkrystallen ausgekleidet, die dann als Rinde um die Steinsalzkristalle vorhanden seien. Solche Rinden von Quarz, Dolomit auch Anhydrit treten sehr häufig auf und sind auch von Haidinger, Förster u. a. beobachtet worden. Blum¹⁾ hatte einen solchen Steinsalzkristall als Pseudomorphose nach Bitterspat angeführt, welche Deutung er aber später selbst im Sinne Haidinger-Noeggerath korrigierte²⁾; es erscheint allerdings sehr verlockend, die Krystalle, zumal die rhomboederähnlichen, auf den ersten Blick als Pseudomorphosen nach einem Karbonat anzusprechen. Auch an anderen Orten und von anderen Autoren, als hier erwähnt, wurde der „verschobenen Steinsalzkristalle“, wenn auch stets nur andeutungsweise, Erwähnung getan. Die Arbeit Rinnes wird in den folgenden Erörterungen mehrfach zitiert werden.

Ich konnte in den Salztönen des Wittelsheimer Kalilagers, in denen das Tonwürfelsalz eine ungemein verbreitete Erscheinung darstellt, an Ort und Stelle reichliches und gutes Material sammeln und so die Untersuchungen an losen Krystallen durch Naturbeobachtungen ergänzen. Da ich glaube, daß sich das Tonwürfelsalz als eine weit verbreitete und häufige Bildung herausstellen wird, wenn einmal die unscheinbaren Salztöne mehr Beachtung finden werden, und da mein Material so manche noch nicht bekannte Eigentümlichkeit aufweist, so will ich eine eingehende Beschreibung desselben zu geben versuchen, wenn es auch an ausführlicheren Schilderungen ähnlicher Vorkommen nicht fehlt; auch hier beschränke ich mich auf die Vorkommen innerhalb der Kalilager, respektive deren unmittelbaren Grenzschichten; Förster führt „Pseudomorphosen nach Steinsalz“ auch aus zahlreichen anderen Schichten an, deren Material mir aber nicht zur Hand ist.

Die Häufigkeit der Tonwürfelsalze innerhalb der verschiedenen Schichten ist eine sehr wechselnde und auch in Gestalt, Größe und Art des Auftretens ergeben sich mannigfache Unterschiede; hingegen

¹⁾ J. R. Blum, Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, 1843, pag. 221.

²⁾ J. R. Blum, Nachtrag zu den Pseudomorphosen, 1, 1847, pag. 125.

zeigt das Material einer und derselben Salztonlage eine bemerkenswerte Gleichförmigkeit, so daß man Handstücke mancher Tonlagen schon nach dem Aussehen der Tonwürfelsalze identifizieren kann.

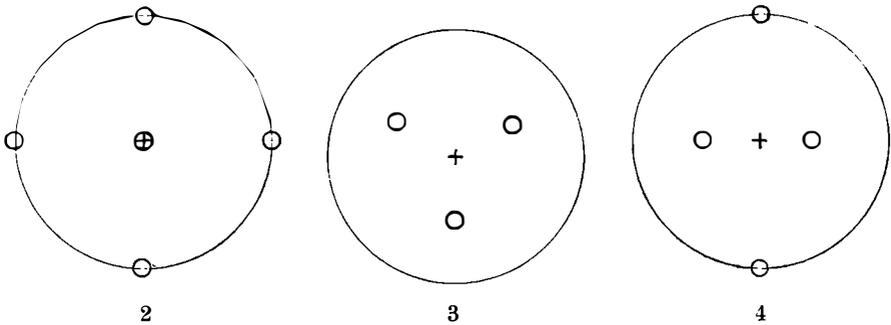
Ganz wie es Rinne beschrieben hat, lassen sich der beiläufigen äußeren Form nach Krystalle aller Krystallsysteme unterscheiden, mit Ausnahme des hexagonalen und tesseralen. Wollte man die Genauigkeit der geometrischen Beschreibung der äußeren Form auf die Spitze treiben, so könnte man in manchen Fällen innerhalb einiger Krystallsysteme noch einzelne Krystallklassen unterscheiden. Es erscheinen also in den meisten Fällen an den Kanten statt der rechten Winkel ganz beträchtlich von 90° verschiedene Werte. Beim Zerschlagen der Krystalle erkennt man, daß die Spaltbarkeit nach dem Würfel stets völlig erhalten ist, daß also die äußeren Begrenzungsflächen vielfach von der parallelen Lage mit den Spaltflächen bedeutend abweichen, wie dies schon fast von allen oberwähnten Forschern betont worden ist. Bemerkenswert ist noch die oft gut wahrnehmbare, deutliche „Spaltbarkeit“ nach dem Rhombendodekaeder (Absonderung nach einer oder der andern der Gleitflächen infolge mechanischer Inanspruchnahme?), die übrigens auch schon mehrfach erwähnt worden ist. Die Art der Deformation ergibt sich nun aus der Lage des Würfels, wie sie durch die Spaltflächen markiert¹⁾ ist, gegen die Schichtflächen des umhüllenden Salztones, und zwar sind die Dimensionen der Krystalle in der Schichtfläche stets beträchtlich größer als senkrecht dazu²⁾; das Maß der Abweichung der Kantenwinkel von 90° ist im großen und ganzen proportioniert dem Grade der Drehung des Würfels in der Schichtfläche, also der Größe des Winkels zwischen der Normalen auf die Schichtfläche und der Flächennormalen des Spaltwürfels; es ist diese Abweichung gleich 0, wenn dieser Winkel 0° oder 90° beträgt, am größten dagegen bei einem Winkel von 45° . Nach der Stellung des Würfels innerhalb der Schichtflächen sind 3 Fälle zu unterscheiden:

¹⁾ Wo in der folgenden Beschreibung von „Würfel“ gesprochen wird, ist stets der Spaltwürfel gemeint.

²⁾ Wenn man die „deformierten“ Steinsalzkrystalle durchwegs so aufstellt, daß die Normale zur Schichtfläche die kristallographische c-Axe darstellt und mit dieser Annahme an die Betrachtung der vortrefflichen Abbildungen Rinnes geht, so ergibt sich, daß Fig. 3, 7 und 8 als perspektivische Bilder im gewöhnlichen Sinne, Fig. 4, 5 und 6 beiläufig als Kopfbilder, die übrigen in Zwischenstellungen gezeichnet sind.

Fall I. Fig. 2. Eine der vierzähligen Axen steht senkrecht auf der Schichtfläche. Die Winkel der Spaltwürfelkanten mit der Normalen zur Schichtfläche sind gleich 0° respektive 90° , daher keine Abweichung der Kantenwinkel von 90° ; die Spaltflächen liegen den äußeren Begrenzungsflächen parallel, es ist lediglich ein beträchtlicher Unterschied zwischen den längeren in der Schichtfläche gelegenen und den kürzeren darauf senkrecht stehenden Würfelkanten vorhanden. Geometrisch stellen die hierhergehörigen Exemplare von Tonwürfelsalz tetragonale Krystalle dar, wenn die Würfelkanten in der Schichtfläche gleich und rhombische, wenn diese ungleich sind. Die äußeren Begrenzungselemente und die Spaltflächen sind (annähernd) parallel.

Fig. 2, 3 und 4.



Projektionsbilder, welche die Lage der Normalen auf die Flächen des Spaltwürfels (leere Kreise) zur Schichtfläche (Kreuz) veranschaulichen.

Fall II. Fig. 3. Eine der dreizähligen Axen steht senkrecht auf der Schichtfläche. Der Winkel zwischen der Schichtflächennormale und den Würfelkanten (Poldistanz von 111) beträgt $54^\circ 44'$ (respektive $35^\circ 16'$), die Abweichung der Kantenwinkel von 90° ist bei den Tonwürfelsalzexemplaren eine beträchtliche, und zwar sind die Winkel der Polkanten stumpfe, die der Seitenkanten spitze. Die geometrische Figur stellt ein flaches Rhomboeder dar. Die Polkanten des rhomboedrisch aufgestellten Spaltwürfels und die Polkanten dieser Rhomboeder liegen in je einer und derselben Ebene normal zur Schichtfläche. Die Seitenkanten des Rhomboeders sind gegen die des Spaltwürfels derart gedreht, daß sie mit der Schichtfläche einen kleineren Winkel einschließen, als diese.

Fall III. Fig. 4. Eine der zweizähligen Axen steht senkrecht auf der Schichtfläche. Der Winkel zwischen der Schichtflächennormalen und 8 der Würfelkanten beträgt 45° , das Maß der Deformation ist am größten; die 4 übrigen Würfelkanten liegen der Schichtfläche parallel, 2 Würfelflächen stehen senkrecht auf der Schichtfläche. Die geometrische Figur ist ein rhombisches Prisma mit einer Endfläche, den stumpfen Prismenwinkel nach oben gekehrt. Gewöhnlich sind die Tonwürfelsalze dieser Stellung in der Richtung der in der Schichtfläche liegenden Würfelaxe (Zonenaxe des „rhombischen“ Prismas) verzerrt und zwar meist in die Länge gezogen.

Diese drei Fälle stellen natürlich nur Idealfälle dar, die nur höchst selten in aller Genauigkeit verwirklicht sind. Bei Beispielen zwischen je 2 Fällen kommt man ins monokline Krystallsystem. Zwischenfälle mit größerer oder kleinerer Annäherung an den Idealfall sind das gewöhnliche; besonders häufig sind Exemplare zwischen II und III, was monokline Prismen mit Endfläche ergibt, wobei wieder eine Verzerrung in der Richtung der „c-Axe“ gewöhnlich ist. Die Kombination aller drei Fälle liefert „trikline Formen“. Alle die bisher besprochenen geometrischen Gebilde haben ein Symmetriezentrum, also zu jeder Fläche eine parallele Gegenfläche. Nicht selten ist nun durch Unregelmäßigkeiten, speziell durch Unterschiede zwischen oben und unten (nach der Lage der Schichtfläche), die Parallelität der Flächen aufgehoben, wodurch man in die minder symmetrischen Symmetrieklassen gelangt.

Wie sich die Vorkommen von Tonwürfelsalz und Spaltensalz auf die einzelnen Salztonlagen verteilen, zeigt die Zusammenstellung auf der nächsten Seite.

Von diesen Tonwürfelsalzvorkommen ist durch Menge und Eigentümlichkeit besonders ausgezeichnet: Das Material der Liegendschichten (A), das des Tones zwischen unterem und mittlerem Horizont (B) und das des Hangendtones des oberen Lagers (C).

Größe und Gestalt. Die Größe der einzelnen Exemplare von Tonwürfelsalz variiert im allgemeinen sehr stark, von kaum 1 mm bis zu 5 cm Kantenlänge, innerhalb der einzelnen Schichten dagegen gewöhnlich nicht beträchtlich. Einige Beispiele mögen von den Größenverhältnissen und zugleich von dem Maße der „Deformation“ ein Bild geben.

Bezeichnung der Schichte	Tonwürfelsalz	Beziehung des Tonwürfelsalzes zum umhüllenden Material	Spaltensalz
Die beiden Liegendtonschichten des unteren Lagers A.	reichlich in großen Krystallen mit harter, zusammenhängender Rinde	schwierig, aber doch unversehrt herauspräparieren	sehr häufig in gelblichen Fasersalzlagen ca. 1 cm stark; in dünnen, unregelmäßigen Fasersalzlagen
Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont B.	ungemein häufig in kleinen bis mittelgroßen Exemplaren; 2 Arten des Vorkommens	beim Zerbröckeln des Tones in unversehrten Krystallen herausfallend	in dünnen bis breiten Fasersalzlagen; in breiten „Aufaltungen“; in dünnen, unregelmäßigen Lagen
Tonschichtbänder der Steinsalzwischenschicht im mittleren Horizont	in kleinen, abgerundeten, unscharfen Krystallen	beim Zerbröckeln leicht in unzerbrochenen Exemplaren zu gewinnen	in breiten „Aufaltungen“ und Fasersalzlagen; in dünnen, unregelmäßigen Lagen
Ton zwischen mittlerem und oberem Horizont	spärlich in mittelgroßen Krystallen	mitunter nur schwierig in ganzen Krystallen zu gewinnen	in breiten „Aufaltungen“ und Fasersalzsichten; in dünnen, unregelmäßigen Lagen
Anhydrit-Dolomitlagen im Liegenden des unteren, mittleren und oberen Horizontes	häufig in ganz flachen, kleinen Krystallen	schwierig herauspräparieren	selten in feinen Sprüngen; wenn breiter, stets als Fasersalz
Ton im Hangenden des oberen Lagers C.	sehr häufig in kleinen, seltener mittelgroßen Exemplaren	sehr fest am Ton haftend und nur mit Vorsicht unzerbrochen zu gewinnen	nicht selten in breiteren, körnigen Bändern und schmäleren Fasersalzsichten
Die übrigen Tonlagen	fast stets in den breiten Tonlagen vorhanden, in wechselnder Menge, ohne prägnante Eigenschaften	verschieden	häufig, meist als Fasersalzlagen (normal zur Schichtung durchsetzend)

Die Zahlen bedeuten die Längen je dreier an einem Würfel-eck zusammenstoßender Kanten in Millimetern¹⁾ und die dazugehörigen äußeren Winkel dieser Kanten in Graden; letztere wurden mit dem Anlegegoniometer gemessen und stellen wegen der oft erheblichen Mängel der Oberflächenbeschaffenheit nur beiläufige Näherungswerte dar.

A. Fig. 7, Taf. XII. Sehr große Krystalle häufig, kleinere als 1 *cm* Kantenlänge nur ausnahmsweise vorhanden, oft Unregelmäßigkeiten²⁾ in der äußeren Form.

Beispiele: 1) 40:38:13, 84:93:83; 2) 27:26:11, 86:96:89; 3) 26:22:9, 82:82:87; 4) 26:25:10, 62:73:77; 5) 22:16:13, 55:ca. 90:ca. 90; 6) 19:18:12, 71:63:73; 7) 15:18:11, 66:ca. 90:ca. 90; 8) 16:12:7, 86:84:62; 9) 16:11:6, 68:82:87; 10) 12:12:10, 70:62:70.

B. Fig. 6, Tafel XII. Von kleinen, oft stark verzerrten Krystallen alle Übergänge bis zu größeren von 1—1½ *cm* Kantenlänge; im allgemeinen regelmäßig geformt, die oben geschilderte Abhängigkeit der Form von der Lage innerhalb der Schichtfläche stets gut zu konstatieren, fast stets zu jeder Fläche die parallele Gegenfläche vorhanden.

Beispiele: 1) 11:8:6, 91:85:89; 2) 11:10:5, 94:87:83; 3) 9:8:4, 82:92:88; 4) 13:11:6, 91:89:89; 5) 11:10:6, 83:83:90; 6) 8:6:6, 76:73:72; 7) 5:5:4, 75:72:70; 8) 13:11:11, 79:79:77; 9) 15:14:11, 68:70:82; 10) 9:9:7, 64:64:66; 11) 17:9:8, 60:88:87; 12) 11:7:7, 61:88:87; 13) 9:3:4, 62:ca. 90:ca. 90; 14) 8:6:6, 59:ca. 90:ca. 90; 15) 6:8:8, 61:ca. 90:ca. 90; 16) 9:1:1, 60:ca. 90:ca. 90; 17) 12:11:5, 75:73:82; 18) 11:9:4, 68:72:84; 19) 11:8:8, 69:81:78; 20) 10:11:12, 78:74:75; 21) 15:12:10, 64:82:81; 22) 12:9:10, 63:77:76; 23) 11:8:8, 63:79:79; 24) 8:7:7, 68:85:60; 25) 10:5:9, 62:ca. 90:ca. 90.

C. Meist kleine bis mittelgroße Krystalle, häufig Unregelmäßigkeiten der äußeren Form, zum Beispiel Nichtparallelität gegenüberüberliegender Flächen.

¹⁾ Die letzte Zahl gibt die Länge der Kante an, die der Richtung annähernd senkrecht zur Schichtfläche entspricht; natürlich kommt dies nur bei Exemplaren in Betracht, die beiläufig den Fall I darstellen.

²⁾ Unebenheiten der Oberfläche, Nichtparallelität gegenüberüberliegender Flächen u. dgl.

Beispiele: 1) 9:11:6, 60:81:80; 2) 11:5:8, 50:87:84; 3) 10:10:4, 90:71:86; 4) 15:10:6, 65:85:84; 5) 6:5:3, 50:ca. 90:ca. 90; 6) 9:8:1 $\frac{1}{2}$, ca. 90:ca. 90:ca. 90; 7) 4:3:3, 62:70:74; 8) 4:4:2, 80:99:80; 9) 6:3:3, 40:ca. 90:ca. 90; 10) 6:5:4, 53:65:65.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die statt 90° vorhandenen Winkel zwischen 40° und 90° liegen, in den meisten Fällen zwischen 60° und 70°, und nur in Ausnahmefällen unter 60° heruntergehen. Die Kantenlängen sind sehr beträchtlichen Differenzen unterworfen.

Oberflächenbeschaffenheit. Zumeist sind die aus den Ton-schichten losgelösten Krystalle oberflächlich mit Tonsubstanz imprägniert, welche dem Tonwürfelsalz äußerlich eine graubraune bis schwärzliche Farbe verleiht, je nach der Färbung des Umhüllungsmaterials; wo diese Tonkruste fehlt oder zurücktritt, erscheint das Material hellbraun oder weißlich; dies ist beispielsweise durchwegs bei den kleinen Krystallen aus den Tongrenzschichten der Steinsalzzwischenlage im mittleren Horizont der Fall. Oft ist diese Tongrenzschicht so dünn, daß sich die Krystalle gegen das Licht gehalten durchscheinend erweisen (bei A niemals!); dies ist mitunter an ein und demselben Exemplare nur für das eine oder andere Flächenpaar verwirklicht.

Die Oberflächen selbst sind meist matt und rauh und schwach konkav oder konvex gekrümmt, so z. B. die den Schichtflächen parallel liegenden Würfelflächen (Fall I) bei B schwach konvex, bei A konkav; bei B sind im allgemeinen die Flächen in bemerkenswerter Weise glatt und eben, bei C relativ stark verbogen und gekrümmt. Bei C sieht man an vorsichtig herauspräparierten Krystallen auf allen äußeren Flächen einen damastartigen Schimmer über die ganze Fläche hin und zwar spiegelt dieser Schimmer, auch bei stark gegen die Spaltflächen geneigten Flächen der äußeren Umgrenzung, stets zugleich mit den Spaltflächen ein; es scheint demnach die ganze Oberfläche mit einer äußerst dünnen Lage von Subindividuen in Würfelform bedeckt zu sein.

Eine der augenfälligsten Erscheinungen, die nur bei Exemplaren mit verändertem Winkel (also Fall II und III) auftritt, sind kammartige Wülste, welche stumpfen Kanten gratartig aufgesetzt erscheinen. Die Form dieser Wülste ist die schmalere, keilförmige Leisten mit

der Schneide gegen den umschließenden Ton; bei B erscheinen sie stets scharf und gut ausgebildet, bei A und C ist die Erscheinung durch Rundungen und kleine Störungen mitunter undeutlich. Häufig, besonders bei Fall III, sind die Wülste nach einer Seite hin schwach geneigt, wobei die entsprechenden der Unterseite um angenähert denselben geringen Betrag nach der entgegengesetzten Richtung gewendet erscheinen. Über ihr Auftreten ist allgemein zu sagen: sämtliche Kanten, an denen statt der inneren Winkel von 90° stumpfere auftreten, sind durch kammartige Grate verstärkt, also bei Fall II die Polkanten der Rhomboeder, bei Fall III die Kanten der stumpfen Prismenwinkel; die prägnantere und stärkere Ausbildung der Wülste ist im Großen und Ganzen der Größe der Abweichung der Kantenwinkel von 90° proportioniert, hiemit auch der Größe der Neigung gegen die Schichtflächen. An den Kanten mit inneren Winkeln kleiner als 90° fehlen diese Wülste gänzlich. Zu erwähnen wäre noch, daß das Material des umhüllenden Tones an diesen Verstärkungen oft besonders stark haftet, wodurch sie noch mehr hervortreten, doch geschieht es auch leicht, daß sie beim Herauslösen aus dem Ton abbrechen.

F. Rinne (l. c.) hat diese Wülste gleichfalls beobachtet, er sagt hierüber: „Besonders fallen häufige, kleine, kammförmige Wülste auf, die zum Teil an zwei sich gegenüberliegenden, gelegentlich auch an noch mehr Kanten eines Krystalls erscheinen.“ Die Beobachtung Rinne's, daß an diesem Graten „eine wesentliche Störung des Parallelbaues“ eingetreten sei, fand ich an meinem Materiale nicht bestätigt; es ist vielmehr keinerlei Unterschied im Material oder im Verlauf der Spaltrisse im Bereiche der Wülste und innerhalb der übrigen Teile der Krystalle zu erkennen.

Nicht selten ist auch eine undeutliche Oberflächenzeichnung zu sehen, oft nur in Form feiner, geradliniger Streifen, welche die Lage des Krystalls innerhalb des feingeschichteten Tones bezeichnen, also gewissermaßen die Abdrücke der Tonschichten auf dem Steinsalz sind. Auf den der Schichtfläche parallel liegenden Würfelflächen (Fall I) tritt oft eine Zeichnung in Vierecken, die sich gegen das Zentrum der Fläche hin verjüngen, auf, meist unregelmäßig gestaltet und den äußeren Begrenzungselementen nicht parallel; auf den Rhomboeder- und Prismenflächen (Fall II und III) sind es oft undeutliche Systeme mehrerer annähernd paralleler Linien, trapezförmig oder hackig

gebogen. Bei A (selten und nur schwach angedeutet auch bei B und C) sind die Flächen oft mit recht beträchtlichen treppenförmigen oder rundlichen Vertiefungen versehen, deren Umrisse den Kanten angenähert parallel laufen.

Das Innere der Tonwürfelsalze. Grenzzonen und Krusten. Wie erwähnt sieht man beim Anspalten der Krystalle die Spaltbarkeit nach dem Würfel völlig erhalten, auch sind die Spaltflächen verhältnismäßig glatt und eben, wenn auch schwache Verbiegungen und Knicke keineswegs fehlen; ja bei C sind die Spaltflächen mitunter recht erheblich gekrümmt. Das Steinsalzmaterial ist völlig durchsichtig und farblos, nur bei C sind die äußersten Randpartien häufig schwach rötlich gefärbt. Einschlüsse von Gas, Lauge und Tonpartikeln sind sehr häufig, die Randzonen weisen oft einen sehr reichlichen Gehalt an Dolomit, Ton und auch Anhydrit auf, welcher sich, allerdings nur sehr spärlich, bisweilen auch durch das Innere hindurch nachweisen läßt.

Bei B findet sich in einzelnen Exemplaren zentral, oder auch gegen den Rand hin, je ein rundum ausgebildeter Würfel von intensiv rotem Sylvin (von zirka 1 mm Kantenlänge) in unregelmäßiger Stellung gegen das umhüllende Steinsalz, sehr selten auch ein kleiner Steinsalzkristall in schiefer Lage zum einheitlichen Hauptindividuum, ohne irgendwelche Andeutung auf der Oberfläche.

Der Dolomit der Randzonen tritt in Kryställchen bis 1 mm Kantenlänge auf, die oft zu Gruppen vereinigt sind, schwebend oder an der Innenwandung aufgewachsen, mit den Krystallspitzen gegen das Innere des Steinsalzes gewendet, der Anhydrit in dünnen Leisten, bisweilen mehrere Millimeter lang. Die Beschaffenheit der Randzonen ist bei den verschiedenen Vorkommen eine sehr verschiedene.

A. Ausgezeichnet durch eine durchschnittlich $\frac{1}{2}$ —2 mm starke Krystallkruste, welche den Steinsalzkern rundum umschließt und eine eigentümliche Zusammensetzung zeigt. An der unmittelbaren Grenze gegen das Steinsalz ist eine zusammenhängende Schichte kleiner, bräunlicher Dolomitkrystalle (—2R) entwickelt, die meist nicht sehr vollkommen ausgebildet sind, bisweilen zu langprismatischer Gestalt einseitig verzerrt, oft auch zu kleinen Krystallstöcken vereinigt; darauf sind vereinzelt kleine, wasserhelle Dolomitkryställchen verstreut aufgewachsen. Größere Gruppen von Krystallen dieser inneren Dolomitrinde zeigen beiläufig gleichzeitiges Einspiegeln, ja es scheint

die ganze Kruste durch angenäherte, hypoparallele Verwachsung verbunden. Auf diese Krystalschichte, welche etwa die Hälfte der ganzen Kruste ausmacht, folgt, nach innen zahnig, nach außen hin scharf und geradlinig absetzend, eine bis $\frac{1}{2}$ mm dicke, meist ununterbrochene Lage eines Karbonates, welches durch reichliche Einschlüsse von sehr fein verteilter, kohligter Substanz (wohl auch Tonpartikeln und winzigen Pyritkryställchen), schwarzbraun gefärbt ist und auf den Spaltflächen einen tombackbraunen, metallähnlichen Schimmer erkennen läßt. An zerbrochenen Krystallen zeigt diese Schichte durchwegs ein einheitliches Einspiegeln der Spaltflächen, auch bei den größten Individuen mit Kantenlängen von mehreren Zentimetern, stellt also gewissermaßen ein einziges Krystallindividuum dar. Beim Einspiegeln dieses schnurartig um den ganzen Rand der Bruchstellen der Tonwürfelsalze laufenden Teiles glänzen auch viele der zahllosen Flächen der inneren Krystallkruste auf, doch findet ein Einspiegeln der Spaltflächen der inneren Kruste nicht statt. Am besten sieht man diese Lage beim Abschlagen eines Würfelekes, da gewöhnlich eine der Spaltflächen des Karbonates sehr heiläufig die Lage einer Abstumpfen des Würfelekes hat. Im Dünnschliff (ein solcher ist in Fig. 13, Tafel XIII abgebildet) sieht man die Grenzzone mit unregelmäßig geformten, ineinandergreifenden Dolomitmörnern besetzt, die keinerlei Beziehungen zu einander zeigen. Die Ränder zeigen drei Systeme von schwarzen Streifen, die scharf geradlinig verlaufen und sich unter Winkel schneiden, die angenähert dem Dolomitspaltrhomboeder entsprechen; die einzelnen Systeme bestehen aus Scharen kurzer Streifen, die sich durch sämtliche wie immer orientierte Dolomitmörner streng parallel durchziehen. An die dunkle Karbonatlage schließt sich bisweilen eine bis 1 mm starke Schichte weißen Anhydrites von faseriger oder blättriger Beschaffenheit, auf welcher oft noch eine dünne Kruste von Dolomitkrystallen aufgewachsen ist. Bei fehlendem Anhydrit ist unmittelbar über der schwarzen Schichte eine helle Dolomitlage entwickelt, sehr fein bis Millimeter stark, die der innersten Dolomitkruste parallel orientiert erscheint. An der Außenseite sind auf der schwärzlichen oder bräunlichen Oberfläche häufig farblose bis weiße, flache Blätterkrystalle von Anhydrit aufgewachsen, oft mehrere Millimeter groß, meist mit der Fläche auf dem Tonwürfelsalz aufgewachsen, und winzige, oft zu scheibchenförmigen Gruppen vereinigte Pyritkrystalle.

Bei Betrachtung der randlichen Zonen von B fallen zweierlei Erscheinungen auf, der Dolomitgehalt und die Tonimprägnationen; hiezu tritt noch ein meist unbedeutender Gehalt an oft langgestreckten Anhydritleisten. Dolomit ist stets reichlich vorhanden und zwar an der äußersten Grenze in winzigen Individuen, nur selten und lokal ausbleibend, erst unter dem Mikroskope wahrnehmbar, entweder in zusammenhängenden Krusten unregelmäßiger Körner, oder auch in scharf ausgebildeten Kryställchen regellos und mehr oder weniger dicht über die Oberfläche hin verstreut. Von diesen winzigen Krystallen sind einzelne, oder auch größere Gruppen beträchtlich herangewachsen (bis über 1 mm Kantenlänge der Einzelkrystalle), willkürlich über die Innenwandung verteilt, bald an den Flächen, bald an den Kanten angereichert, bei manchen Exemplaren die eine oder die andere Fläche ganz bedeckend, bei anderen wieder stark zurücktretend. Von außen sieht man niemals Anzeichen für das Vorhandensein dieser größeren Krystallgruppen, die an den Innenwandungen aufsitzen und in das Innere der Tonwürfelsalze oft ganz beträchtlich hineingewachsen sind.

Wie man oft schon makroskopisch wahrnehmen kann, ist in die äußersten Randzonen von außen her Tonsubstanz eingedrungen, meist längs Spaltrissen nach (100), seltener auch längs Rissen nach (110). Bei mikroskopischer Beobachtung in der Richtung senkrecht zur Grenzzone sieht man diese Toneinschlüsse als netzartige Systeme schwarzer, sich rechtwinkelig durchkreuzender, oft absetzender Linien, entsprechend Spaltrissen nach dem Würfel und spärliche, auch als kurze Streifen, in Diagonalstellung dazu, entsprechend Rissen nach dem Rhombendodekaeder. Bald sind diese Rißsysteme haarscharf, bald breiter und undeutlich, oft so dicht, daß die Grenzzone undurchsichtig erscheinen, oft wieder mit größeren Zwischenräumen, ja ganz zurücktretend. Häufig gruppieren sich solche blättchenförmige Tonlagen um einzelne Punkte, so daß sie den Anblick kleiner, rosettenähnlicher Anhäufungen bieten.

Bei C tritt die Besetzung der Wandungen mit Dolomit etwas zurück, ja in manchen Fällen fehlt sie ganz. Die Dolomitkrystalle, die oft mit dichtem, hellgrauen, bisweilen auch leistenförmigen Anhydrit vergesellschaftet sind, vereinigen sich meist zu größeren, rundlichen Krystallgruppen und zeigen weiße Färbung. Sehr häufig haben sie als Unterlage eine gelbliche oder farblose Kruste von Calcit, auch

kleine Kryställchen von Calcit sind nicht selten vorhanden. An den Innenwandungen sitzen auch häufig winzige, halbkugelige Anhäufungen von Ton auf; auch vereinzelt sehr kleine Pyritkryställchen kommen hier vor.

Auch die übrigen Vorkommen lassen Dolomitrinden, geringen Anhydritgehalt und mancherlei andere Einschlüsse erkennen, wobei allgemein zu bemerken ist, daß keinerlei Beziehung besteht zwischen den Dimensionen der Tonwürfelsalze und der eingeschlossenen Dolomitrhomboeder.

Verwachsungen mehrerer Individuen. Sehr häufig, besonders bei B, sind Verwachsungen mehrerer Einzelindividuen, wobei oft eine annähernde, sehr selten eine vollständige Parallelstellung der einzelnen Krystalle zu beobachten ist. Gewöhnlich sind die Abgrenzungen der Einzelkrystalle durch scharf hervortretende Kanten und Ecken und durch einspringende Winkel deutlich markiert und auch an kleineren, in größere Individuen eingewachsenen Krystallen stets schon an den äußeren Umrissen gut zu erkennen. Beim Anspalten treten die verschiedenen Einzelindividuen durch die schwach geneigte Lage der Spaltflächen gegeneinander gut hervor; wo die Spaltflächen zweier Individuen zusammenstoßen, ist eine oft unregelmäßig verlaufende, aber stets scharfe Naht entwickelt, die auf die äußerlich sichtbare Grenze zuläuft; mitunter zeigen die Berührungsflächen der Einzelindividuen einen Besatz mit Dolomitkrystallen und toniger Substanz.

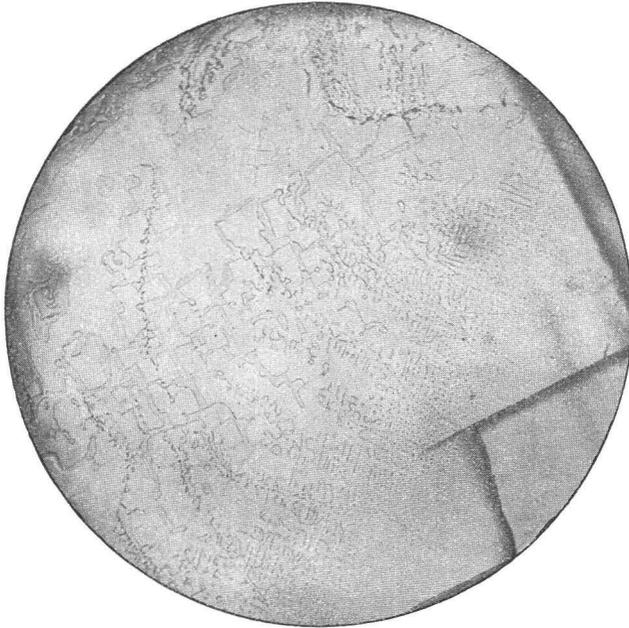
Spannungsdoppelbrechung. An Spaltstücken von mehreren Millimetern Dicke kann man bei vielen Exemplaren von allen beschriebenen Vorkommen Spannungsdoppelbrechung konstatieren, die sich ungleichmäßig durch die Individuen verteilt; so erscheinen vielfach an den Wülsten und in Zonen um größere Dolomitkrystallgruppen Erscheinungen stärkerer Anisotropie, sehr häufig sind die doppelbrechenden Partien in sehr feinen, sich rechtwinkelig durchkreuzenden Lamellensystemen nach (110) angeordnet, die an die Mikroklingitterung erinnern und sich in breiteren, verwaschenen Streifen in Diagonalrichtung durch die Krystalle ziehen. Eine gesetzmäßige Verteilung der Richtungen des rascheren und langsameren Strahles innerhalb dieser doppelbrechenden Zonen ist nicht wahrzunehmen.

Einschlüsse von Gas und Lauge, Wachstumserscheinungen. Hohlräume, erfüllt mit Gas und Lauge, sind auch in den

Tonwürfelsalzen häufig; speziell für die Exemplare von C ist Schichtenbau, hervorgerufen durch reihenweise angereicherte Trübungen durch winzige Poren ungemein charakteristisch, außerdem noch besonders reichliche, mehr oder minder regelmäßig geformte Hohlräume.

Bei A und B ist solcher Schichtenbau nur ausnahmsweise und schwach angedeutet; hingegen sind kleine negative Krystalle, oft schlauchförmig verzerrt und oft bis knapp an die Randzonen gehend,

Fig. 5.



Einschlüsse von Gas und Lauge, die Hohlräume nach Würfel- und Rhombendodekaederfläche langgestreckt, oder danach reihig angeordnet.

auch hier nicht selten; die Umrise der negativen Würfel verlaufen den Spaltrissen parallel. Bei A wurden solche Hohlräume beobachtet, die in der Richtung parallel einer der Würfelkanten stark in die Länge gezogen waren; seltener sind solche Verzerrungen in der Diagonalrichtung, also nach einer der Rhombendodekaederfläche. Reihige Anordnungen winziger, isometrisch ausgebildeter Hohlräume in der Richtung der Würfelkanten und der Diagonalen sind auch vorhanden. In nebenstehender Figur ist ein Beispiel hierfür abgebildet; die Richtung der Würfelkante ist durch die groben Spaltrisse markiert,

Häufig sind Schwärme kleiner Hohlräume an die Richtungen der Spaltflächen gebunden, oft ziehen sie auch unregelmäßig schleierartig durch die Individuen.

Fig. 6.



Fig. 7.

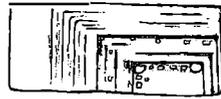


Fig. 8.

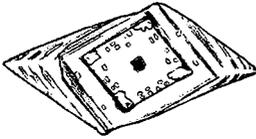


Fig. 9.

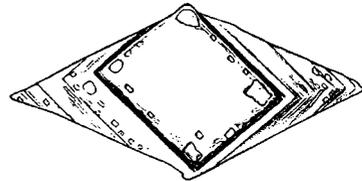


Fig. 10.

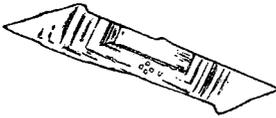


Fig. 11.

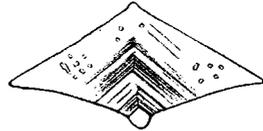


Fig. 12.

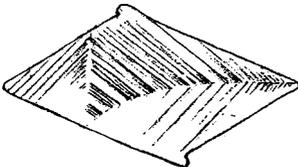
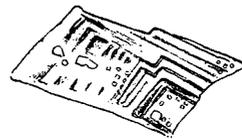


Fig. 13.



Skizzen der Umriss- und Wachstumserscheinungen an Spaltstücken von Tonwürfelsalzen (C); ihre Stellung entspricht ihrer Lage innerhalb der Schichtflächen.

Bei C sind, wie erwähnt, solche „Wachstumserscheinungen“ in besonders guter Weise entwickelt, ja es sind Exemplare, in denen solche Gebilde fehlen, selten. Die Anordnung in Schichten zeigt sich in den Spaltstücken in Gestalt von Parallelogrammen, die eine der äußeren Umgrenzung analoge Form aufweisen, die aber vom Quadrat viel weniger abweicht, als die stark verzerrten äußeren Umriss- (z. B. Fig. 8, 9, 15). So sieht man bei den einzelnen Exemplaren

Fig. 14.

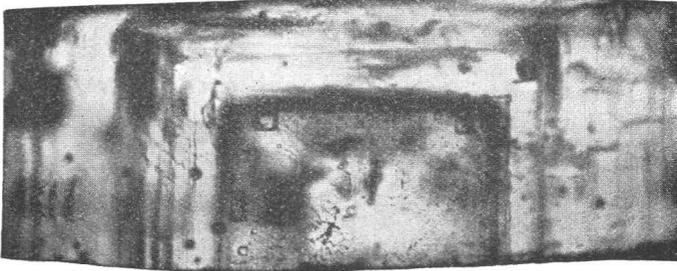


Fig. 15.

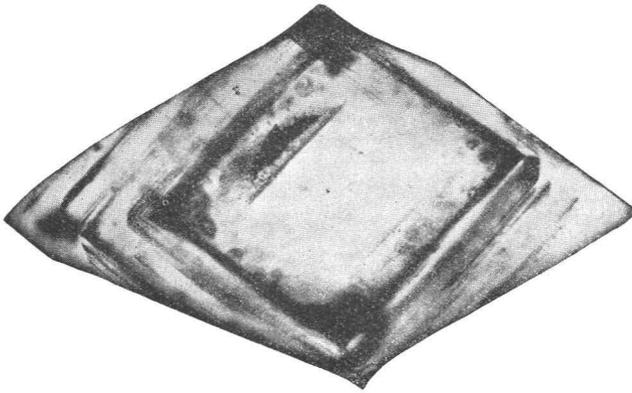
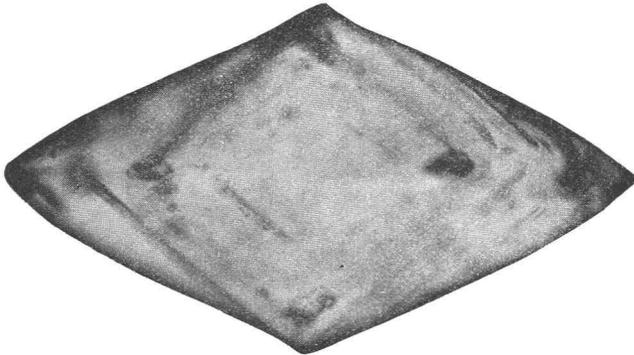


Fig. 16.



Mikrophotographien von Spaltstücken, wie sie in den Fig. 3—10 skizziert sind.

mehrere (meist 1—3) ineinandergestellte, geschlossene Vierecke, deren Seiten parallel sind und die im Falle I rechteckigen Umriß zeigen

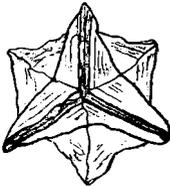
(Fig. 6, 7, 14), mit der Längserstreckung parallel der Schichtfläche, bei Fall II und III Rhomben mit den stumpfen Winkeln in analoger Lage, wie bei der äußeren Form (Fig. 8, 9, 15, 16). Die Abweichung dieser Winkel von 90° beträgt gewöhnlich nur wenige Grade (4—8), nur in Ausnahmefällen geht sie bis auf 25° , mitunter ist sie überhaupt kaum bemerkbar, so daß in diesen Fällen Spaltrisse und Schichtung parallel verlaufen. Außer den wenigen, zu geschlossenen Parallelogrammen vereinigten Wachstumsstreifen ziehen zwischen diesen und besonders außerhalb derselben zahllose mehr oder weniger dünne Streifen durch, oft nur einseitig entwickelt, doch stets geradlinig und den geschlossenen Formen parallel. Sie gehen nicht selten bis an die äußersten Randzonen heran, an diese scharf und unvermittelt anstoßend, fast an allen Figuren gut zu sehen. Mitunter sind breitere Streifen in den Regionen der spitzen Winkel eigentümlich abgesehrt. (Fig. 8, 15.) In den Zonen zwischen den Wachstumsschichten sind größere Hohlräume mit Gas und Lauge (oft Libellen) massenhaft vorhanden, der Form nach in allen Übergängen von regelmäßigen Würfeln bis zu stark verzerrten Gebilden. Die Ausbildungsweise der negativen Krystalle zeigt keinerlei Abhängigkeit von der Lage der Tonwürfelsalze innerhalb der Schichtflächen, wie dies für die äußere Form und auch für die Umrise beim Schichtenbau der Fall ist. Oft ist der Keimpunkt, sehr häufig auch die Eckpunkte der ersten geschlossenen Parallelogramme durch größere, unregelmäßig geformte Hohlräume markiert. (Fig. 8, 9, 16.) Bemerkenswert ist die sehr häufig zu beobachtende stark exzentrische Lage des Keimpunktes, der sich als Ausgangspunkt der Wachstumsschichten meist gut fixieren läßt, ein Verhalten, das bei aufgewachsenen Krystallen nicht verwunderlich wäre, wohl aber bei den schwebend gebildeten Tonwürfelsalzen. (Fig. 7, 10, 11, 12, 13.) Ein Zusammenhang zwischen der Exzentrizität des Keimpunktes und der äußeren Gestaltung ist nicht zu konstatieren. Die randlichen Zonen der Krystalle, besonders bei größeren Exemplaren, sind oft reiner, einschlußärmer, so daß sich hier die stark markierte Zonarstruktur auf die Kernpartien beschränkt.

Die Mannigfaltigkeit und Eigentümlichkeit all der besprochenen Erscheinungen ist aus den beigegebenen Figuren zu ersehen.

Andere Vorkommen. In dem Tone zwischen unterem und mittlerem Horizont findet sich noch eine andere Art von Tonwürfel-

salz in Form kleiner, skelettartiger Krystalle von 2—5 mm Kantenlänge; die Erscheinungen der „Deformation“ sind analog den bei dem anderen Vorkommen beschriebenen, also Abhängigkeit der Winkelverzerrung von der Lage innerhalb der Tonschichtflächen. An sämtlichen Flächen zeigen sich napfförmige Vertiefungen, wobei die Würfelkanten scharf und gratartig hervortreten und sich gegen die Flächenmitte treppenförmig abdachen, ähnlich wie dies bei Steinsalzkristallen aus rasch verdunstenden Lösungen bekannt ist; wulstartige Verstärkungen der Würfelkanten und Streifungen der gebrochenen Fläche parallel dieser sind gewöhnlich zu beobachten. Die rhomboederähnlich verzerrten Exemplare bieten ein besonders merkwürdiges Bild, sie stellen nur zwei nach entgegengesetzter Seite gerichtete dreikantige Dächer dar, die gegeneinander um 180° gedreht

Fig. 17.



Skizze eines kleinen, skelettartigen Tonwürfelsalzemplares.

sind (Fig. 17). Durchschnitte solcher Exemplare im Ton erscheinen dementsprechend als dreistrahlige Sterne. Das Innere der Krystalle enthält oft so reichlich Dolomit, daß dieser über das Steinsalz überwiegt. Die Steinsalzfällmasse gehört nicht einem einzigen Krystallindividuum an, sondern besteht aus mehreren oft annähernd parallel verwachsenen Körnern und zeigt graue, rötliche und gelbliche Farbentöne, mitunter auch Beimengung kleiner Sylvinkörner. Nicht selten erscheinen diese kleinen Tonwürfelsalze mit Exemplaren der anderen Art verwachsen, wobei sie rundum ausgebildet und in die größeren Krystalle hineingewachsen sind; sie stellen also die ältere Bildung dar. Daß sie nicht etwa ein Jugendstadium der anderen darstellen, beweist der Umstand, daß winzige Kryställchen der anderen (ebenflächigen) Art ebenfalls vorkommen. Die Einzelemplare lassen sich leicht aus dem umhüllenden Ton herauslösen und sind oft von dünnen, weißen Häutchen von Steinsalz überkrustet.

Die Tonwürfelsalzbildungen in den harten, feingeschichteten Anhydrit(Dolomit)gesteinen sind ganz flache, dolomitreiche, von körnigem Material erfüllte Aggregate, deren Umrisse aber auf den Schichtflächen deutlich und scharf hervortreten und den übrigen Vorkommen analoge Eigenschaften zeigen.

Deutung der Erscheinung. Auf die am Anfange dieses Kapitels erwähnten Erklärungsversuche der Erscheinung der „Defor-

mation“ durch die älteren Autoren soll nicht näher eingegangen werden. Rinne sagt zur Deutung: „In Wirklichkeit hat man es gewiß bei den in Rede stehenden Bildungen mit im festen Zustande umgeformten Krystallen zu tun. Dabei mag an die Untersuchungen des Verfassers über plastische Deformation von Steinsalz erinnert werden und an die schönen Experimente von Milch, der zeigte, in welchem hohen Maße Steinsalz bei erhöhter Temperatur umgestaltet werden kann. Die ausgezeichnete Art der vorliegenden deformierten Krystalle mag mit großer Langsamkeit der Druckwirkung zusammenhängen, die allmählich wachsend über geologische Zeiten dauerte“.

„Da die Schichten, in denen die Steinsalzkrystalle gefunden sind, sölilig lagern, so kommt nur Hangenddruck in Betracht. “
 „Es hat also eine Verschiebung der Gestalt des Materials stattgefunden unter Erhaltung der Parallelstellung der Teile des Krystalls.“

Rinne nimmt also an, daß ursprüngliche Würfelkrystalle allmählich unter einseitigem Druck durch Translation ihre jetzige Gestalt erhielten. An meinem umfangreichen Material ergaben sich nun eine Reihe von Eigentümlichkeiten, welche, wie mir scheint, mit der Annahme nachträglicher Umformung ursprünglicher, fertiger Würfelkrystalle nicht gut vereinbar sind.

Zum Zustandekommen so weitgehender Verdrückungen muß man wohl annehmen, daß die umhüllenden Tonschichten um einen der Deformation annähernd entsprechenden Betrag zusammengedrückt wurden und zwar müßte dies geschehen sein, als die Schichten bereits von einer größeren Sedimentmasse überlagert waren. Ein Schwinden von Tonschichten durch nachträgliches Auspressen von Wasser — nur dadurch könnte wohl eine bedeutende Volumenabnahme erklärt werden — ist im allgemeinen recht wohl vorstellbar, doch nicht in den speziellen Fällen im Wittelsheimer Kalilager: betrachten wir als ein Beispiel die Liegendtonschichten des unteren Lagers, in welchen sich Tonwürfelsalze von beträchtlicher Größe vorfinden; eines dieser Exemplare stellt, dem Fall I entsprechend, ein nahezu rechtwinkeliges Prisma dar, tafelig nach der Schichtfläche mit den Kantenlängen 40:40:12 mm; ein volumgleicher Salzwürfel hätte eine Kantenlänge von fast 27 mm, es wäre also ein Zusammendrücken des Tones um 15 mm, das ist mindestens 10% seiner Höhe, zum Zustandekommen der Deformation nötig; die ausgepreßte Wasser-

menge würde mindestens 15 *l* pro Quadratmeter betragen. Nun sieht man aber in den bis 5 *cm* dicken, ungemein harten, undurchlässigen dolomitischen Anhydritschichten, welche die unmittelbare Decke dieser Tone bilden und die im Innern meist keine Spur von Chloriden enthalten, oft viele Meter weit nicht einmal Andeutungen von Rissen, geschweige denn größere mit Salz erfüllte Spalten, die man als Ausbruchstellen der ausgepreßten Salzlauge ansprechen könnte.

Auch würde wohl die Deformation nicht bei Körpern mit nahezu ebenen und glatten Begrenzungsflächen stehen bleiben, sondern abgerundete und linsenförmige Formen liefern.

Eine Deformation durch Translation wäre in unserem Falle nicht durch Verschiebung größerer, zusammenhängender Partien des Steinsalzkrystalles vorstellbar, sondern nur durch eine solche kleinster Teile. Somit sind in Regionen, in welche das Material durch Translation gelangte, also etwa im Bereiche der Seitenkanten bei rhomboiderähnlichen Exemplaren, mit Lauge oder Luft erfüllte, negative Krystalle mit Begrenzungselementen parallel den Spaltrissen und Wachstumserscheinungen in Form schichtiger Trübungen, hervorgerufen durch Anhäufungen winziger Poren, nicht leicht vorstellbar. Tatsächlich sind aber negative Krystalle und Wachstumstreifen bis knapp in die Randzonen ungestört fortziehend an allen Stellen der Krystalle vielfach zu beobachten.

Daß sich bei den vielen Beispielen annähernd paralleler Verwachsungen zweier oder mehrerer Krystallindividuen mit reichlichen, scharf erhaltenen, vorspringenden Kanten und Ecken und einspringenden Winkeln alle Details nach Translationsvorgängen völlig erhalten haben und auch im Innern der Krystalle die einzelnen, nur wenig gegeneinander geneigten Individuen sich durch geringe Neigungsunterschiede der Spaltflächen scharf unterscheiden lassen, ist zwar theoretisch nicht unmöglich, doch immerhin nicht recht wahrscheinlich.

Auch bei den Wachstumserscheinungen bei C ergeben sich gewichtige Bedenken: Wie könnte man durch Translation die Tatsache erklären, daß schon die parallelogrammatischen Umriss im Kern der Krystalle Abweichungen von 90° zeigen und die Erscheinung, daß geradlinige Stücke von Wachstumstreifen bis in die äußersten Teile der spitzen Winkel scharf gegen die äußeren Begrenzungen stoßen?

Endlich würde man auch bei der Erklärung der Dolomitinkrustationen und der großen, von den Wandungen aus an beliebigen

Stellen bis tief in das Steinsalz hineingewachsenen Dolomitkrystalle auf Schwierigkeiten stoßen, ebenso bei der Deutung der oft beträchtlichen treppenförmigen Vertiefungen auf den Flächen rhomboederähnlicher Tonwürfelsalze, wie sie Exemplare von A nicht selten zeigen.

Die angeführten Schwierigkeiten fallen weg, wenn man annimmt, daß die Gestaltveränderung, welche die Tonwürfelsalze zeigen, lediglich eine Wachstumserscheinung sei, daß also nicht zwei verschiedene Stadien: 1. Ausbildung unversehrter Würfel, 2. Deformation dieser Würfel, in Betracht kämen, sondern nur eines: Wachstum unter besonderen Bedingungen, daher in eigentümlicher Gestaltung.

Es mögen hierbei vornehmlich zwei Faktoren modifizierend gewirkt haben:

1. Selektive Materialzufuhr, derart, daß in den Richtungen parallel zu den Schichtflächen Materialtransport und Laugenzirkulation viel leichter und reichlicher vor sich gehen konnte, als senkrecht dazu.

2. Wachstumsbehinderung in der Richtung des größten (normal zur Schichtfläche), Wachstumsbegünstigung in der Richtung des kleinsten Widerstandes (innerhalb der Schichtfläche).

Beide Faktoren gehen natürlich Hand in Hand und können durch intensives Zusammenpressen der Schichten noch wesentlich gesteigert worden sein. Es wäre also die Erscheinung richtiger als „Verzerrung“ anzusprechen.

Es kommt somit in erster Linie auf die Beschaffenheit des umhüllenden Materiales an: je feinschichtiger der Ton ist, desto größer werden die Abweichungen von der Würfelform, desto regelmäßiger und gleichartiger aber auch die Verzerrungen sein (vgl. pag. 379). In ungeschichtetem, oder nur wenig gebanktem Ton werden die Dimensionsunterschiede in den zwei aufeinander senkrechten Richtungen zurücktreten,¹⁾ die sonstige Gestaltung wird vielfach durch Störungen, wie Inhomogenität des Tones, ungleiche Nahrungszufuhr

¹⁾ Sehr wichtig ist diesbezüglich das Verhalten der allerdings seltenen Tonwürfelsalze in den nur wenig gebankten, zentralen Teilen der Tonschichte zwischen mittlerem und oberem Horizonte. Ich habe es leider übersehen, dieser Erscheinung an Ort und Stelle nachzugehen und konnte nur einige gesammelte Krystalle aus der betreffenden Schichte untersuchen; tatsächlich zeigten diese unabhängig von ihrer Lage durchwegs Winkel, die von 90° nur unbedeutend abwichen und keine Dimensionsunterschiede in der Schichtfläche und senkrecht dazu.

(etwa durch Einflußnahme anderer nahegelegener Krystallisationszentren) etc., beeinflußt sein und so zu mehr oder minder unregelmäßigen, oft asymmetrischen Gebilden führen; im Idealfall, das ist bei völlig ungestörten Bildungsbedingungen, würden sich Krystalle in Würfelform, höchstens mit treppenförmigen Vertiefungen auf den Würfelflächen¹⁾ entwickeln.

Die beim Steinsalz vorhandene Eigenart des begünstigten Wachstums der Würfelkanten gegenüber den Flächen war vielleicht auch von einiger Bedeutung, und zwar hat sie bei den Würfelkanten mit der Wachstumsrichtung in der Schichtfläche, oder nur wenig dazu geneigt, zur Ausbildung spitzer Kantenwinkel mitgeholfen; bei den anderen Würfelkanten hat ein Widerstreit zwischen rascherem Wachstum und größerem Widerstand in der Richtung senkrecht zu den Schichtflächen, resp. geringerer Stoffzufuhr, stattgefunden; vielleicht ist die Ausbildung der Wülste gleichsam die Resultierende dieser Wirkungen.

Die Erscheinungen negativer Krystalle auch in den äußersten Randzonen und des Schichtenbaues durch zonenweise Anreicherung winziger Hohlräume finden durch obige Annahme eine einfache Erklärung. Daß die Einschlüsse von Luft und Lauge in den Randpartien oft zurücktreten (bei größeren Krystallen von C), ist auf langsames Wachstum in den letzten Stadien zurückzuführen. Der Umstand, daß die durch die Wachstumsschichten angedeuteten Umrisse der Krystalle in früheren Perioden bereits den bei der äußeren Gestalt auftretenden Verzerrungen analoge Abweichungen von der Würfelgestalt, wenn auch in geringerem Maße, erkennen lassen, wie dies bei Exemplaren von C beschrieben wurde, läßt sich m. E. nur durch Wachstumsbeeinflussung deuten.

Nur die Erscheinungen der Doppelbrechung, die Krümmungen und Knickungen der Spaltflächen und die feinen, mit Ton erfüllten Risse an der Oberfläche (B) sind als Folgewirkungen des Druckes anzusprechen; bei diesen Rissen wurde Tonsubstanz längs der Spaltflächen in das Salz eingepreßt, stellenweise auch, meist von einzelnen Punkten ausgehend, auch nach den Gleitflächen (vielleicht eine den Schlagfiguren analoge Erscheinung).

Die Ausbildung der relativ großen Dolomitkrystalle, die als zusammenhängende Rinden oder auch als Gruppen und Einzel-

¹⁾ Derartige Gebilde konnte ich in Hallstatt in großen Exemplaren sammeln.

individuen von der Oberfläche aus bis tief in das Innere der Tonwürfelsalze hineingewachsen erscheinen, läßt sich etwa folgendermaßen vorstellen: Zugleich mit dem Wachstum der Steinsalzkrystalle oder wenigstens in einem frühen Stadium begann an der Grenze von Ton gegen das Steinsalz der Ansatz von Dolomitkrystallen, die, selbst langsam wachsend, von dem Steinsalz allmählich zurückgeschoben wurden; hie und da haben sich hierbei einzelne Dolomitkrystalle von ihrer Unterlage abgelöst, die sich nunmehr an den fertigen Tonwürfelsalzen als schwebende, rundum ausgebildete Kryställchen im Steinsalz vorfinden. Durch Annahme dieses allseits gleichzeitig beginnenden Wachstums wird die merkwürdige Erscheinung der einheitliche Krystallindividuen darstellenden Randzonen bei A verständlicher; es erklären sich auch die oft beträchtlichen Vertiefungen auf den Würfelflächen, wie sie bei A erwähnt wurden: die Dolomitrusten waren so stark geworden, daß sie ein Ausheilen der im Wachstum zurückgebliebenen zentralen Teile der Würfelflächen verhinderten.

Es sei noch auf andere Beobachtungen hingewiesen. Manche der Salzgesteinsschichten, am besten die Steinsalzeinlagerung in der unteren Partie des Tones zwischen unterem und mittlerem Horizont, zeigen an der Hangendgrenze Erscheinungen, die auf nachträgliches Wachstum hindeuten (wasserklare, größere Krystallindividuen, Vergesellschaftung mit Fasersalz). Die Krystallenden, mit denen diese Schichten gegen den Ton stoßen, lassen ganz analoge Erscheinungen erkennen wie die Tonwürfelsalze: Ausbildung von Winkeln, die von 90° verschieden sind, Entwicklung von Wülsten etc. Im Tone zwischen der ersten und zweiten Steinsalzlage in der Liegendpartie des oberen Horizontes kommen große, linsenförmige Steinsalzkrystalle oder Aggregate größerer Krystalle vor, die der umhüllende Ton gleichsam umfließt, die also sicherlich schon vorhanden waren, ehe das Tonsediment ausfiel, oder wenigstens zu eben dieser Zeit entstanden. Diese Krystalle zeigen weder die Klarheit und Reinheit, noch die eigentümlichen Gestaltungen der Tonwürfelsalze.

Nach all dem Gesagten mag man sich die Bildung der Tonwürfelsalze etwa folgendermaßen vorstellen: Nach Absatz der Salztone und Bedeckung derselben mit Hangendmaterial begann an verschiedenen Stellen durch die auf Kornvergrößerung hinarbeitende Oberflächenenergie der zahllosen winzigen Steinsalzkörner das Wachs-

tum von Steinsalzkrystallen, wobei das im Ton enthaltene Wasser den Lösungstransport vermittelte. Durch reichlichere Materialzufuhr und erleichtertes Wachstum in der Richtung der Schichtflächen bildeten sich die Krystalle nicht isometrisch aus, sondern als Gebilde mit erheblichen Verzerrungen in der Richtung der Schichtflächen. Langsames Wachstum bewirkte die relativ große Reinheit des Materiales. Nur bei C muß in einem Anfangsstadium rascheres Wachstum stattgefunden haben, das zur Bildung der zahllosen Einschlüsse und des Schichtenbaues geführt hat; vielleicht war da die Kommunikation mit der überstehenden Salzlauge noch nicht abgeschnitten. Durch dicke Überkrustung mit Dolomit, durch Herstellung eines Gleichgewichtszustandes und durch Beginn des Wachstums von Fasersalz fand die Ausbildung der Tonwürfelsalze ein Ende.

Spaltensalz.

Durch sämtliche salzführende Tonschichten weit verbreitet sind Salzbildungen, welche in Aggregaten von verschiedener Beschaffenheit das Ausfüllungsmaterial von Spalten¹⁾ und Klüften bilden und in Lagen von den verschiedensten Dimensionen die Tonschichten durchziehen. Wie sie sich auf die Tonschichten im Bereiche der Kalilager verteilen, ist aus der Tabelle pag. 382 ersichtlich.

Es lassen sich zwei verschiedene Arten dieser Spaltensalze unterscheiden, 1. Fasersalze und 2. Salzauffaltungen, respektive aus solchen entstandene Gebilde; die beiden Arten erscheinen dadurch miteinander verknüpft, daß Fasersalzsichten zumeist an den Salzbändern der Auffaltungen entwickelt sind.

Fasersalze. In den Liegendtonen des unteren Lagers und den Schichten zwischen unterem und mittlerem, mittlerem und oberem Horizont (hier nur bei Entwicklung als feingeschichtetes Material, also speziell im südlichen Teil des Lagers, ist eine Art von Fasersalzaggregaten besonders häufig und durch bemerkenswerte Gleichförmigkeit der Ausbildung ausgezeichnet. Es sind dies Lagen von ca. 1 cm Dicke, gelblich oder rötlich gefärbt, welche die Tonschichten gewöhnlich nahezu senkrecht zur Ablagerungsfläche gangartig durchsetzen, nur selten dazu stärker geneigt sind und sich leicht in größeren Platten aus dem umhüllenden Tonmateriale herauslösen lassen; ihre

¹⁾ Es sei hier vorweggenommen, daß mit Ausdrücken wie Spalten, Klüfte etc. nicht die Vorstellung ehemals offener, klaffender Hohlräume verknüpft werden kann.

Trassen auf den Schichtflächen der Tone haben gewöhnlich annähernd geradlinigen Verlauf; oft auch sind die Platten sanft gebogen und zeigen nicht selten Abzweigungen, wobei Winkel von ca. 90° bevorzugt erscheinen; oft sind benachbarte Fasersalze durch ganz feine, nahezu senkrecht absetzende Salzschnüre verbunden. Die Fasersalzlagen setzen in vertikaler Richtung meist durch die ganze jeweilige Tonlage hindurch, in der Mitte am dicksten, gegen die Grenzen der Tonbänder zu sich rasch verjüngend und beiderseits instumpfen Schneiden auskeilend. Wo in den Liegendpartien der Tone den Schichtflächen parallel eingelagerte Steinsalzbänder auftreten (siehe pag. 354), beginnen die Fasersalzlagen meist oberhalb derselben; durch die hangenden Anhydrit-Dolomitgrenzschichten setzen sie fast nie durch¹⁾, sondern enden unterhalb derselben und sind in dem harten, feinkörnigen Anhydrit(Dolomit)materiale höchstens durch feine, unregelmäßig verlaufende Sprünge angedeutet. Meist stellen sie nur ein System von Steinsalzfasern dar, die auf den Kluftwandungen annähernd senkrecht stehen, in selteneren Fällen auch zwei, die im mittleren Teil der Lagen mit feiner Naht zusammenstoßen. Sehr häufig sind zahllose Salzfasern, oft auf mehrere Quadratcentimeter hin, annähernd parallel gestellt, oder auch zu einheitlichen Steinsalzindividuen vereinigt, wobei die Faserung nur noch durch feine Streifung angedeutet erscheint; eine der gemeinsamen Spaltrichtungen dieser einheitlichen Faserbündel läuft gewöhnlich beiläufig parallel den Kluftwandungen. An den Salzbändern gegen den Ton sind stets dicke, zusammenhängende Krusten von Dolomitkrystallen entwickelt, die auf dem Ton als Unterlage aufsitzen, mit den Krystallspitzen gegen die Steinsalzfällmasse gerichtet. Auch im Steinsalz selbst (Sylvin fehlt bei dieser Varietät!) sind sehr häufig durch die ganze Lage hindurch rundum ausgebildete Dolomitrhomboeder (— 2 R) verstreut, häufig ist auch ein geringer Anhydritgehalt und kleine Carnallitkörner mit sechsseitigen Umrißformen sowohl im Inneren, als auch in den Randzonen. Zwischen den langgestreckten Steinsalzindividuen sind reichlich Hohlräume, mitunter parallel der Längserstreckung der Fasern ausgezogen, vorhanden, erfüllt mit Gas oder Lauge. Oft schieben sich zwischen die Dolomitsalzbänder und den

¹⁾ In den seltenen Fällen bei Vorkommen dieser oder anderer Art, bei welchen der Anhydrit (Dolomit) von Spaltensalz durchbrochen wird, ist es als ein Band reinweißen, faserigen Steinsalzes entwickelt.

Ton noch eine oder mehrere Zwischenlagen, entweder sehr dünne, feinfaserige Steinsalzblätter, oder auch mehr oder weniger breite Lagen von reinweißem Faseranhydrit, mitunter mit Fasersteinsalz gemengt, in allen möglichen Übergängen; namentlich im Tone zwischen dem mittleren und oberen Horizonte (und zwar speziell im feinschichtigen Materiale des südlichen Lagers) sind rötliche Fasersalzschnüre, mitunter über 2 *cm* breit, mit scharf absetzenden, breiteren reinweißen Anhydritrandzonen häufige und sehr augenfällige Erscheinungen (Fig. 8, Taf. XII). Diese Randzonen von Faseranhydrit, dessen sehr feine Fasern gleichfalls senkrecht auf den Kluftwandungen stehen, wechseln häufig und auf kurze Strecken ihre Dicke und zwar erscheint mit dem Zurücktreten auf der einen Seite die Grenzzone auf dem gegenüberliegenden Salband mächtiger entwickelt, wobei sich das Fasersteinsalz im zentralen Teile bald der einen, bald der anderen Tongrenze nähert und daher oft einen Verlauf in sanften Schlangenwindungen erkennen läßt.

Wo der Ton zwischen dem mittleren und oberen Horizonte die vertikale Differenzierung in breite, feingebankte Schichtbänder und fast ungeschichtete Mittellagen zeigt, sind die Spaltensalze, die hier übrigens zurücktreten, etwas anders ausgebildet, es treten oft größere, unregelmäßiger geformte Faseraggregate von helleren, grauen Farbentönen auf, oft mit feinen, rötlichen Fasersalzbändern; auch zeigt sich im mittleren Teile oft ein stärkeres Anschwellen.

Im Ton zwischen dem unteren und mittleren Horizonte kommen nicht selten weiße bis gelbliche Fasersalzlagen vor, die bis 5 *cm* Breite zeigen; sonst unterscheiden sie sich von den oben beschriebenen nur etwa noch durch größere Feinheit der Salzfasern und dadurch, daß durch die ganze Fasersalzlage langgestreckte Anhydritleisten verteilt sind, an den Randpartien angereichert. Oft sind die Steinsalzfasern gekrümmt und gebogen, wobei bei geringer Inanspruchnahme die Anhydritnadeln gleichfalls schwache Biegungen zeigen, bei stärkerer jedoch zerbrochen sind, wie dies Fig. 18 (Dünnschliffphotographie zwischen gekreuzten Nicols) gut erkennen läßt. Hieraus geht hervor, daß die Biegung dieser Fasern erst nach ihrer vollständigen Ausbildung vor sich gegangen ist, etwa durch langsam wirkende Verschiebungen innerhalb desangrenzenden Tonmaterials.

Eine andere, seltenere Art von Fasersalzbildung, die ich in guten Exemplaren nur in den Tonschichtbändern der Steinsalzzwischen-

lage im mittleren Horizont sammeln konnte, ist durch ein reichliches Mitvorkommen von faserigem Sylvin ausgezeichnet und scheint zu den Faltensalzbildungen und deren Abkömmlingen hinüberzuleiten. Die ca. 2 cm breiten Fasernsalzlagen zeigen rötliche Farbtöne, nur an den Rändern durch stark hervortretendes Steinsalz hellere, gelbliche Färbung; sehr häufig ist eine solche Lage durch eine den Klüftwandungen parallel laufende Naht im mittleren Teile in zwei

Fig. 18.



Dünnschliff (Nicols +); Anhydritfasern zwischen Steinsalzfasern, erstere mehrfach geknickt und gebrochen.

Hälften geteilt. Bemerkenswerterweise scheint bei diesen Spalten-salzen die randliche Dolomitinkrustation gänzlich zurückzutreten. In den zentralen Partien der Lagen sind grobe Fasern von Sylvin entwickelt, die oft massenhafte Steinsalzeinschlüsse in Form winziger Körnchen, oder auch kleiner, meist orientiert eingelagerter Stäbchen eingeschlossen enthalten. Steinsalzfasern sind, namentlich in den randlicheren Partien, reichlich den Sylvinfasern beigemischt, unmittelbar an den Salzbändern verdrängen sie den Sylvin vollständig. Andererseits sind auch Sylvineinschlüsse in diesen Steinsalzfasern außerordent-

lich häufig, und zwar neben vereinzeltten Körnern in der Form langgestreckter, dünner Nadeln von geradlinigem Verlauf und rötlicher Farbe. Mitunter ist das Auftreten solcher Sylvinfasern ein so massenhaftes, daß sie an Menge über das umschließende Steinsalz überwiegen, oft sind sie nur in vereinzeltten Nadeln vorhanden. Niemals erscheinen die Sylvinnadeln zu zusammenhängenden Büscheln vereinigt, stets sind die einzelnen Fasern jede für sich frei entwickelt und zeigen auch bei größeren Entfernungen voneinander streng parallelen Verlauf innerhalb der einzelnen Steinsalzkörner. In der Nähe der Tongrenze setzen sie oft mit kleinen, knopfförmigen Verdickungen plötzlich gegen einschlußfreies Steinsalz ab. Es scheint zwischen diesen Sylvineinschlüssen und dem umhüllenden Steinsalz die gesetzmäßige Beziehung zu bestehen, daß die Würfel­flächen beider Minerale parallel orientiert sind; die Längserstreckung der Sylvinfasern läuft meist einer Würfelkante parallel, doch sind auch Beispiele zu beobachten, bei denen die Verzerrung zur Faserform nach einer Würfel­flächendiagonale, also parallel einer Rhombendodekaederfläche erfolgt, wobei aber die Parallelstellung der Spaltflächen in Steinsalz und Sylvin erhalten geblieben ist. In selteneren Fällen zeigt sich eine Krümmung der Fasersylvineinschlüsse, meist ohne Eintreten von Brüchen und Knickungen; die Parallelität der zum gleichen System gehörigen Sylvinfasern bleibt hierbei erhalten.

Erwähnenswert wären noch die feinen, oft fast papierdünnen Fasersalzlagen,¹⁾ die in allen Tönen vorkommen, die Schichtflächen meist unregelmäßig durchbrechend, auch diesen parallel eingeschaltet. Als Ausfüllungsmaterial treten hier neben sehr feinen Steinsalzfasern Dolomitkrystalle auf, die oft die Schichte ihrer ganzen Dicke nach durchsetzen, seltener auch feine Sylvinfasern, die den Steinsalzfasern meist nur in spärlichen Mengen beigemischt sind. Mitunter weisen die Fasern mehrfache Fältelungen und Knickungen auf.

Salzauffaltungen. Zu den eigentümlichsten Erscheinungen im Bereiche des unteren Lagers gehören merkwürdige Faltenbildungen, welche besonders in den Tönen zwischen dem unteren und mittleren, und mittleren und oberen Horizont zu beobachten sind,

¹⁾ Nicht selten sind kleine, dünne Spalten zu beobachten, die von Steinsalz erfüllt sind, wobei die Füllmasse ein einziges, einheitliches Steinsalzindividuum darstellt. Gute Beispiele hiefür fand ich in den Tönen zwischen den Liegensalzbänken des oberen Horizontes.

und zwar besonders gut im südlichen Lager. Neben den deutlichen Salzfalten sind Spaltensalzbildungen reichlich vorhanden, die von ersteren abzuleiten sind und die nicht nur in den beiden erwähnten Tonlagen, sondern auch in allen anderen (mit Ausnahme der Liegendtone), auch den dünnen Tonschichten auftreten, besonders häufig und gut entwickelt in den Tonschichtbändern der Steinsalzzwischenlage im mittleren Horizont.

Die Faltenerscheinung stellt sich so dar, daß an mehreren Stellen die Tonschichten in einzelne, scharf abgeschnittene Bruchstücke zerrissen sind; in die breiten Räume zwischen den einzelnen Tonschollen sind die angrenzenden Salzbänder hineingefaltet, die Schichten im Liegenden des Tonmaterials häufiger und intensiver als im Hangenden; hierbei ist zu beobachten, daß der Zusammenhang mit den ungestörten Salzlagen völlig erhalten geblieben ist, so daß die horizontalen Bänder unmittelbar in die gefalteten übergehen.

An diesen Faltenbildungen beteiligen sich meist 3—4 Salzschiehten, manchmal auch mehr oder weniger, in den angrenzenden Lagen sieht man in vertikaler Richtung unter (respektive über) den betreffenden Stellen oft Andeutungen dieser Inanspruchnahme durch schwache Aufwölbungen, die aber bald verklingen und ungestörten Salzbändern Platz machen. Die Breite der Salzfalten ist gewöhnlich um 15 *cm*, doch kommen auch Dimensionen bis über das Doppelte vor. Die Mächtigkeit der einzelnen beteiligten Salzgesteinsschichten erscheint in den Faltungen meist nicht reduziert und es zeigen sich auch keinerlei Unterschiede in Korngröße und Struktur zwischen gefaltetem und ungefaltetem Material, auch die Grenzen der Schichten gegeneinander sind in aller Schärfe erhalten geblieben.

Zwei Beispiele sollen das Gesagte noch näher beleuchten und ergänzen. Die besten Vorkommen von Salzfalten sind bei Abbau 22 im südlichen Lager zu beobachten, Fig. 3 auf Tafel XI zeigt einen Teil dieses schönen Aufschlusses. Der ca. 20 *cm* starke Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont erscheint in mächtige, 50—70 *cm* lange Schollen zerrissen, wobei sich die mit scharfen, eckigen Grenzen absetzenden Tonrümpfer in der Horizontalen etwas gegeneinander verschoben haben; zwischen dem Verhalten des Tonmaterials selbst und dem des darauffliegenden Anhydritgesteinsbandes zeigt sich keinerlei Unterschied. Auch die Tatsache, daß die Salzschiehten im Hangenden des Tones sich weniger an den Einfaltungen beteiligen, als die

im Liegenden, tritt gut in Erscheinung; man kann ferner schon aus dem Bilde ersehen, daß die erste rote Sylvinschichte (240 des Detailprofils) an den Stellen über dem Salzmittel zwischen den Tonbrocken beträchtliche Verdickungen zeigt. Der genannte Unterschied im Verhalten der Hangend- und Liegendschichten hat wohl seinen Grund darin, daß die als Hangendschichten des Tones auftretenden Steinsalzlagen (es sind dies die Liegendsteinsalzbänke des mittleren, respektive oberen Horizontes) durch ihre größere Mächtigkeit und das gröbere Korn einen größeren Widerstand leisten, als die feinkörnigeren und schwächeren Liegendschichten.

Ein Beispiel von einer anderen Stelle des südlichen Lagers zeigt die Fig. 10, Taf. XIII, die eine Salzfalte aus dem Tone zwischen dem mittleren und oberen Horizonte darstellt. Zum Vergleiche ist noch die Abbildung einer Salzstufe mit ungestörten Salzbändern ans der gleichen Region beigefügt. Fig. 11, Taf. XIII. Die Photographie der Falte und ein schönes Exemplar derselben verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Professor C. Schmidt in Basel, dem ich auch sonst für mancherlei Unterstützung zu Dank verpflichtet bin. Man sieht an diesem Beispiele jene Salzsichten an der Faltenbildung beteiligt, die im Detailprofil bei 400—416 dargestellt sind. Den Kern der Falte bildet das Sylvingestein bei 400; die scharfe Abgrenzung und der Unterschied in den Farbennuancen der beiden Sylvingesteinschichten 404 bis 410 sind in der Falte unverändert vorhanden. Bemerkenswert ist das Verhalten des toniganhydritischen Bandes von 411, welches größere, rundum ausgebildete Steinsalzkristalle umschließt: Die Tonschichte erscheint in mehrere unzusammenhängende Brocken mit scharf abgrenzenden Bruchflächen zerrissen, ein Analogon zu den mächtigen Tonzwischenlagen, welche dieselbe Erscheinung in größerem Maßstabe zeigen. Die unmittelbaren Grenzsichten legen sich in weichen Rundungen um die unregelmäßigen, kantigen Tonbruchstücke, ohne aber in ihrer Beschaffenheit irgendwelche Veränderung erkennen zu lassen. Die vom zerrissenen Tonband umhüllten Steinsalzkristalle sind völlig erhalten und zeigen unverändert ihre schönen Wachstumserscheinungen. Der hangende Teil der Falte ist von weißem bis hellrötlichem Steinsalz von mittlerem Korn erfüllt, in der mittleren Partie ist vielfach beträchtliche Kornvergrößerung zu konstatieren. Das Material dieses Steinsalzes entstammt offenbar den Liegendbänken des oberen Horizontes. Der Hangendanhydrit des Tones ist

stellenweise als Grenzschiechte der Falte gegen den Ton vorhanden, zum Teil ist er in plattige Brocken zerrissen und dem Steinsalz eingelagert; er zeigt faseriges Gefüge mit der Längserstreckung der Fasern normal auf seine Schichtflächen; an der Grenze gegen Steinsalz lösen sich mitunter die fest zusammengefügtten Fasern zu einem Gewirre einzelner in das Steinsalz hineinragender Nadeln auf. An der Grenze gegen Ton, auch zwischen diesem und den eingelagerten Anhydritbrocken, ist oft langfaseriges, weißes Fasersteinsalz entwickelt.

Die bisher besprochenen Erscheinungen stellen den allerdings häufig verwirklichten Idealfall der Salzauffaltungen dar. Öfters sind aber die Falten nicht so vollkommen erhalten, sondern selbst durch kleine Brüche gestört, derart, daß der eine Teil gegen den anderen in der Vertikalen um einen geringen Betrag verschoben erscheint. Durch solche und ähnliche Störungen findet ein Übergang statt zu der anderen, eingangs erwähnten, hierher gehörigen, sehr verbreiteten Art von Spaltensalzen, die sich etwa folgendermaßen darstellt: das Innere der ca. 3—5 cm breiten Gebilde ist eine unregelmäßige Füllmasse von vorwaltendem, dunkelroten Sylvin, vermischt mit Tonbrocken, körnigem Steinsalz und hie und da durchgreifendem Fasersatz; an beiden Salzbändern ist Fasersatz entwickelt, das in die unregelmäßigen Grenzen des Sylvins eingreift und mitunter durch ungefähr gleichbleibende Fasernlänge die unregelmäßigen Umrisse der Sylvinfüllmasse an der Grenze gegen den Ton beiläufig wiedergibt. Die aus der Tonumhüllung losgelösten Stücke zeigen dementsprechend ganz unregelmäßige, unebene Grenzflächen, an denen durch hervorspringende und eingekerbte Riefen und Striemen die Lage der feinen Schichtflächen des Tones markiert erscheinen. Diese Bildungen haben ganz das Aussehen von Rutschstreifen und es könnten Beobachtungen an derartigen Handstücken allein leicht zu irrümlichen Vorstellungen Anlaß geben. Bisweilen ist, namentlich in den Liegendzonen, eine undeutliche Faltenbildung noch angedeutet. (Fig. 8, Taf. XII.)

Die Grenzen der Fasersatzsalzbänder gegen Ton zeigen wieder reichliche Dolomitführung; analog den oben beschriebenen Fasersatzlagen. Auch dort, wo Steinsalz im Innern dieser Spaltensalze auf Tonbrocken stößt, sind Dolomit-Krystallzonen ausgebildet. Der intensivrote Sylvin zeigt öfters eine grobe Faserung mit der Längsrichtung der Fasern annähernd normal zur Kluftfläche, mitunter sind größere Sylvinindividuen bis zu mehreren Zentimetern Durchmesser entwickelt,

die weiß bis hellrot und durchscheinend sind, mit intensiv roten Randzonen; der Sylvin zeigt häufig Einschlüsse winziger Steinsalzkörnchen. Manchmal ist das körnige, auch das faserige Steinsalz in der Nachbarschaft des roten Sylvins schwach rötlich gefärbt. Die Grenzschichten gegen Ton bestehen oft aus mehreren durch Nahten getrennten Fasersteinsalzlagen, meist von verschiedenen Farbnuancen und Dimensionen.

Durch das Vorwalten oder Zurücktreten der Sylvinfüllmasse oder Fasersteinsalzgrenzzonen sind die Erscheinungen sehr mannigfaltig und wechselvoll: breite Füllmassen von körnigem Sylvin mit ganz schmalen Steinsalzalbändern; größere einheitliche Sylvinkristalle, durchsichtig, mit roten Randzonen, als Mittelteil von Fasersalzlagen, die ihrerseits wieder durch Entwicklung gelblicher, zu zusammenhängenden Individuen vereinigter Fasern oder durch Ausbildung langstrahliger, reinweißer Fasern, einseitig oder beiderseits auftretend, die die Mannigfaltigkeit noch erhöhen u. dgl. m.

Besonders im südlichen Lager kann man an den Firsten über den Verlauf der Spaltensalze in horizontaler Richtung manche Beobachtung machen, während sie an den Stollenwänden nur im Durchschnitt, die Schichten des Tones annähernd senkrecht durchsetzend, zur Anschauung gelangen. Man sieht, daß die Trassen der Spaltensalze in geradlinigen und scharfen Streifen von parallelem Verlaufe durchziehen, in seltenen Fällen auch staffelförmig gebrochen. Vielfach erscheinen sie durch schmale, oft senkrecht abzweigende Schnüre verbunden. Wieweit die größeren Auffaltungen streichen und wie sie verklingen, läßt sich aus Mangel an geeigneten Aufschlüssen nicht verfolgen, jedenfalls sind sie viele Meter lang. Die Spaltensalze der Tonschichtbänder des Steinsalzzwischenmittels (mittlerer Horizont) sind ausgezeichnet aufgeschlossen. Fig. 2, Taf. X stellt eine Photographie des Stollenfirstes aus dem südlichen Lager vor; man erkennt deutlich den auffallend parallelen Verlauf der einzelnen Lagen. Sie zeigen eine Länge von 3—4 m, eine Breite von ca. 4 cm (mitunter bis auf 1 cm heruntergehend oder bis auf 8 cm anschwellend) und einen Abstand von einander von 1—3 dm; an ihren Enden werden sie schmaler und laufen in unregelmäßige Verzweigungen aus. Sie heben sich von dem schwarzgrauen Untergrunde gut ab und verleihen der Decke eine schöne rote Flammung. Sehr merkwürdig ist die Erscheinung, daß bei den Tonschichtbändern dieser Steinsalzzwischenlage jeder Spaltensalzlage im Liegendton eine genau vertikal darüberliegende im Hangendton

entspricht; im Steinsalzzwischenmittel erkennt man an den entsprechenden Stellen Anreicherungen von rotem, feinkörnigen Sylvin, doch erscheint sonst die Schichtenfolge gänzlich ungestört. Jedesfalls deutet diese Erscheinung auf einheitliche mechanische Störungsvorgänge lange nach der Ablagerung und Überdeckung der Salzgesteine hin.

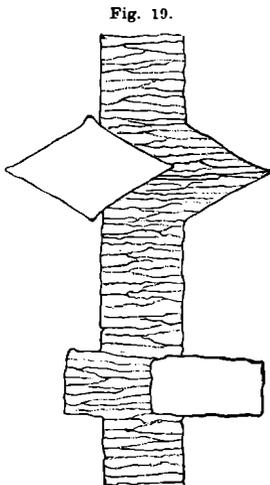
Wo dünne, tonige Bänder als das Liegende von Steinsalz- oder Sylvinlagen aus dem unteren Teile des mittleren Horizontes die Decke bilden, erscheinen sie von zahllosen, kleinen, schwach gekrümmten Klaffungen unterbrochen, die einander gleichfalls annähernd parallel verlaufen.

Auffallend ist es, daß alle diese Spaltensalzstreifen, wie sie an den Firsten sichtbar sind, speziell im südlichen Lager eine überraschend einheitliche Streichrichtung aufweisen, aus welchen Ton-schichten sie auch stammen, nämlich N 40—45° O, wie auf einem Wege von ca. 500 m durch Messungen festgestellt wurde.¹⁾ Diese Beobachtung stimmt gut mit der eingangs erwähnten Angabe B. Försters: „Es macht den Eindruck, als ob die Schichten durch einen von Südost herkommenden Druck zusammengeschoben worden seien.“ Es muß das durch tektonische, von Südosten her wirkende Kräfte in Mitleidenschaft gezogene Material, sei es nun, daß es sich um ein Zusammenschieben der Schichten handelt, sei es, daß schiebende oder scherende Bewegungen in dieser Richtung wirksam waren, derart reagiert haben, daß Zerreißen oder Spannungen entstanden, deren Streichen auf der wirkenden Druckrichtung senkrecht stehen, was mit obiger Beobachtung vollständig übereinstimmt.

Zusammenvorkommen von Tonwürfelsalz und Spaltensalz. Wo Tonwürfelsalz und Spaltensalz zusammen vorkommen, ist ersteres durchwegs die ältere Bildung. Wenn breite Auffaltungen Tonwürfelsalze umhüllen, ist es mitunter zu einer teilweisen Auflösung der letzteren gekommen, wobei aber einheitliche, wasserhelle Steinsalzpartien, oft noch mit undeutlichen Umrißformen, als Reste erhalten geblieben sind. Bei gänzlicher oder teilweiser Umschließung mit Fasersalz ist stets sowohl die äußere Form, als auch die Rinde der Tonwürfelsalze völlig erhalten, doch zeigt es sich, daß gleichsam ein Ausweichen des Fasersalzes stattgefunden hat; es hat sich

¹⁾ Systeme schief durchsetzender Streifen fehlen zwar nicht, doch treten sie im Vergleich mit der einheitlich streichenden gänzlich zurück.

durch gleichbleibende Fasernlänge auf der dem Tonwürfelsalz abgekehrten Seite, bei der selteneren gänzlichen Umschließung beiderseits, eine den Umrissen des Tonwürfelsalzes völlig entsprechende Ausbuchtung des Fasersalzes ausgebildet. Diese Nachbildung ist eine so weitgehende und die Erhaltung verschiedener Details (zum Beispiel der Wülste, der scharfen Absätze bei Verwachsungen) eine so verblüffende, daß diese Gebilde anfangs als Pseudomorphosen von Fasersalz nach Tonwürfelsalz angesprochen wurden, bis durchwegs beobachtet werden konnte, daß jedem solchen Fasersalzgebilde ein völlig erhaltener, unversehrter Tonwürfelsalzkrystall entspricht, in Lage, Form und Größe mit diesem völlig übereinstimmend, dessen äußere Umrißformen in der Nachbildung durch Fasersalz um den Betrag der Fasernlänge gleichsam parallel verschoben erscheinen. (Fig. 19.)



Skizze des Zusammenvorkommens von Tonwürfelsalz und Fasersalz.

Es ist also das Tonwürfelsalz stets älter als das Spaltensalz und war in seiner jetzigen Gestalt vollkommen fertig ausgebildet und mit seiner Dolomitrinde umgeben, als die Fasersalzbildung einsetzte.

Sehr oft ist zu beobachten, daß Tonwürfelsalzexemplare gleichsam den Ausgangspunkt von Fasersalzlagen darstellen, derart, daß dünne Fasersalzschnüre die direkte Fortwachsung einzelner Kanten der Tonwürfelsalze bilden, mitunter in geringer Entfernung auseinander, oft aber auch auf mehrere Zentimeter hin entwickelt. Mitunter, namentlich in den Liegendtonen des unteren Lager_s, lagern sich Fasersalzschnüre, bisweilen mit Anhydrit vermischt und in Faseranhydrit übergehend, von mehreren Seiten an Tonwürfelsalze an, wobei sich oft die Individuen der Fasersalzschnüre nach dem Tonwürfelsalzkrystall parallel einstellen.

Entstehung der Spaltensalze. Vor kurzem hat sich R. Schmidt¹⁾ eingehender mit Faserbildungen, speziell mit Fasersteinsalz und Faser gypsum beschäftigt. Er kommt bezüglich der krystallo-

¹⁾ R. Schmidt, Beschaffenheit und Entstehung parallelfaseriger Aggregate von Steinsalz und von Gyps. Kali 1912, pag. 385.

graphischen Orientierung der Steinsalzfasern durch Beobachtungen an zahlreichen Naturvorkommen zu dem Resultat, daß die Längs-erstreckung der Fasern allen möglichen Richtungen entsprechen könne, daß aber die in einer der Würfelflächen liegenden bevorzugt seien und unter diesen wieder speziell die Kantenrichtungen, seltener die Flächendiagonalen; diese Feststellungen erfahren durch obige Beschreibung eine Bestätigung. R. Schmidt versucht ferner die künstliche Nachbildung dieser Gebilde, welche nach seiner Angabe am besten gelingt, wenn man einen mit Salzlauge getränkten gebrannten Tonziegel der langsamen Verdunstung aussetzt, wobei sich die Oberfläche des Ziegels allmählich mit Fasersalz bedeckt. Das Wachstum der Steinsalzfasern geschieht derart, daß jede Faser durch den Lösungsnachschub von einer Pore aus weitergeschoben wird, daß sie also von der Basis, der Anwachsstelle aus fortwächst; die nötige mechanische Arbeit leistet hiebei der Kapillardruck (KrySTALLISATIONS-DRUCK).

Solche Bildungen, wie sie Schmidt durch das Experiment erhalten hat, sind in Salzbergbauen als Ausblühungen sehr häufig und bedecken oft die Wände der Stollen, Holzverschlüge, Rohrleitungen und dergleichen mit pelzartigen Überzügen¹⁾. Das beste Beispiel dieser Art konnte ich im Salzlager am Dürnberge bei Hallein in einem alten, seit vielen Jahrzehnten aufgelassenen Werk (Pflanzmannwerk, Jakobberg-Horizont) beobachten, wo bis 10 cm lange Steinsalzfasern, mitunter stark gekrümmt und oft zu lose zusammenhängenden Büscheln vereinigt, aus den Wänden und aus dem Boden herauswachsen und alles mit einer lockeren Kruste überdecken. Ganz analoge Gebilde im kleineren Maßstabe kann man vielfach an Salzionstufen sehen, die in Sammlungen aufbewahrt werden, und die sich schon nach kurzer Zeit mit einem Filz feiner, oft gekrümmter, ja spiralig aufgerollter Steinsalzfasern bedecken, ganz wie es Schmidt bei seinem „künstlichen Fasersalz“ beschreibt. Solche Steinsalzbildungen sind am besten als eine besondere Varietät abzuscheiden und

¹⁾ Eine andere Art ganz junger Steinsalzbildungen stellen feste, reinweiße, blumenkohlähnliche Ausblühungen dar, welche von den Bergleuten in den alpinen Salzbergbauen, wo derartige Gebilde recht häufig sind, als „Drusensalz“ bezeichnet werden; sie sind genetisch dadurch charakterisiert, daß sie durchwegs auf einer reinen Steinsalzunterlage aufsitzen.

als „Haarsalz“ zu bezeichnen.¹⁾ Schmidt glaubt nun die festen, kompakten Fasersalze aus den Salztönen auf die eben genannten Gebilde zurückführen zu können und führt diesbezüglich an: „Bildet sich in dem Salztone eine Kluft, so wachsen von beiden Kluftwänden die Fasern aufeinander zu, bis sie sich treffen, wodurch natürlich dem Wachstum ein Ziel gesetzt ist. Die anfangs lockeren Faseraggregate haben nun im Laufe der Zeit mannigfache Veränderungen durchgemacht, indem einerseits Durchfeuchtung durch gesättigte Lösung, andererseits Gebirgsdruck eine Umkrystallisation zur Folge hat. Die ursprünglich sehr feinen Fasern wandeln sich auf Kosten ihrer Nachbarn zunächst in immer gröbere Fasern um, woraus sich die verschiedene Dicke der oben untersuchten natürlichen Fasern erklärt.“ Dann wird noch erwähnt: „Die Beschaffenheit der Fasern läßt auch einen Schluß auf ihr relatives Alter zu, indem sehr feine, leicht abtrennbare Fasern als die jüngsten Bildungen, fest miteinander verwachsene Fasern als ältere Bildungen anzusprechen sind“ und „daß diese Klüfte längere Zeit geöffnet sein mußten“ Meiner Meinung nach sind die festen Fasersalze und diese lockeren Gebilde etwas ganz verschiedenes und scharf auseinanderzuhalten, somit der Erklärungsversuch Schmidts unbrauchbar. Klüfte, die längere Zeit offen stehen, sind in den weichen, unter Hangenddruck stehenden Salztönen schwer vorstellbar. Auch das Verfestigen durch zirkulierende Lösungen und Gebirgsdruck ist zum mindesten sehr hypothetisch. Endlich läßt die Feinheit und die mehr oder weniger feste Verwachsung der Fasern keineswegs einen Schluß auf ihr relatives Alter zu.

Beim Vergleich mit anderen in Faseraggregaten auftretenden Mineralen ist einige Vorsicht geboten, wenn auch das Analoge der Entstehungsbedingungen von vorneherein einleuchtend ist. Der Unterschied gegenüber Fasergyps, faserigem Calcit, faserigem Eis und dergleichen liegt darin, daß bei diesen Mineralen schon durch das Krystallsystem die eine oder andere Richtung bevorzugt ist, wodurch eine einseitige Ausbildung vielfach prädestiniert erscheint. Beim tesseralen Steinsalz ist die Ausbildung in Faserform viel bemerkens-

¹⁾ Die Bezeichnung „Haarsalz“ wird zwar auch auf Salze wie Halotrichit etc. angewendet, doch ist es wohl am zweckmäßigsten, sie nur für die genannten Steinsalzegebilde beizubehalten.

werter und nur etwa noch dem seltenen faserigen Sylvin, und dem Tschermigit (Ammoniumalaun) direkt vergleichbar.

Außer dem Erklärungsversuch Schmidts ist mir noch eine Angabe bekannt, die sich, wenn auch nur andeutungsweise, mit diesem Gegenstand befaßt. O. Mügge¹⁾ schreibt in einer Fußnote:

„Wesentlich auf „Krystallisationsstreckung“, das heißt Orientierung des Wachstums gegenüber dem Druckminimum, beruht vielleicht die Bildung eigentümlich parallelfaseriger Varietäten mancher sonst mehr oder weniger isometrisch entwickelter Minerale, bei welchen die Fasern senkrecht zu einer Schicht- oder Kluftfläche stehen, während die Lagerstätte selbst des Minerals schichtartig (oder taflig nach der Kluftfläche) ist. Derartige Minerale (Fasergyps, faseriges Bittersalz, faseriger Brucit, faseriges Bodeneis, Chrysotil) entstehen aus ihrem Muttermineral wohl unter Volumsvermehrung. Wenn der daraus entspringende gleichförmige Druck nun durch Zerspaltung des Gesteines längs einer Schicht- usw. Fuge ungleichförmig wurde, mußte die sonst isometrische Neubildung faserig parallel dem Druckminimum, das heißt senkrecht zur Kluftfläche werden.“

Man muß, glaube ich, bei den Fasersalzen annehmen, daß sie sich die „Klüfte“ durch Krystallisationsdruck selbst geschaffen haben. Auf die große Bedeutung, welche solchen Kräften zukommen kann, ist kürzlich von geologischer Seite hingewiesen worden.²⁾ In den Salztönen waren Kohäsionsminima reichlich vorhanden, die man sich etwa als geschlossene Sprünge vielfach von annähernd geradlinigem Verlauf vorstellen kann; sie sind in den Tönen durch mechanisch wirkende Kräfte entstanden, wohl lange nach Bedeckung mit mächtigen Hangendschichten. An diesen Sprüngen setzte der Absatz von Steinsalz ein, wobei die wachsenden Fasern die Wandungen allmählich zurückschoben. Wo die wirkenden tektonischen Kräfte intensiver waren, so daß Salzbänder in den Ton hineingefaltet, respektive salinarisches Material in die Sprünge hineingepreßt wurde, dort setzte die Fasersalzbildung an den Grenzen dieser Salzgebilde gegen den Ton ein.

¹⁾ O. Mügge, „Über metamorphe Prozesse in den krystallinen Schiefen. Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 1911. 2. Heft.

²⁾ F. E. Sueß. Die Bildung der Karlsbader Sprudelschale unter Wachstumsdruck der Aragonitkrystalle. Mitt. d. geol. Ges. Wien, 1909, 2, pag. 392. Dasselbst auch eine Besprechung älterer einschlägiger Arbeiten.

Den Materialtransport bewirkte das im Ton reichlich vorhandene Wasser, welches das in kleinen Körnchen fein verteilte Steinsalz löste und an den Sprüngen, respektive den erwähnten Grenzen, wieder zum Absatz brachte. Als Agens kann man sich wiederum die größere Oberflächenenergie der fein verteilten Steinsalzkörner vorstellen, welche auf Kornvergrößerung und Vereinigung gleichartigen Materiales hinarbeitete. Der Vorgang des Faserwachstums selbst fand wohl auf ähnliche Weise statt, wie es Schmidt für die faserigen Steinsalzausblühungen angibt. Zugleich mit dem Wachsen der Steinsalzfasern begann auch die Ausbildung von Dolomitkrystallrandzonen, die auf den Kluftflächen aufsitzend und langsam weiterwachsend von dem Steinsalz mit diesen zurückgeschoben wurden; Dolomitkrystalle, die sich bei diesem Prozesse löslösten, finden sich nunmehr als allseitig ausgebildete Krystalle schwebend im Innern der Steinsalzausfüllung. Unterbrechung und Neueinsetzen dieser Bildungsbedingungen bewirkten dann die Entwicklung verschiedenartiger Fasersteinsalzlagen, wie sie so häufig zu beobachten sind. Der Wachstumsvorgang der Fasersalze verlief also ganz ähnlich dem der Tonwürfelsalze und setzte mit dem Verklingen jenes Prozesses ein, nur waren beim Tonwürfelsalz zahlreiche wahllos verteilte Krystallisationszentren wirksam, wobei eine allmähliche, von allen Seiten her erfolgende Nahrungszufuhr das Entstehen einheitlicher Individuen veranlaßte, während beim Fasersalz zahllose Krystallkeime nach Sprüngen angeordnet und von diesen ausgehend ihr einseitiges Wachstum vollzogen.

Es wird in letzterer Zeit viel von „Umkrystallisieren“, „Plastizität“ der Salzgesteine und dergleichen gesprochen, bei letzterem unter steter Berufung auf die grundlegenden Untersuchungen Rinnes¹⁾ über die plastische Umformung von Steinsalz, Sylvin und Carnallit. Daß die Resultate dieser Forschungen, die an einzelnen, größeren, ausgesuchten Krystallindividuen angestellt wurden, ohne weiteres auf körnige Gemenge übertragen werden können, ist nicht unwahrscheinlich, doch stehen solcherlei Untersuchungen einstweilen noch aus und es sind auch diesbezüglich umfassendere Naturbeob-

¹⁾ F. Rinne, Plastische Umformung von Steinsalz und Sylvin unter allseitigem Druck. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1904, I, pag. 114.

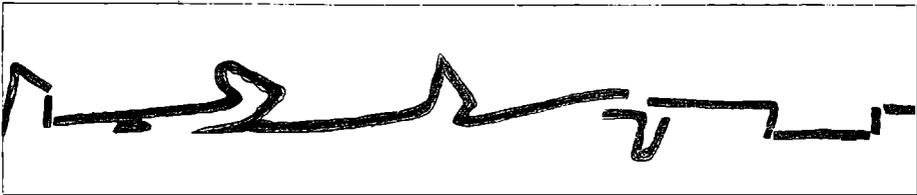
Derselbe, Über die Umformung von Carnallit unter allseitigem Druck im Vergleiche mit Steinsalz, Sylvin und Kalkspat. Köhnen-Festschrift. Stuttgart. 1907. pag. 369.

achtungen noch nicht angestellt worden. Die oben beschriebenen Faltengebilde zeigen, daß Schichten körniger Salzgesteine (sowohl Steinsalz als auch Sylvin) ganz erheblich umgeformt werden können ohne merkliche Änderung der Korngröße und Struktur; es sei denn, man nimmt an, daß das gesamte Material, gefaltetes und ungefaltetes, durchgreifende Umbildungen erlitten hätte, was bei der scharfen Differenzierung und der weitgehenden Erhaltung diverser Details nicht recht vorstellbar erschiene. Es bleibt beispielsweise die scharfe Grenze der beiden durch Farbe und Korngröße nur wenig differenten Sylvinlagen im Hangenden des mittleren Horizontes auch bei den Salzfalten völlig scharf und unversehrt und auch die dünne, zuckerkörnige Steinsalzlage unmittelbar darüber hat sich in ihrem petrographischen Charakter vollständig erhalten. Nur die Tonschichten, denen sonst vielfach große „Plastizität“ nachgerühmt wird, erscheinen in eckige Brocken aufgelöst, die von den umgebenden Salzmassen gleichsam umflossen werden. An den Stellen jedoch, wo die Salzschieben in unmittelbarem Kontakt mit dem Tone trafen, hat eine Umkrystallisation stattgefunden, offenbar durch das im Tone reichlich enthaltene Wasser: das Steinsalz zeigt hier vielfach beträchtliche Kornvergrößerung oft verbunden mit Längserstreckung in der Richtung parallel den Umrissen der Falten und an den Salzbändern Ausbildung in langgestreckten, reinweißen Fasern. Bei den auch nur wenig von der Tongrenze entfernten, aber doch nicht unmittelbar den Ton tangierenden, gefalteten Salzbändern kann ein Mitwirken des Wassers der Tone bei der Umformung nicht stattgefunden haben, da man sich nur schwer vorstellen kann, daß nach vollendetem Prozeß das Wasser durch die Salzgrenzschichten hindurch wieder in die Tone zurückdiffundiert wäre; die in den Salzgesteinen selbst vorhandenen, oft regelmäßig verteilten Spuren von Lauge können keinerlei Wirkung ausgeübt haben. Man muß sich den Vorgang etwa derart vorstellen, daß sich die einzelnen Körner an ihren Grenzen gegeneinander verschoben, es kann wohl auch plastische Umformung der einzelnen Körner mitgeholfen haben. Wie sehr und in welcher Weise Tonschichten innerhalb Salzbänken durch mechanische Inanspruchnahme mitgenommen werden können, zeigt umstehende Skizze (Fig. 20), welche den Verlauf des Tonbandes bei 50 des Profils im unteren Horizonte in etwa $\frac{1}{12}$ der natürlichen Größe an einer gut aufgeschlossenen Stelle im nördlichen Lager zeigt.

Wie nun auch all die erwähnten Vorgänge stattgefunden haben mögen, aus den Beobachtungen geht folgendes unmittelbar hervor:

Es ist tatsächlich zu beobachten, daß körnige Salzgesteine (Steinsalz und Sylvin) als solche ohne Veränderung des Kornes und der Struktur und ohne Mithilfe von Wasser¹⁾ durch mechanische Inanspruchnahme intensiv gefaltet, also plastisch weitgehend umgeformt werden können. Die Tonschichten innerhalb der Salzmaterialien geben dagegen den mechanischen Einwirkungen nicht nach, sondern werden zerrissen und zerbrochen, verhalten sich also „spröde“. „Sprödigkeit“ und „Plastizität“ sind hier relative Begriffe; es handelt sich nicht nur um die Eigenschaften des entsprechenden Materiales an und für sich, sondern auch um diese Eigenschaften im Vergleiche mit denen des Umhüllungsmateriales.

Fig. 20.



Dünnes Tonband, durch mechanische Inanspruchnahme der Salzgesteine geknickt und zerbrochen.

Sylvin.

Der Sylvin ist das Mineral, dessen reichliches Vorkommen zu dem Bergbau Anlaß gegeben hat. In wohlausgebildeten Krystallen ist er niemals zu beobachten, wenn man von den vereinzelt Würfeln im Inneren mancher Tonwürfelsalze absieht, sondern er tritt in körnigen, rundlichen, tafeligen und stengeligen Aggregaten auf. Er zeigt Korngrößen von Bruchteilen eines Millimeters bis zu $\frac{1}{2}$ dm und erscheint wasserhell in allen Übergängen bis zu einem intensiven Zinnoberrot, oft auch mit der für Sylvin so charakteristischen

¹⁾ Denn wo Wasser, das heißt Lauge, mitwirkt, findet beträchtliche Kornvergrößerung statt. Es handelt sich demnach hier tatsächlich um plastische Umformung, nicht um bruchlose Umformung, etwa durch Umkrystallisation oder Ummineralisation. Vgl. L. Milch, Über Plastizität der Mineralien und Gesteine. Geologische Rundschau, 1911, 2, pag. 145, speziell 158.

milchigen Trübung. Die rot färbende Substanz ist Eisenoxyd; an vielen der intensiv gefärbten Exemplare kann man bei sehr starker Vergrößerung scharf begrenzte, durchscheinende Hämatitschüppchen ¹⁾ beobachten, oft auch feine Stäbchen, die vielleicht nur solche Täfelchen im Querschnitt darstellen. Oft löst sich der Farbstoff auch bei stärkster Vergrößerung nur in rundliche Häufchen von roter Farbe auf; dafür, daß es sich hier ebenfalls um kristallisiertes Eisenoxyd, nicht etwa um eine kolloidale Eisenverbindung handelt, spricht der Umstand, daß sich diese Substanzen auch in starker Salzsäure erst nach längerem Kochen auflösen. Beim Auflösen intensivrot gefärbter Sylvaniae in Wasser ballt sich der ungemein fein verteilte Farbstoff zu lockeren Häufchen zusammen, die auf der Flüssigkeit schwimmen. Wie analytische Untersuchungen ergaben, erreicht die Menge des Fe_2O_3 kaum je den Betrag von 0·1%.

Innerhalb der einzelnen Sylvinindividuen ist die Verteilung des Farbstoffes verschiedenartig, manchmal ganz gleichmäßig, manchmal unregelmäßig schlierig, sehr oft in den Randzonen der Einzelindividuen stark angereichert; besonders bei größeren Krystallen ist das Auftreten eines hellen Kernes und intensivroter Hülle sehr häufig und schön zu beobachten.

Im Salztone zwischen dem unteren und mittleren Horizonte treten hie und da kleine, dunkelrote Sylvinwürfel auf, im Innern der Tonwürfelsalze, oder auch für sich allein mit dünnen Randzonen von körnigem Steinsalz.

Einschlüsse von Gas und Lauge sind auch in Sylvinkörnern vielfach zu beobachten; die Erscheinung ist analog der beim Steinsalz. Sehr häufig läßt der Sylvin der Sylvaniae in dickeren Spaltungsstücken Spannungsdoppelbrechung erkennen. Mitunter zeigen größere Sylvinindividuen, zumal das Material der Hangendschichten des oberen Lagers, eine Mikrostruktur durch reihenweise Anordnung winziger Einschlüsse (Fe_2O_3) nach dem Rhombendodekaeder.

Zusammenvorkommen von Sylvin und Steinsalz.

Bei den steinsalz- und sylvinhaltigen Salzgesteinen sind nur ausnahmsweise und in dünnen Lagen die beiden Minerale beiläufig im Gleichgewicht entwickelt, gewöhnlich herrscht das eine oder das

¹⁾ Vgl. St. Krentz: Beiträge zur Kenntnis der in enantiomorphen Formen kristallisierenden Substanzen I, Zeitschr. f. Kryst. 1912, 51, pag. 201.

andere stark vor; es gibt aber innerhalb der Kalilager nur wenige Steinsalzsichten, in denen Sylvin völlig fehlt, und keine Sylvinlage, in der nicht Steinsalz, wenn auch bisweilen nur in geringer Menge, vorhanden wäre. Für das Zusammenvorkommen der beiden Minerale gilt allgemein als Grundregel: Steinsalz ist gegenüber Sylvin idiomorph entwickelt. (Fig. 14, Taf. XIV.) Die Sylvinkörner zeigen fast durchwegs abgerundete, weiche Umrise. (Fig. 15, Taf. XIV.)

Das Vorkommen von Sylvin in Steinsalzsichten ist zweierlei Art, 1. in kleinen, rundlichen Körnern im Steinsalz unmittelbar über Sylvingesteinen, auch in größeren, im Sylvingesteine eingesprengten Steinsalzkrystallen eingeschlossen; 2. in den mittleren Regionen starker Steinsalzbänke als Ausfüllungsmaterial von Hohlräumen und Zwickeln zwischen größeren Steinsalzkrystallen; diese Sylvineinsprengungen halten häufig innerhalb der Schichten gleiches Niveau ein und bestehen meist aus mittel-grobspätigem, hell-dunkelrot gefärbten Material. Ähnliche Beschaffenheit zeigt der Sylvin bei den seltenen Lagen, in denen Steinsalz und Sylvin sich beiläufig die Wage halten und die mitunter als Schichtbänder von Sylvinlagen auftreten; hier sind graue, schwebende Steinsalzkrystalle in mittelkörnigem, roten Sylvin eingestreut, wobei oft parallele Verwachsungen der beiden Minerale zu beobachten ist.

Steinsalz ist in den Sylvingesteinen oft in dünnen, zusammenhängenden Lagen entwickelt, namentlich in den Hangendpartien. In größeren und kleineren, meist rundlichen Körnern ist es durch die ganzen Sylvinsichten verteilt. In Schichten grobspätiger, heller Sylvine sind außer diesen größeren Steinsalzkörnern in den Sylvinindividuen selbst zahllose winzige, rundliche oder stäbchenförmig verzerrte Steinsalzpartikel (Einschlüsse) vorhanden. Oft verlaufen ganze Systeme solcher Stäbchen einander parallel und sind häufig gegen die Spaltflächen der Sylvinindividuen gesetzmäßig orientiert, und zwar liegen sie mit ihrer Längserstreckung gewöhnlich parallel den Würfelkanten, oder in den Würfeldiagonalen (parallel Rhombendodekaederflächen). Analoge Erscheinungen sind kürzlich von St. Kreuz¹⁾ an Material von Kałusz beschrieben und verfolgt worden. Über die Menge dieser eingeschlossenen Steinsalzkörner, die häufig im Innern der Individuen gegenüber den Randzonen angereichert sind, gibt die Analyse des Sylvingesteins von 327 (pag. 425) Aufschluß; die mikro-

¹⁾ l. c. pag. 211.

skopische Untersuchung zeigte hier starkes Zurücktreten größerer rundlicher Steinsalzkörner, so daß der ermittelte NaCl-Gehalt fast ganz von diesen winzigen Einschlüssen herrührt. Es ergab sich ein Steinsalzgehalt von 1·22% Steinsalz auf 98·70% Sylvin.

Grenzzonen der Steinsalz- und Sylvingesteine.

Wo das Material feinkörniger, roter Sylvingesteine unregelmäßig zackig in die Hangendgrenze von Halitgesteinen eingreift, ist Sylvin in größeren, oft auch helleren Individuen entwickelt. Die Hangendgrenze der Sylvingesteine zeigt mancherlei Störungerscheinungen, wie Lösungsspuren, Eindringen von Steinsalz, Anreicherung von Anhydrit und Eisenoxyd etc. So zeigt Fig. 17, Tafel XIV die Grenze größerer Sylvinindividuen gegen Ton; es hatte sich eine Zwischenlage von Steinsalz gebildet, gegen welche die Oberfläche des Sylvins unregelmäßig, rundlich-höckerig absetzt, wobei der rote Farbstoff und kleine Körner von Sylvin als Reste der obersten zerstörten Sylvinschicht im Steinsalz vorhanden sind, der Farbstoff schlierig verteilt. An den Grenzen feinkörniger Gesteine greifen die beiden Materialien, Liegendesylvin und Hangendsteinsalz, kleinzahlig ineinander; oft ist daselbst auch Anreicherung an Anhydrit zu konstatieren, wobei sich die Anhydritnadeln bald auf die Unterlage auflegen, bald durch Steinsalz und Sylvin unzerbrochen durchgehen, mitunter auch an den Grenzzonen zerbrochen erscheinen.

Orientierte Verwachsung von Steinsalz und Sylvin.¹⁾ Es wurden mannigfache Beispiele gefunden, bei denen sich Sylvin in größeren Individuen parallel an Steinsalz angesetzt hat, wobei die Grenzen der beiden Minerale oft geradlinige sind, mitunter aber auch eine unregelmäßig zahnige Gestaltung zeigen. Es sind bisweilen auch kleine Sylvinkörner oder -leisten von Steinsalz derart umschlossen, daß die Spaltrichtungen in beiden Mineralen oder langgestreckte Sylvinleisten den Spaltflächen des Steinsalzes parallel verlaufen. Bei der Beobachtung der Paralleleinstellung größerer Individuen von Steinsalz und Sylvin ist einige Vorsicht geboten, da bei den unzählbaren Fällen von Verwachsungen dieser beiden Minerale leicht

¹⁾ Th. V. Barker (Untersuchungen über regelmäßige Verwachsungen. Zeitschr. f. Kryst. 1908. 45, pag. 32) gibt orientierte Einstellung auskrystallisierender Sylvinwürfelchen auf Steinsalzpaltstücken an und umgekehrt Einstellen von Steinsalzkryställchen auf Sylvin.

einige vorkommen können, die zufällig gleichzeitiges Einspiegeln der Spaltflächen ergeben. Es konnte aber mit Sicherheit festgestellt werden, daß solche parallele Verwachsungen (neben zahllosen unregelmäßigen) tatsächlich vorkommen, besonders häufig in den Zonen mit Steinsalz und Sylvin in annähernd gleichen Mengen; es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß hierbei Mischungsverhältnisse, die einer Art Eutektikum entsprechen, mitgewirkt haben, doch nur lokal und ausnahmsweise. Die zuerst von Kreuz beschriebenen orientierten, winzigen Steinsalzeinschlüsse (oft von Stäbchenform) in großen, hellen Sylvinen sind oben schon kurz besprochen worden, die eigentümlichen, orientierten Sylvinnadeln in Steinsalz beim Spaltensalz pag. 404.

Die Sylvingesteine¹⁾ stellen sich dar als inhomogene Gemenge von Steinsalz, Anhydrit, seltener auch Dolomit neben stark vorwaltendem Sylvin. Die augenfälligste Erscheinung bei den Sylvingesteinen ist die Tatsache, daß Intensität der Rotfärbung und Korngröße verkehrt proportioniert erscheinen, wonach sie sich unmittelbar in zwei Gruppen teilen:

- | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------|
| 1. intensivrote, feinkörnige | } | Sylvingesteine. |
| 2. hellrote bis farblose, grobkörnige | | |

Diese beiden Gruppen sind dadurch verbunden, daß an den Schichtbändern gegen die Steinsalzschnüre die hellen, grobspätigen Sylvine fast stets feinkörniger und dunkler rot werden, während andererseits die intensivroten, feinkörnigen Gesteine an ihren Liegendgrenzen gegen die zackig eingreifenden Steinsalzindividuen oft grobes Korn und hellere Farbe zeigen. Auch innerhalb der feinkörnigen Schichten selbst kann man mitunter in den mittleren Partien etwas gröbere und lichter gefärbte Körner wahrnehmen und geringe Kornverfeinerung und dunklere Farbnuancen gegen das Hangendschichtband. Weiters stellen sich als Mittelglied zwischen die beiden Gruppen die nicht häufigen Sylvingesteine von mittlerem Korn und mittleren Farbentönen; im oberen Lager treten ganz helle, mittelkörnige Lagen auf, die oft dunkelrote, feine Schnüre schlierig verteilt erkennen lassen.

In manchen Grenzsichten gegen Steinsalz, meist größere Steinsalzkörner oft in parallelen Verwachsungen umschließend und verkittend, kommen auch intensivrote, größere Sylvinindividuen vor,

¹⁾ Die Anwendung der Bezeichnungen „Sylvinit“ und „Hartsalz“ auf Wittelsheimer Salzgesteine ist nicht statthaft.

doch sind das seltenere und stark zurücktretende Varietäten. Größere Sylvinkörner, hellgefärbt mit stärkeren oder schwächeren, dunkelroten Randzonen sind wie erwähnt in Sylvingesteinen, besonders in den Liegendgrenzzonen gegen Steinsalz allenthalben vorhanden; im oberen Horizont an der Grenze gegen Carnallit und im Hangenden des oberen Lagers bilden solche Sylvine starke Schichten.

Auch in der Struktur zeigen die beiden Gruppen von Sylvingesteinen Unterschiede, bei den feinkörnigen (bisweilen auch den mittelkörnigen) Gesteinen sind die einzelnen Sylvinkörner in der Richtung der Schichtflächen, also parallel zur Ablagerungsfläche, breitgedrückt. Dementsprechend erscheinen sie in Schnitten senkrecht zur Schichtung, beispielsweise in den Profilen, als längliche Leisten, im Bruche parallel der Ablagerungsrichtung in Form kleiner Tafeln und Leisten und zwar sind sie meist so angeordnet, daß eine der Würfelflächen annähernd parallel der Schichtfläche gelegen ist. Die grobkörnigen, hellen Sylvine zeigen niemals derartige Dimensionsunterschiede, sondern stellen Aggregate rundlicher, beiläufig isometrischer Körner dar. Die intensivroten feinkörnigen Sylvingesteine zeigen gewöhnlich ein festes Gefüge, während die starken, grobkörnigen, hellen Gesteine leichter zerbröckeln. Ein sehr auffälliger Unterschied zwischen diesen beiden Gesteinstypen, der schon bei der Betrachtung der Detailprofile ins Auge springt, ist der, daß die roten, feinkörnigen Gesteine meist sehr wenig mächtig sind im Vergleich mit der zweiten Gruppe.

Zur genauen Ermittlung des Mengenverhältnisses Sylvinit zu Steinsalz, welches hier besonders interessiert, eventuell auch des Anhydritgehaltes, wären für alle vorhandenen Sylvingesteine zirka 70 Analysen nötig gewesen; es wären aber nicht einmal durch diesen Arbeitsaufwand die tatsächlichen Verhältnisse einwandfrei festgestellt, da sich infolge der unregelmäßig streifig und schlierig eingelagerten Steinsalzpartien schon bei Analysen ein und derselben Schicht erhebliche Differenzen ergeben hätten; dazu kommt noch, daß bei vielen der dünneren Lagen die Gewinnung brauchbaren Analysematerials kaum möglich ist. So wurden denn als Beispiele nur 14 besonders charakteristische Schichten der analytischen Untersuchung unterzogen, wobei möglichst auf Gleichartigkeit des Materials geachtet wurde; Grenzonen, Einlagerungen und dergleichen wurden entfernt. Alle Sylvingesteinsschichten wurden durch mikro-

skopische Untersuchung von Staubpräparaten, jeweils von mehreren Stellen, untersucht, an vielen auch Dichtebestimmungen ausgeführt. Als Einbettungsflüssigkeit bei Herstellung von Staubpräparaten ist Benzol besonders geeignet, in welchem Sylvin fast ganz verschwindet und im weißen Lichte die charakteristischen, farbigen Dispersions-säume zeigt, während die Steinsalzkörner stark und plastisch hervortreten. Die Dichtebestimmungen wurden mittels der Schwarz'schen Wage¹⁾ vorgenommen und zwar von jeder Schichte an 2—3 Proben, deren Mittelwert die angegebenen Zahlen darstellen. Bei besonderer Sorgfalt kann man besten Falles so noch die zweite Dezimale angenähert richtig erhalten (Fehler ± 0.01). Bei der relativ großen Differenz der spezifischen Gewichte von Steinsalz (2.162) und Sylvin (1.989) gewähren die Dichtebestimmungen einen wenigstens beiläufigen Überblick über die Beschaffenheit der Gesteine. Störend wirkt allerdings der Anhydritgehalt (Dichte 2.962); es wird für jedes Prozent Anhydrit die Dichte um ca. 0.01 höher. Folgende Tabelle zeigt die Dichten für verschiedene Gemenge von Sylvin und Steinsalz.

% NaCl	% KCl	Dichte
100	0	2.162
90	10	2.145
80	20	2.127
70	30	2.110
60	40	2.093
50	50	2.076
40	60	2.058
30	70	2.041
20	80	2.024
10	90	2.006
0	100	1.989

Bei den Analysen²⁾ wurden zirka 5 g von mittelfein gepulvertem Materiale genau eingewogen und auf einen Filter bis zum Verschwinden der Chlorreaktion mit Wasser behandelt; das Filtrat wurde auf 500 cm³

¹⁾ M. v. Schwarz, Eine einfache Wage zur Bestimmung der Dichte, Centralblatt f. Min. 1910, pag. 447.

²⁾ In einer Zusammenstellung der Eigenschaften der Minerale der Salzlagerstätten (diese Mitteilungen 1910, 29) bemerkte ich auf pag. 195: „Da in der Folgezeit wohl zahlreiche quantitative Analysen von Salzgesteinen nötig sein dürften, so

verdünnt und aliquote Teile zur Bestimmung von Cl, K und Na, Ca (und Mg) und SO_4 herauspipetiert. Längeres Kochen ist unnötig, da Sulfate mit Ausnahme von Anhydrit fehlen. Die geringe Wassermenge wurde an einer Extraprobe als Glühverlust bestimmt¹⁾, der Verbrennungsrückstand des Filters mit den wasserunlöslichen Bestandteilen als „Rückstand“ in die Analyse eingestellt. Dieser Rückstand besteht aus Anhydrit, mit sehr geringen Mengen von Eisenoxyd, ausnahmsweise auch mit vereinzelt Dolomithomboedern vermenget. Bei der Berechnung der Analysen wurde dieser Rückstand dem Anhydrit zugezählt. Auf Mg wurde jedesmal geprüft, doch ergab sich niemals ein wägbarer Niederschlag; der an Staubpräparaten beobachtete minimale Carnallitgehalt kommt also analytisch nicht zur Anschauung.

Analysiert wurden: 8 intensivrote, fein—mittelkörnige und 6 grobspätige, helle Sylvingesteine.

1. 35 intensivrot, feinkörnig;
2. 102 „ mittelkörnig, enthält größere Steinsalzwürfel eingeschlossen;
3. 200 „ fein—mittelkörnig;
4. 240 „ feinkörnig;
5. 250 „ „
6. 257 „ „

wäre es sehr vorteilhaft, wenn diesbezüglich einfache Methoden ausgearbeitet würden. So könnte eventuell (wenigstens bei weniger genauen Bestimmungen) das Calciumsulfat als wasserunlöslicher Bestandteil abfiltriert und direkt bestimmt werden; die geringen Mengen gelösten Gypses könnte man vielleicht vernachlässigen, wodurch die Trennung des Kalkes von der Magnesia wegfiel.“ Hiezu bemerkt H. E. Boeke (Referat; Neues Jahrb. f. Min. etc. 1911, II., pag. 172): „Dem Vorschlage des Verfassers (pag. 195), „quantitative“ Analysen von Salzgesteinen nicht mit der üblichen analytischen Genauigkeit auszuführen und namentlich die Trennung des gelösten Kalkes von der Magnesia zu unterlassen, kann Ref., dort wo es sich um wissenschaftliche Untersuchungen handelt, keineswegs beistimmen. Daß gerade eine genaue chemische Analyse für die Beurteilung der Gesteinsgenese sehr wichtig ist, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.“ H. E. Boeke scheint hiebei überflüssigerweise zwischen den Zeilen gelesen zu haben; den absurden Vorschlag „quantitative“ Analysen ungenau auszuführen kann ich aus meiner hier zitierten Bemerkung nicht herausfinden. Vgl. Anm. pag. 434.

¹⁾ Da das Material beim Pulverisieren und Vermischen sowohl etwas Wasser aufgenommen, als auch abgegeben haben kann, sind die gefundenen allerdings sehr kleinen Zahlen keine unbedingt verlässlichen.

7. 267 rot, feinkörnig;
 8. 273 „ „ „
 9. 45 hellrot, mittel—grobkörnig;
 10. 115 „ grobkörnig;
 11. 165 „ „ „
 12. 295 hellrötlich, „ „
 13. 310 „ „ „
 14. 327 hellrot, „ „

Intensivrote, feinkörnige Sylvingesteine.

	35	102	200	240	250	257	267	273
Rückst.	0·91	11·66	0·18	2·76	1·54	1·09	0·12	0·47
Cl . .	46·96	45·14	49·29	46·81	47·15	46·60	47·68	48·38
SO ₄ . .	0·26	1·26	0·24	0·73	1·12	0·48	0·16	0·34
Ca . .	0·13	0·49	0·09	0·39	0·45	0·28	0·05	0·18
Na . .	1·22	12·13	6·13	4·44	3·75	1·25	1·14	4·60
K . .	49·94	29·01	43·85	40·02	45·99	49·84	50·79	46·11
H ₂ O . .	0·13	0·08	0·10	0·08	0·05	0·08	0·09	0·05
Summe	99·55	99·77	99·92	99·23	100·05	99·62	100·03	100·13
NaCl . .	3·11	30·96	15·73	11·36	9·48	3·19	2·99	11·47
KCl . .	95·46	55·52	83·66	84·55	87·39	95·47	96·69	87·49
CaSO ₄ . .	1·30	13·44	0·51	3·91	3·08	1·26	0·33	0·99
H ₂ O . .	0·13	0·08	0·10	0·08	0·05	0·08	0·09	0·05
Summe	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

An 5 dieser Proben wurden Bestimmungen des Fe₂O₃-gehaltes durchgeführt; es fanden sich: bei 35 0·04, bei 200 0·02, bei 250 0·02, bei 257 0·07 und bei 273 0·04% Fe₂O₃.

Es zeigt sich bei beiden Gesteinsarten ein relativ großes Schwanken des Steinsalzgehaltes, wobei aber doch einige Typen sich innerhalb gewisser Grenzen wiederholen. Der Steinsalz- und besonders der Anhydritgehalt tritt bei den hellen, grobkörnigen Sylvingesteinen im Vergleich mit den dunkelroten, feinkörnigen Gesteinen zurück.

Die Analysen 240, 250, 257 und 267 lassen einen direkten Vergleich miteinander zu, weil ihr Material aus unmittelbar abwechselnd folgenden, oder wenigstens nicht weit über einander

Hellrote, grobkörnige Sylvingesteine.

	45	115	165	295	310	327
Rückst. . .	0·19	0·31	0·15	0·13	0·12	0·02
Cl . . .	48·40	48·01	47·66	47·51	47·59	47·62
SO ₄ . . .	0·11	0·17	0·10	0·11	0·07	0·00
Ca . . .	0·03	0·07	0·04	0·06	Sp.	0·00
Na . . .	3·54	2·71	1·33	0·61	1·03	0·48
K . . .	47·62	48·69	50·62	51·59	51·02	51·79
H ₂ O . . .	0·05	0·03	0·03	0·02	0·03	0·06
Summe	99·94	99·99	99·93	100·03	99·86	99·97
NaCl . . .	8·94	6·86	3·37	1·54	2·61	1·22
KCl . . .	90·78	92·63	96·31	98·14	97·14	98·70
CaSO ₄ . .	0·23	0·48	0·29	0·30	0·22	0·02
H ₂ O . . .	0·05	0·03	0·03	0·02	0·03	0·06
Summe	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

liegenden Schichten stammt. Es zeigt sich ein kontinuierliches Abnehmen des Steinsalzgehaltes und damit im Zusammenhange auch der Anhydritführung.

Bei der Wahl der Bezeichnungsweise und der Einreihung der Wittelsheimer Sylvingesteine in die Systematik der Salzgesteine stößt man auf einige Schwierigkeiten, denn es liegen keine homogenen Gemenge vor, sondern Gesteinsarten, die bei ihrem geologischen Auftreten als Lager schon innerhalb geringer Grenzen in vertikaler, in geringerem Maße auch in horizontaler Richtung sich vielfach differenzieren; besonders die bald auftretenden, bald fehlenden Steinsalzschnüre stören die Einheitlichkeit.

Es handelt sich durchwegs um hochprozentige Sylvingesteine, die nach der zweckmäßigen Rinne'schen Nomenklatur als Sylvine (35, 165, 267, 295, 310, 327), halitische Sylvine (45, 115, 273), anhydritisch-halitische Sylvine (240, 250, 257), Halitsylvine (200) und anhydritische Halitsylvine (202) zu bezeichnen sind, je nach den wechselnden Mengenverhältnissen der Bestandteile. Die nachfolgenden Tabellen zeigen, wie sich die Sylvingesteine im Detail in den einzelnen Schichtpaketen verteilen.

Zusammenstellung der Sylvingesteinsschichten.

Unterer Horizont.

Lage im Profil	Mäch- tigkeit cm	Farbe	Korn	Steinsalz- gehalt	Anhydrit- gehalt	Dichte	Sylvin- gehalt %
— 40	0—10	intensivrot	fein—mittel	spärlich	spärlich	2·00	ca. 90
35	0—4	intensivrot	fein	spärlich	mäßig	2·02	95·5
47	3—5	hellrot	mittel-grob	mäßig	spärlich	2·01	90·5
60	0—3	rot	mittel	reichlich	mäßig		ca. 80
66	ca. 2	intensivrot	fein	reichlich	spärlich	2·00	ca. 85
67	ca. 1	hellrot	mittel	mäßig	mäßig		ca. 90
71	ca. 3	rot	mittel	spärlich	mäßig	2·01	ca. 90
83	8—10	hellrot	grob	spärlich	spärlich	2·02	ca. 95
100	ca. 8	intensivrot	fein—mittel	reichlich	reichlich	98 2·13 103 2·10	55·5
115	10—15	hellrot	grob	mäßig	spärlich	2·01	92·5
130	0—3	intensivrot	fein	mäßig	mäßig		ca. 90
134	ca. 2	rot	fein—mittel	mäßig	mäßig	2·03	ca. 85
143	6—8	hellrot	grob	spärlich	spärlich	2·01	ca. 90
156	7—9	rötlich	mittel	reichlich	mäßig	2·03	ca. 85
165	ca. 7	hellrot	grob	spärlich	spärlich	2·01	96·5
176	8—10	hellrot- rötlich	mittel-grob	reichlich	mäßig	2·06	ca. 80
190	ca. 3	hellrot	grob	reichlich	mäßig	2·09	ca. 80
194	3—4	hellrot intensivrot	grob fein	mäßig	mäßig	2·03	ca. 90
200	ca. 3	rot	fein—mittel	reichlich	spärlich	2·01	83·5

Mittlerer Horizont.

240	1—4	intensivrot	fein	mäßig	mäßig	2·02	84·5
250	2—4	intensivrot	fein	mäßig	mäßig	2·01	87·0
254	2—3	intensivrot	fein	spärlich	mäßig	2·01	95·5
262	ca. 2	intensivrot	fein	mäßig	mäßig	2·02	ca. 85

Mittlerer Horizont.

Lage im Profil	Mächtigkeit cm	Farbe	Korn	Steinsalzgehalt	Anhydritgehalt	Dichte	Sylvingehalt %
264	ca. 2	intensivrot	fein	spärlich	spärlich	1·99	ca. 95
266	ca. 3	rot	fein	spärlich	spärlich	1·99	96·5
274	2—3	rot	fein	mäßig	spärlich	2·01	87·5
279	ca. 1	rot	mittel	reichlich	reichlich		ca. 80
286	3—4	rot	fein-mittel	reichlich	mäßig	2·02	ca. 80
295	6—8	hellrot	grob	spärlich	spärlich	1·98	98
305	1—4	hellrot	grob	spärlich	spärlich	1·99	ca. 95
310	4—6	hellrot	mittel-grob	spärlich	spärlich	1·99	97
315	ca. 1	intensivrot	fein	reichlich	mäßig	2·04	ca. 80
320	2—5	rot	fein-mittel	mäßig	spärlich	2·00	ca. 90
326	ca. 5	hellrot	mittel-grob	spärlich	spärlich	2·00	98·5
331	2—3	intensivrot	fein	mäßig	spärlich		ca. 90
336	1—2	intensivrot	fein	reichlich	reichlich		ca. 80
358	ca. 1	intensivrot	fein	spärlich	spärlich		ca. 95
366	2—4	intensivrot	fein	reichlich	mäßig	2·02	ca. 85
375	1—5	intensivrot	fein	spärlich	spärlich	2·00	ca. 95
382	ca. 3	hellrot	mittel-grob	spärlich	spärlich	2·00	ca. 95
386	ca. 4	rot	fein	reichlich	reichlich		ca. 50
396	1—3	intensivrot	fein	mäßig	spärlich	2·01	ca. 90
400	ca. 4	rot	fein-mittel	mäßig	spärlich	2·00	ca. 90
405	2—3	rot	fein-mittel	spärlich	spärlich	2·00	ca. 95
407	2—3	rötlich	mittel	mäßig	spärlich	2·02	ca. 90
414	2—3	intensivrot	fein	mäßig	spärlich		ca. 90

Oberer Horizont.

465	1—2	intensivrot	fein	mäßig	spärlich		ca. 90
468	1—2	intensivrot	fein	spärlich	reichlich		ca. 90
473	1—2	intensivrot	fein	mäßig	spärlich		ca. 90

Oberer Horizont.

Lage im Profil	Mächtigkeit cm	Farbe	Korn	Steinsalzgehalt	Anhydritgehalt	Dichte	Sylvingehalt %
474	ca. 1	intensivrot	fein	spärlich	reichlich		ca. 90
478	3—5	hellrot	grob	mäßig	mäßig		ca. 85
555	ca. 7	hell	grob	reichlich	mäßig		ca. 80

Oberes Lager.

7	ca. 3	hell, rot	grob, fein	reichlich	reichlich		ca. 50
15	ca. 3	hellrot	mittel-grob	mäßig	reichlich		ca. 80
20	ca. 3	hellrot	mittel-grob	reichlich	reichlich		ca. 60
25	0—2	rötlich	mittel	spärlich	spärlich		ca. 95
27	ca. 3	rötlich	mittel	spärlich	mäßig		ca. 95
34	2—3	hellrot	mittel	reichlich	reichlich		ca. 60
40	0—4	rot	fein-mittel	mäßig	spärlich		ca. 85
45	ca. 7	hellrot	mittel-grob	reichlich	reichlich	2·02	ca. 80
54	0—3	rot	fein-mittel	mäßig	spärlich		ca. 85
60	ca. 5	hellrot-rot	mittel	reichlich	mäßig		ca. 70
65	ca. 5	hellrot	mittel	reichlich	spärlich	2·04	ca. 70
71	ca. 1	intensivrot	fein	mäßig	mäßig		ca. 80
75	ca. 6	hellrot	mittel	reichlich	spärlich	2·05	ca. 65
81	1—2	intensivrot hellrot	fein grob	mäßig	spärlich		ca. 90
86	2—3	intensivrot hellrot	fein grob	reichlich	spärlich		ca. 80
90	1—2	hellrot	grob	reichlich	spärlich		ca. 80
96	ca. 4	rötlich	mittel	reichlich	mäßig		ca. 80
104	ca. 5	hellrot	grob	mäßig	spärlich		ca. 90
108	ca. 3	hellrot	grob	mäßig	spärlich		ca. 90
112	ca. 6	hellrot	grob	mäßig	spärlich		ca. 90
120	ca. 7	hellrot	grob	mäßig	spärlich		ca. 90
130	ca. 16	farblos, rötlich	grob	spärlich	spärlich		ca. 95

Aus dieser Zusammenstellung¹⁾ ergibt sich zusammenfassend folgende Verteilung und Mächtigkeit der Sylvingesteine:

	intensivrot feinkörnig		mittelkörnig rötlich		grobkörnig hellrot		Summe	
	Lagen	cm	Lagen	cm	Lagen	cm	Lagen	cm
Unterer Horizont . . .	7	24	4	13	8	55	19	92
Mittlerer „ . . .	19	49	3	6	5	23	27	78
Oberer „ . . .	4	6	—	—	2	11	6	17
Oberes Lager . . .	6	9	7	26	9	52	22	87
Summe . . .	36	88	14	45	24	141	74	274

Die beiden unteren Horizonte, in denen hauptsächlich der Bergbau umgeht, ergeben danach bei Ausschaltung der untersten Sylvinlage und nach Abzug von 10 cm für den Zwischenton und 20 cm für das Liegendsteinsalz und bei Annahme eines Reingehaltes von 86% KCl eine Durchschnittsführung von 36% KCl, entsprechend 22·7% K₂O; das obere Lager bei Annahme von 1·4 m Mächtigkeit und 70% Reingehalt 43·5% KCl, entsprechend 27·5% K₂O. Das Material, wie es die Sylvinmühle liefert, hat einen Durchschnittsgehalt von 22% K₂O.

Der geringe Steinsalzgehalt macht die Annahme unmöglich, daß die Sylvingesteine aus einer Lösung, die nur NaCl und KCl enthält, direkt entstanden seien, wiewohl dies bei dem regelmäßigen Alternieren von älteren Steinsalzbändern und jüngeren Sylvingesteinslagen nadeläge.

Eine NaCl- und KCl-hältige Lösung mit ersterem im Überschuß würde nach Van t' Hoff²⁾ beim Einengen solange Steinsalz ausfallen lassen, bis das Molekularverhältnis NaCl:KCl in der Lauge

¹⁾ Selbstverständlich konnten bei diesen Zusammenstellungen Details wie intensiver gefärbte, feinkörnige Schichtbänder, die mannigfachen Übergänge der einzelnen Arten und dergleichen nicht berücksichtigt werden; die Angaben über Steinsalz- und Anhydritgehalt basieren, wo keine Analysen vorliegen, nur auf beiläufigen Schätzungen, wobei „spärlich“ bei Steinsalz unter 5%, bei Anhydrit unter 1% bedeuten soll, „mäßig“ bei Steinsalz unter 12%, bei Anhydrit unter 4%, „reichlich“ über diesen Werten; es stellen also die Zahlen für den Sylvingehalt, wo nicht Analysen vorliegen, nur sehr beiläufige Abschätzungen vor.

²⁾ J. H. van t' Hoff, Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. Braunschweig 1905 und 1909.

89:39 (bei 25°) beträgt; bei 83° würde dieses Verhältnis 78:74 ausmachen. Bei weiterem Wasserverlust muß sich dann bis zum völligen Eintrocknen ein Gemenge ausscheiden, das Steinsalz und Sylvin in obigem Verhältnisse enthält. Ein solcher Prozeß ergäbe Salzgesteine, die in Gewichtsprozenten bei Entstehung bei 25° 64% NaCl und 36% KCl enthielten, bei 83° 46 NaCl und 54 KCl, also Bildungen von ganz anderer Beschaffenheit, als die Wittelsheimer Sylvingesteine. Es liegt die Annahme nahe, daß Lösungsgenossen modifizierend mitgewirkt haben, und zwar kommt da ausschließlich Magnesiumchlorid in Betracht. Eine NaCl- (im Überschuß), KCl- und MgCl₂-hältige Lösung ergäbe beim Einengen Steinsalzniederschlag (eventuell Sylvin) bis zum Eintritt der molekularen Mengenverhältnisse in der Lauge: NaCl:KCl:MgCl₂ = 4:11:70·5 bei 25° und 3:20:92 bei 83°. Eine derartige eintrocknende Lösung würde Carnallitgesteine liefern, aus denen bei Fortführung des Magnesiumchlorides Sylvingesteine entstehen könnten, deren Zusammensetzung in Gewichtsprozenten folgende wären: bei 25° 22% NaCl und 78% KCl, bei 83° 11% NaCl und 89% KCl; dies sind Zahlen, die unseren Werten schon beträchtlich näher kommen.

Nimmt man an, es wäre zur Bildung von Carnallitgesteinen gekommen und neueinbrechende, hochkonzentrierte Alkalichloridlaugen hätten zerstörend auf diese Carnallitgesteine eingewirkt, so können sehr wohl Sylvingesteine entstanden sein, die den hier beschriebenen ähnlich sind. Ja es braucht nicht einmal zu einer solchen Gesteinsbildung und Wiederauflösung gekommen zu sein; aus einer Lösung, die als Eintrocknungsprodukt ein Carnallitgestein liefert, scheidet sich beim Einengen Sylvin nebst geringen Mengen Steinsalz aus und erst wenn die Konzentration der überstehenden Chlormagnesiumlauge eine entsprechend hohe geworden ist, bildet sich unter Aufzehrung des Sylvins Carnallit. Wenn nun dieser fortschreitende Prozeß unterbrochen wurde, ehe die Aufzehrung des Sylvins durch die magnesiumchloridreiche Lauge erfolgte, oder dies wenigstens nur zum Teil vor sich ging und neuer Absatz von Steinsalz die Liegendschichten schützte, kann es auch zur Bildung von hochprozentigen Sylvingesteinen gekommen sein. Ferner kann bei Neueinbrechen von Laugen, die an KCl gesättigt sind, durch Vermischung mit der magnesiumchloridreichen Mutterlauge ein sofortiger Niederschlag von Sylvin entstehen.

Vielleicht liegt die Erklärung der auffallenden Unterschiede zwischen intensivroten, feinkörnigen und hellroten, grobkörnigen Sylvingesteinen darin, daß die ersteren der Zerstörung vorhandener Carnallitgesteine oder der Vermischung verschieden zusammengesetzter gesättigter Lösungen, die letzteren einem direkten Absatz aus magnesiumchloridreichen Laugen ihre Entstehung verdanken. Das feine Korn, der meist größere Anhydritgehalt, die intensive Rotfärbung und schließlich auch die geringere Mächtigkeit werden recht leicht verständlich, wenn man sich diese Gesteine aus ehemals mächtigen Carnallitlagen entstanden denkt, die durch Alkalichloridlösungen stark angegriffen und verändert wurden, schließlich zusammensanken und sich verfestigten; oder auch durch einen rasch erfolgenden Absatz aus sich vermengenden Laugen. Bei langsamer, direkter Ausscheidung kann andererseits Bevorzugung von größerem Korn, mehr weniger isometrische Ausbildung der Einzelindividuen, Aufnahme von winzigen, oft krystallographisch orientierten Körnchen oder Stäbchen von Steinsalz in den Sylvin, Ausbildung vereinzelter, ganz unregelmäßiger, dünner Carnallitindividuen zwischen den Sylvinkörnern usw., recht gut vor sich gegangen sein. Natürlich sind diese Bildungsvorgänge nicht streng zu scheiden. Vielfach ist es im Hangenden der grobkörnigen, hellen Sylvine doch noch zur Ausbildung einer dünneren Carnallitlage gekommen, respektive zu einem Absatz aus Laugengemischen, die dann ein dunkelrotes Gestein lieferte; daher die so häufige Kornverkleinerung und Zunahme an Farbenintensität im Hangenden dieser Sylvinlagen. Es wären hiernach die hellen, grobkörnigen Sylvine als Mutterbildungen im Sinne Everdings aufzufassen, die roten, feinkörnigen zum Teil als Deszendenzbildungen, entstanden durch Zerstörung eines ursprünglichen Salzgesteins unmittelbar nach dessen Absatz. Es bedürfen noch die Strukturverhältnisse der feinkörnigen, intensivroten Sylvingesteine einiger Erläuterung. Anfangs wurde die bemerkenswerte Kornverbreiterung in der Schichtfläche, wie sie mehrfach beschrieben wurde, für eine Umkrystallisation durch Wirkung des Druckes angesehen, analog dem ähnlichen Verhalten der Minerale krystalliner Schiefer (Riekesches Prinzip). Es ergab sich aber, daß derartigen Umkrystallisationsvorgängen in unserem Fall keinerlei Bedeutung zukommt, weshalb die erwähnte Deutung fallen gelassen wurde. Auch stimmt hierbei die Beobachtung nicht, daß die Tafeln und Leisten stets in einer

annähernd einer Würfelfläche parallelliegenden Richtung verzerrt sind. Die Deutung des Phänomens liegt darin, daß Sylvin beim Auskrystallisieren aus magnesiumchloridreichen Lösungen eigentümliche Verzerrungen zeigt, entweder intensives Wachstum in der Richtung einer der Würfelaxen (Ausbildung langgestreckter Nadeln und Leisten), oder starkes Zurückbleiben in einer der drei Richtungen (Ausbildung flacher Tafeln). Durch Zusammensinken solcher sich ausscheidender Täfelchen und Leisten, die sich naturgemäß mit ihrer Fläche auf diesen Untergrund auflegen werden; erklärt sich die Längserstreckung und durch obige Deutung auch das Zusammenfallen derselben mit der Richtung einer Spaltfläche.

Mag man diese Erklärungsversuche als gelungen ansehen oder nicht, jedesfalls hat das Vorhandensein großer Magnesiumchloridmengen in der Lösung die Bildung hochprozentiger Sylvingesteine herbeigeführt. Der wichtigste Beweis hiefür liegt darin, daß ein glücklicher Zufall im Hangenden des unteren Lagers auf weite Strecken hin mächtige Schichten von Carnallitgesteinen erhalten hat; diese sind gleichfalls in einzelne Bänder gesondert, die durchschnittlich viel größere Mächtigkeit zeigen als die Sylvinlagen; in Farbenintensität, Steinsalz- und Anhydritgehalt zeigen sie analog den Sylvingesteinen mancherlei Unterschiede.

Wechselnde Konzentration der neu einbrechenden Laugen, verschiedene Dauer der Einwirkung, mechanische Entmischungsprozesse, etwa durch Sonderung nach dem spezifischen Gewicht, Vermengungen, Diffusionsvorgänge, Herabsinken von Überkrustungen, Steinsalzkörnern und besonders Anhydritkrystallen aus höheren Teilen der Lauge, alles dies hat wohl mitgewirkt zur Entwicklung der mannigfaltigen Erscheinungen. Andererseits müssen sich ähnliche Bildungsbedingungen und analoge Störungserscheinungen, oftmals auch gleiche Konzentrationsverhältnisse mehrfach wiederholt haben. So mögen die im Großen und Ganzen einheitlichen, im Detail so wechselnden Sylvingesteine entstanden sein.

Carnallit.

Carnallit¹⁾ bildet mit Steinsalz und Anhydrit vermenget im nördlichen Lager mächtige Bänke im Hangenden des oberen Horizontes.

¹⁾ J. Vogt und M. Mieg haben (Bull. soc. industr. de Mulhouse 1908) auf das Fehlen von Carnallit und Chlormagnesium überhaupt hingewiesen und dies als Unterschied gegenüber den norddeutschen Kalilagern hervorgehoben. Doch wurden durch den Wittelsheimer Bergbau reiche Mengen von Carnallit erschlossen.

Im Gegensatz zu den Sylvaniaeinen zeigt sich mit Zunahme der Korngröße auch ein Steigen der Farbenintensität. Die kleinen Hämatit-schüppchen, welche die Rotfärbung hervorrufen, zeigen oft scharfe, sechsseitige Umrißformen.

Auch in den Salzgesteinen der anderen Horizonte ist Carnallit nachzuweisen, allerdings nur in Spuren, und zwar in Sylvaniaeinen in äußerst dünnen, zerfressenen Partien zwischen den Sylvinkörnern, oft polysynthetische Verzwilligungen zeigend, in Steinsalzmaterial (auch in Fasersalzen) in kleinen Krystallkörnern, oft tafelig mit gut erhaltenem, sechsseitigen Umriß; optisch sind diese Täfelchen durch den Austritt der stumpfen Mittellinie α charakterisiert.¹⁾ Auch in den grobspätigen Sylvinen an den Grenzen gegen die Carnallitgesteine sind solche rundliche Körner von Carnallit mit mehr oder minder deutlich ausgeprägter Krystallform innerhalb der großen Sylvinindividuen vorhanden.

In den Carnallitgesteinen selbst weisen die einzelnen Körner kaum je krystallographische Begrenzungselemente auf, sondern erscheinen rundlich und von ganz unregelmäßigen Umrissen. Einschlüsse von Lauge und Gas sowie von Steinsalz und Anhydrit (ausnahmsweise auch Sylvin) sind nicht selten. Die bekannte sekundäre Zwillingslammellierung nach (110) ist sehr häufig zu beobachten, oft sind mehrere solcher Züge sehr feiner Lamellensysteme vorhanden, die sich unter Winkeln von annähernd 60° durchkreuzen. Mitunter sind derartige polysynthetische Zwillingsbildungen durch das Auftreten breiterer Einzellamellen ausgezeichnet, so daß man fast geneigt wäre, sie als ursprünglich, nicht sekundär entstanden, anzunehmen. Vielleicht ist hier die Langsamkeit der mechanischen Einwirkung zur Erklärung herbeizuziehen.

Wie schon besprochen, sind die Carnallit-führenden Zonen mancherlei Unregelmäßigkeiten unterworfen, denen systematisch nachzugehen die mangelhaften Aufschlüsse nicht erlauben.

¹⁾ Es seien hier einige störende Druckfehler richtiggestellt, die sich in die Tabelle meiner Zusammenstellung der Salzminerale (diese Mitt. 1910, 29, pag. 210) vorfinden:

bei Carnallit lies	a = γ	statt a = α
Anhydrit „	a = γ	„ a = γ
Leonit	c : $\gamma = 5^0 (> \beta)$ „	c(c α) = γ .

Zur Ermittlung des Mengenverhältnisses Carnallit:Steinsalz: Anhydrit wurden 4 Analysen von Carnallitgesteinen ausgeführt¹⁾:

1. hellrotes, mittelkörniges Carnallitgestein : 483;
2. liches, feinkörniges Carnallitgestein 486;
3. dunkelrotes, grobspätiges Carnallitgestein : 493;
4. helles, mittelkörniges Carnallitgestein : 520.

	1	2	3	4
CaSO ₄ } (Rückst.) }	0·38	1·54	1·57	0·11
Cl.	38·85	40·23	38·08	38·39
SO ₄	Spur	0·64	0·68	Spur
Ca	Spur	0·20	0·28	Spur
Mg	8·40	7·47	8·16	8·64
Na	0·69	5·16	1·85	0·23
K	13·78	11·73	12·88	13·75
Fe ₂ O ₃	Spur	Spur	0·10	Spur
H ₂ O	37·87	33·43	36·41	38·75
Summe . . .	99·97	100·40	100·01	99·87
Carnallit. . .	97·8	84·7	92·1	99·2
NaCl	1·8	13·0	4·7	0·6
CaSO₄	0·4	2·3	2·6	0·2
Fe₂O₃	Spur	Spur	0·1	Spur
H₂O	—	—	0·5	—
Summe . . .	100·0	100·0	100·0	100·0

Man sieht aus den Analysen, daß auch hier die Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile einigermaßen wechseln und es ist nicht verwunderlich, wenn die aus solchen Carnallitgesteinen hervor-

¹⁾ Um einen raschen Überblick über die Menge der wasserunlöslichen Bestandteile zu gewinnen, genügt es hier, das grobgepulverte Material in einem Goochtiigel 3—4mal mit Wasser abzuspülen und die Gewichtszunahme des Tiegels als Rückstand anzunehmen; bei geringer Menge von Anhydrit kann man auch bei genauer Bestimmung so vorgehen. Siehe Anm. pag. 422, 423.

gegangen Sylvingesteine gleichfalls analoge Ungleichmäßigkeiten erkennen lassen. Es sei noch erwähnt, daß alle Carnallitgesteine geringe, aber durch Behandeln mit Chlorwasser und Ausschütteln mit Chloroform deutlich nachweisbare Mengen von Brom enthalten; Jod scheint zu fehlen.

Anhydrit.

Nach Steinsalz und Sylvin ist Anhydrit, das einzige Sulfat im Bereiche der Wittelsheimer Kalilager, das wichtigste Mineral. Er ist in Form feiner Nadelchen in verschiedenen Mengenverhältnissen den Salzgesteinen beigemischt und fehlt in keiner einzigen der Schichten vollständig, wenn er auch mitunter stark zurücktritt. Die Verteilung, auch innerhalb einer und derselben Lage ist meist keine gleichmäßige, es zeigt sich im allgemeinen Anreicherung von Anhydrit in den Hangendzonen der Sylvingesteine und im Liegenden der Steinsalzlager, ferner kommen beträchtliche Anhäufungen in den Steinsalzschnüren, die den Sylvin durchziehen vor und, speziell den in Liegendpartien des oberen Lagers, auch in den roten Streifen der hellen Sylvingesteine, wo rotgefärbte Partien zonenweise die Anhydritleisten umziehen. (Fig. 21, Taf. XIV.) Auch im Bereiche der feinen, tonigen Bänder, die so oft als Grenzlagen auftreten, ist Anhydrit beträchtlich angereichert. Im allgemeinen erscheint das reichliche Vorhandensein von Anhydrit an Steinsalz oder sehr steinsalzreiche Sylvingesteine gebunden, wenn auch hochprozentige Sylvingesteine mit höherem Anhydritgehalt nicht fehlen. Oft erscheinen Anhydritnadeln beiderseits von den tonigen Grenzschichten aus senkrecht auf ihrer Unterlage stehend in die Steinsalzindividuen hineingewachsen, wobei ihre Längserstreckung mitunter den Spaltflächen des Steinsalzes annähernd parallel läuft; dies deutet auf gleichzeitige Entstehung der beiden Minerale hin. (Fig. 18, Taf. XIV.)

Eine sehr wichtige Rolle spielt der Anhydrit als Hauptbestandteil der oft dolomitreichen, harten, 3—5 cm starken Gesteinslagen von feinem Korn und bräunlicher Farbe, die sich jeweils zwischen die Salztone und die Schichtserien der Salzgesteinslagen schieben, also das unmittelbar Liegende der Salzflötze bilden und die salinarische Sedimentation einleiten. Dementsprechend zeigen sie in ihren Hangendteilen einen immer mehr und mehr steigenden Steinsalzgehalt und stellen schließlich nur mehr Krystallkrusten um einschlußreiche Steinsalzkörner dar. Die einzelnen oft größeren Steinsalzindividuen erkennt

man im Handstück gut am Aufblitzen der Spaltflächen, auch dann noch, wenn das eingeschlossene Material (Anhydrit und Dolomit) an Menge weit überwiegt. Es sind dies Bildungen, die den bekannten „krystallisierten Sandsteinen“ an die Seite zu stellen sind. Während der Anhydrit in diesen Gesteinen in winzigen, rundlichen Körnern auftritt, ist er dort, wo Steinsalzführung beginnt, in Stengeln und Nadeln entwickelt; auch in den seltenen Lagen mit überwiegendem Dolomit ist er in Leisten ausgebildet.

Alle diese Nadeln von Anhydrit in den Salzgesteinen, Dolomitgesteinen, in den Grenzonen der Tonwürfelsalze etc., zeigen völlig übereinstimmende Orientierung der Längserstreckung, in welcher stets die Richtung von α^1 gelegen ist. Es ist also durchwegs die Längsrichtung die Richtung der c-Axe; im konvergenten Lichte zeigen die Nadeln dementsprechend bald den Austritt der spitzen Mittellinie γ , bald den der optischen Normalen β . Die beiden anderen Richtungen sind meist annähernd gleich entwickelt, so daß Schnitte senkrecht zur Längserstreckung beiläufig quadratischen Umriss zeigen; nur vereinzelt treten Krystalle auf, die nach dem einen oder dem anderen Pinakoid tafelig sind. Die Krystallnadeln sind oft zu Büscheln gruppiert, in seltenen Fällen auch zu knäuelartigen Aggregaten sehr feiner Anhydritfäden vereinigt. (Fig. 20, Taf. XIV). Die Einzelindividuen lassen an den Enden der Nadeln nur selten krystallographische Begrenzungselemente erkennen, meist sind sie gerundet oder ausgefasert; oft erscheinen die Kryställchen in unregelmäßige, langgestreckte Lösungskörper umgewandelt. (Vgl. Fig. 19, Taf. XIV.)

Auch in den Salztonen sieht man mitunter Leisten von Anhydrit, die gleichfalls nach der c-Axe gestreckt erscheinen. In den Hangendtonen des oberen Lagers sind öfters Partien schichtig eingelagert, die aus Dolomit, Anhydrit und Steinsalz bestehen, alle Minerale von größerem Korn und mit starkem, kohligem Besatz. In den Grenzonen dieser Einlagerungen sind größere Anhydritleisten häufig, mit der Längserstreckung in der Schichtfläche und wieder mit α in der Längsrichtung.

C. Reidemeister²⁾ gibt für die Anhydrite der von ihm untersuchten Salztone ebenfalls Längserstreckung und durchwegs α in

¹⁾ Bei der üblichen Aufstellung $c = \alpha$, $b = \beta$. [Nach (001) beste Spaltbarkeit, nach (010) sehr vollkommene, nach (100) vollkommene].

²⁾ C. Reidemeister, Über Salztonen und Plattendolomite. Kali 1912. pag. 226, 295.

der Längsrichtung an; in den Plattendolomiten hingegen fand er Anhydritleisten, nach der Richtung der kleinsten Elastizität gestreckt, was er mit der Abscheidung aus kohlensaurer Lösung im Zusammenhange stehend vermutet.

Die analytischen und mikroskopischen Untersuchungen ergaben vielfach einen so beträchtlichen Anhydritgehalt, daß die Möglichkeit des direkten Absatzes aus einer Lösung ausgeschlossen erscheint und man zu besonderen Annahmen gezwungen ist. Sicherlich hat Absinken von ausgeschiedenem Anhydritmaterial aus höher gelegenen Laugenteilen, sowie Zusammensinken der Reste zerstörter Salzgesteine den Anhydritgehalt der sich am Grunde des Laugenbeckens absetzenden Salzgesteine zum Teil erhöht. In gewissem Widerspruch zu solchen Annahmen steht die Beobachtung des „Hineinwachsens“ von Anhydritnadeln in Steinsalz von der Tongrenze aus und die Tatsache, daß an der Grenze von Steinsalz und Sylvin oft Anhydritleisten ungestört und unzerbrochen durch beide Minerale durchsetzen. Vielleicht ist hier noch folgende Erklärung herbeizuziehen: Durch Einwirkung von Magnesiumchloridlösung auf Calcit ist Dolomit entstanden unter Bildung von Calciumchlorid, das sich der Lauge beimischte (vgl. pag. 452); nimmt man nun an, daß neueinbrechende Laugen Magnesiumsulfat führten, so mußte dieses mit dem Calciumchlorid in Reaktion treten unter Ausscheidung von Calciumsulfat und Rückbildung von Magnesiumchlorid. Hiedurch würde der hohe Calciumsulfatgehalt und das Fehlen von Magnesiumsulfat-hältigen Salzen in den salinarischen Sedimenten des oberelsäßischen Tertiärs verständlich.

Eine merkwürdige Varietät von Anhydrit ist der Faseranhydrit, der an den Salzbändern der Fasersalzlagen und in dünnen Krusten an den Tonwürfelsalzen nicht selten auftritt. Es sind dies feinfaserige, reinweiße Aggregate mit der Fasernrichtung senkrecht auf den Kluftrespektive Aufwachungsflächen. Sehr häufig ist das Zusammenkommen von Fasersteinsalz und Faseranhydrit (vgl. Fig. 18, pag. 403), und zwar sind alle möglichen Mengenverhältnisse dieser beiden verwirklicht.

Im Gegensatze zu den Anhydritnadeln der Salz- und Tongesteine zeigen diese Vorkommen nicht immer Zusammenfallen der Längserstreckung mit einer der Krystallaxen, es sind vielmehr gar nicht selten die Fasern in Richtungen ausgezogen, die gar keiner gesetzmäßigen Lage entsprechen. Wo dies doch der Fall ist, was immer-

hin bei der Mehrzahl der Beispiele eintritt und was an der geraden Auslöschung unmittelbar ersichtlich ist, erscheint, wieder im Gegensatz zu dem Material der erwähnten Gesteine, γ in der Längsrichtung, also Verzerrung in der Richtung der a-Axe.

Karbonate.

Kohlensaure Salze spielen als Gesteinsgemengteile eine wichtige Rolle, und zwar handelt es sich in den meisten Fällen um Karbonate, die zum Dolomit gehören. Diese Dolomite erscheinen überall dort ausgebildet, wo Steinsalz an Tonschichten angrenzt, also an den entsprechenden Schichtbändern der Steinsalzlagen und in den Randzonen der Spalten- und Tonwürfelsalze, in Einzelkrystallen und in allen Übergängen bis zu dicken, zusammenhängenden Krystallkrusten entwickelt; durch Behandeln mit Wasser kann man gute Exemplare mit Einzelindividuen bis zu 1 mm Kantenlänge gewinnen. In den Steinsalzmaterialien in der Nähe von Ton sind Dolomitkrystalle rundum ausgebildet und treten schwebend sehr häufig, hauptsächlich in Halit-seltener in Sylvingesteinen auf.

Bemerkenswert ist, daß stets die Form $f = (02\bar{2}1) - 2R$ als Kombinationsträger auftritt, oft mit dem Grundrhomboeder als schmaler Abstumpfung der Polkanten und der Basis als kleiner, dreieckiger Fläche kombiniert. Seltener ist das verwendete Prisma $(11\bar{2}0)$ entwickelt, tritt aber ebenso wie das Grundrhomboeder und die Basis ganz gegen $(02\bar{2}1)$ zurück. An 6 ausgesuchten Kryställchen wurden die Poldistanzen der Form f gemessen: $62^\circ 21'$, $62^\circ 24'$, $62^\circ 26'$, $62^\circ 27'$, $62^\circ 38'$ und $62^\circ 43'$, was mit dem Werte der Poldistanz dieser Form beim Dolomit: $62^\circ 30'$ gut übereinstimmt. Sattelförmige Krümmung dieser Rhomboederflächen und andere hypoparallele Verwachsungen sind sehr häufig zu beobachten, zumal bei den aufgewachsenen Krystallen.

Die Krystalle sind farblos, gelblich oder bräunlich, häufig ist ein bräunlicher Kern und farblose Hülle entwickelt.

Es wurden an Karbonaten 2 Analysen ausgeführt: 1. Ausgesuchtes Material aus dem Lösungsrückstande der ersten Steinsalzschiechte im Liegenden des oberen Horizontes (450) nach Entfernung der Hauptmenge des innig verwachsenen Anhydrites durch längere Behandlung mit Wasser; 2. harte, zusammenhängende Karbonatrinden der Tonwürfelsalze aus dem oberen der beiden Liegendtone des unteren

Horizontes (siehe pag. 386) nach mechanischer Entfernung der fest anhaftenden Tonpartikel und nach längerer Behandlung mit Wasser.

	1	2	Molekarquotienten	
			1	2
CaO	31·05	29·34	0·5536	0·5231
MgO	16·28	13·53	0·4038	0·3356
FeO	6·26	7·93	0·0871	0·1104
CO ₂	45·63	42·47	1·0370	0·9652
SO ₃	0·46	1·00	0·0057	0·0125
H ₂ O	0·34	0·53		
in unlösl. Rückstand .	0·16	4·47		
Summe	100·18	99·27		

Bei Umrechnung auf die entsprechenden Salze und die Summe 100 ergeben sich die Werte 1 und 2, bei Umrechnung auf Karbonate allein 1 a und 2 a.

	1	2	1 a	2 a
CaCO ₃	54·69	51·61	55·41	55·34
MgCO ₃	33·97	28·73	34·41	30·81
FeCO ₃	10·05	12·92	10·18	13·85
CaSO ₄	0·79	1·71	—	—
H ₂ O	0·34	0·53	—	—
Rückstand	0·16	4·50	—	—
	100·00	100·00	100·00	100·00

Es ergeben sich also Zusammensetzungen wie bei eisenreichen Dolomiten, die als Ankerit oder Braunspat bezeichnet werden. Der Eisengehalt wechselt stark und zwar scheinen die Kerne eisenreicher zu sein, als die Hüllen.

Über die Genesis des Dolomit durch Einwirkung von Magnesiumchloridlösungen auf Calcit siehe pag. 452.

Eine sonderbare Erscheinung ist die orientierende Wirkung, die das Steinsalz auf die Dolomitkrystalle auszuüben scheint. Schon die kristallographischen Beziehungen der Einzelkrystalle zueinander und die Einheitlichkeit der Randzonen der Tonwürfelsalze der Liegendtone des unteren Lagers (siehe pag. 386) sind höchst auffällig. Noch eigentümlicher sind die Verhältnisse dort, wo größere Steinsalzindividuen gegen Ton stoßen, besonders wenn dieses Steinsalz einem langsamen

Wachstum seine Entstehung verdankt, wie dies bei den Grenzzonen häufig der Fall ist. Das beste Beispiel dieser Art fand sich an der Hangendgrenze der Steinsalz (Sylvin)-Einlagerung in der Liegendpartie des Tones zwischen unterem und mittlerem Horizonte. Wenn man eine Stelle, an der ein Steinsalzindividuum an den Ton stößt, herauspräpariert und das Steinsalz weglöst, sieht man auf der bisweilen mehrere Quadratcentimeter großen Dolomitkrustenteile, daß zahlreiche der kleinen, aufsitzenden Dolomitindividuen gleichzeitiges Einspiegeln der Flächen zeigen, und zwar sind gewöhnlich je 2 solche Systeme zahlreicher, parallel angeordneter Dolomitkrystalle neben meist zurücktretenden, unregelmäßig gestellten Exemplaren vorhanden. Zwischen dem anstoßenden Steinsalzindividuum und diesen orientierten Systemen scheint folgende Beziehung zu bestehen, die allerdings nur durch beiläufig gleiches Einspiegeln angenähert festgestellt werden konnte, immerhin übereinstimmend an mehreren Beispielen. Läßt man die als schmale, langgestreckte Polkantenabstumpfung von $f(02\bar{2}1)$ auftretenden Grundrhomboeder der einen Schar von Dolomitkrystallen aufblitzen, so spiegeln die gleichen Flächen des zweiten Systemes auch ein, wobei die Längsrichtung dieser Flächen auf der der anderen senkrecht steht. Gleichzeitig spiegelt auch eine Spaltfläche des Steinsalzes ein, wobei die erwähnten Längserstreckungen der Grundrhomboederflächen ungefähr in die Richtungen der Flächendiagonalen dieser Würfelflächen fallen. Die hypoparallele Verwachsung der Dolomitkrystalle macht eine Messung und damit eine genauere Fixierung dieser Erscheinung unmöglich, so daß die zweifellos vorhandene Beziehung zwischen Steinsalz und Dolomit nur durch die gegebene kurze Beschreibung angedeutet sei. Zu erwähnen wäre noch, daß jedem angrenzenden Steinsalzkrystall solche Systeme von Dolomitkrystallen entsprechen; bei feinkörnigen Steinsalzaggregaten wird dementsprechend die Erscheinung undeutlich und verschwommen.

Diese orientierte Verwachsung von Dolomit und Steinsalz zeigt, wenn sie sich auch nicht völlig einwandfrei kristallographisch darstellen ließ, doch mit Sicherheit die gleichzeitige Entstehung der beiden Minerale an und ist deshalb nicht unwichtig.

Bei den dicken Dolomitrandkrusten der Fasersalze zeigt sich oft durch gegenseitige Wachstumsbehinderung eine Längserstreckung der Einzelindividuen in der Richtung senkrecht auf die Kluftflächen.

Auch innerhalb der harten Anhydritgesteine sind die Wandungen der mit Steinsalz erfüllten Hohlräume mit Dolomitkrystallen ausgekleidet. Gemenge mit Anhydrit sind in allen möglichen Verhältnissen vorhanden, von mittelkörnigen Dolomitaggregaten, die von langgestreckten, zerfressenen Anhydritleisten durchzogen sind, bis zu feinkörnigen Anhydritgesteinen mit spärlichen, oft reihig angeordneten, meist idiomorphen Dolomitkrystallen.

Calcit wurde außer in sehr feinkörnigen Aggregaten als Bestandteil der Salztone nur noch an den äußersten Rändern der Tonwürfelsalze des Hangendtones des oberen Lagers gefunden, wo er kleine Kryställchen oder durchsichtige, gelbliche Krystallkrusten bildet, auf denen meist Dolomitkrystalle aufsitzen (vgl. pag. 388). Er stellt die jüngste Bildung dar, offenbar durch einen Umkrystallisationsprozeß aus wässriger Lösung entstanden.

Salztone und Anhydrit-(Dolomit-)gesteine.

Die Verbreitung der Salztone und Anhydrite (Dolomite), welche ein so wichtiges Glied der Schichtenfolge innerhalb der kalisalzführenden Region bilden, ist aus den Detailprofilen unmittelbar ersichtlich. Außer den vier mächtigen Zwischenlagen: zweien im Liegenden des unteren Horizontes und je einer als Grenzschiechte der Horizonte, ferner der starken Tonbedeckung, die den Abschluß des unteren Lagers bildet, sind in den drei Horizonten und im oberen Lager neben ganz feinen, oft nur schwach angedeuteten Toneinlagerungen auch noch stärkere, tonige Bänder vorhanden:

Unterer Horizont: Zwischenmaterial der Steinsalzbänke im Liegenden; ungefähr 1 *cm* breites Band bei zirka 50.

Mittlerer Horizont: feine, dünne Lagen bei 265, 276, 278, 287 und noch andere; 2—4 *cm* starke Schichtbänder der Steinsalzzwischenlage; zirka 1 *cm* starkes Band bei 350.

Oberer Horizont: zwei bis 3 *cm* starke, vielfach gewellte Tonlagen zwischen den Liegendsteinsalzbänken.

Das Material aller Tonlagen des unteren Lagers ist sehr feinkörnig, feingeschichtet und von bräunlicher bis schwärzlicher Farbe; oft sieht man hellere und dunklere, sehr feine Schichten wechsellagern. Alle diese Tone sind sehr hygroskopisch und beschlagen sich an der Luft mit Flüssigkeitströpfchen; bei längerem Stehen an trockener Luft zerfallen sie, blättern sich auf und überziehen sich mit einem

Pelz feiner Ausblühungen, meist von Steinsalz und Sylvin. Über die Differenzierung der Tonlage zwischen mittlerem und oberem Horizont siehe pag. 361.

Im oberen Lager sind bei 80—90 mehrere bis $\frac{1}{2}$ cm starke Tonlagen eingeschaltet; das Material ist von schwärzlicher Farbe und nicht hygroskopisch. Der Hangenton des oberen Lagers ist von dunkelgraublauer Farbe und ebenfalls nicht hygroskopisch.

Anhydrit(Dolomit)schichten sind jeweils zwischen mächtigen Tonbändern und Steinsalzablagerungen eingeschaltet.

Es wurden 8 Salztöne und 2 Anhydrit(Dolomit)gesteine analysiert.

Bei diesen Analysen wurde folgender Gang eingeschlagen: zirka 5 g, genau eingewogen, wurden auf ein größeres Filter gebracht und solange mit Wasser behandelt, bis das durchlaufende Filtrat keine Cl-Reaktion¹⁾ mehr gab. Dann wurde das Filtrat auf 250 cm³ verdünnt und je 50 cm³ der Lösung zur Bestimmung von Cl, SO₄, Ca und Mg und K und Na herauspipetiert. Der am Filter befindliche Rückstand wurde im Platintiegel geglüht, genau gewogen, dann fein zerrieben und von dem gut durchgemischtem Pulver 2 Portionen für Natriumkarbonataufschlüsse abgewogen, die eine zur Bestimmung von SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO und MgO, die andere zur Ermittlung von SO₃; die Schwefelsäure wurde erst nach Abscheidung der Kieselsäure, der dreiwertigen Metalle und des größten Teiles des Kalkes ausgefällt. Das Eisenoxydul wurde an einer Extraprobe bestimmt, doch ist der Wert hierfür infolge der reichlich vorhandenen organischen Substanz ungenau. Zur Ermittlung der Gesamtalkalien diente ein Aufschluß nach L. Smith, die Trennung von Na und K wurde sowohl hier, als auch im wasserlöslichen Teil durch Platinchlorid vorgenommen. Die Kohlensäure wurde mittels eines kleinen Kohlensäureapparates nach E. Ludwig, das Wasser mittels Penfield'schen Glasrohres bestimmt. Die so gefundenen Werte gaben Summen, die um Zahlen bis über 2 kleiner waren als 100. Schon bei der Wasserbestimmung nach Penfield entwichen dichte, brenzlich riechende Dämpfe durch die Kapillare; Kontrollversuche mit dem Kölbchen ergaben stets reichliches Vorhandensein organischer Substanz, Kohle

¹⁾ Da schwerlösliche Sulfate mit Ausnahme von Anhydrit nicht vorhanden waren, konnte von längerem Behandeln mit Wasser, vor allem vom Erwärmen abgesehen werden.

und Bitumen, deren Fehlen die Differenz auf 100 veranlaßt hatte. Es wurde daher genau gewogene Substanz mit reichlich Bleioxyd überschichtet und vorsichtig bis zur Gewichtskonstanz erhitzt. Die Differenz der so gefundenen Zahl und des Wassergehaltes wurde als „organische Substanz“ in Rechnung gestellt. Wenn nun auch diese Zahl als nicht einwandfrei ermittelt gelten muß, besonders da die restierende Tonsubstanz immer noch Wasser enthielt, wenn auch nur in geringen Mengen, so genügt sie doch für die Charakterisierung der Tongesteine.

Das Analysenmaterial wurde an Ort und Stelle von Einlagerungen wie Tonwürfelsalz, Spaltensalz u. dgl. befreit, in gut verschließbare Glasflasche gefüllt, dann kurz vor Gebrauch fein pulverisiert und gleich wieder sorgfältig verschlossen.

Material aus folgenden Schichten gelangte zur analytischen Untersuchung:

1. Dolomitischer Anhydrit zwischen den beiden Tonlagen im Liegenden des unteren Horizontes (südliches Lager, unmittelbar hinter dem Schacht).

2. Salzton im Liegenden des unteren Horizontes (die obere der beiden Liegendtonschichten; Fundstelle wie bei 1).

3. Salzton, zwischen unterem und mittlerem Horizont (aus dem nördlichen Lager).

4.—8. Salzton und Anhydritdolomit zwischen mittlerem und oberem Horizont und zwar:

4. Feingeschichteter Liegendton.

5. Harter, ungebankter, karbonatreicher Salzton.

6. Weicher, fast ungebankter Salzton.

7. Feingeschichteter Hangendton.

8. Toniger Dolomitanhydrit.

9. Salzton aus dem unmittelbar Hangenden des oberen Horizontes (vom Aufschluß beim Hochbruch unmittelbar östlich vom Schacht).

10. Hangendton des oberen Lagers.

Da es sich bei den untersuchten Proben meist nicht um Gemenge stöchiometrisch zusammengesetzter Substanzen handelt, ist eine vollständige Berechnung der Analysen undurchführbar. Für den wasserlöslichen Teil ist dies natürlich leicht, speziell in unserem Fall, wo Sulfate des Magnesiums und der Alkalien gänzlich fehlen, es ist hier

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na	—	0·44	0·43	0·40	0·33	5·37	1·59	0·47	0·67	7·34
K	—	1·22	1·37	0·82	0·44	5·39	1·15	0·16	5·44	0·97
Ca	—	1·12	1·31	1·41	0·60	1·75	2·32	1·12	1·07	0·27
Mg	—	0·28	0·34	0·15	Sp.	0·18	0·22	Sp.	0·37	0·00
Cl	—	4·18	4·96	3·47	2·16	16·30	7·26	0·77	8·23	12·43
SO ₄	—	0·26	0·07	1·10	0·05	0·60	1·17	2·37	1·04	0·27
CaO	39·59	9·98	9·33	17·70	22·75	6·08	7·87	31·19	8·85	10·51
MgO	1·06	4·08	3·73	8·78	11·76	3·87	4·62	7·08	6·51	3·14
K ₂ O	0·33	5·55	5·99	2·55	1·82	4·13	4·25	0·66	3·94	5·58
Na ₂ O	0·37	0·16	0·02	0·04	0·04	0·00	0·29	0·00	0·02	0·00
Al ₂ O ₃	0·26	13·30	12·40	7·11	4·92	8·30	11·27	2·20	9·55	11·46
Fe ₂ O ₃	0·00	0·55	0·59	0·37	0·22	0·86	1·22	0·00	2·71	0·00
FeO	0·36	2·73	2·31	2·74	3·60	1·73	1·95	2·20	1·97	1·72
SiO ₂	0·65	30·92	31·02	18·82	12·99	24·37	29·08	4·65	27·75	26·43
H ₂ O	1·05	13·03	14·61	8·51	4·87	11·11	13·75	2·31	9·27	5·65
CO ₂	2·47	9·02	8·67	21·03	31·59	7·50	8·91	20·40	11·02	10·13
SO ₃	53·61	1·10	0·85	2·79	0·27	0·36	2·22	21·88	1·45	2·03
org. Substanz	Sp.	2·56	2·25	2·79	2·10	1·98	1·13	1·89	0·60	2·63
Summe . . .	99·75	100·48	100·25	100·58	100·51	99·88	100·27	99·60	100·46	100·56

die gesamte Schwefelsäure an Ca zu binden, das restliche Ca, sowie Na, K und Mg an Chlor, es ergaben sich hier auch nur Differenzen innerhalb der Fehlergrenzen der Analyse. Beim wasserunlöslichen Teil ist es nur erlaubt, die gesamte Schwefelsäure an CaO zu binden. Es wurde hierin, sowie in der Anordnung der Analysenzahlen dem Vorgange von C. Markus und W. Blitz¹⁾ gefolgt, die in letzter Zeit genaue Analysen von Staßfurter Salztönen veröffentlicht haben. C. Reidemeister²⁾ hat jüngst eine Anzahl unvollständiger Salztoneanalysen publiziert; er berechnet die Tonerde als Kaolin und stellt den Kieselsäureüberschuß als „freie Kieselsäure“ in Rechnung; die Schwefelsäure bindet er an CaO, eventuell bei Überschuß an MgO; die Kohlensäure berechnet er auf CaO als Calcit, den Rest auf MgO als Magnesit und führt das restliche MgO, soweit es nicht an SO₃ gebunden erscheint, als MgO (Rest) auf. Wenn nun auch freie Kieselsäure als Quarz in Salztönen oftmals mit Sicherheit nachgewiesen werden kann und es nicht ganz ausgeschlossen ist, daß die Tonerde zum Teil an Kieselsäure in Form des stöchiometrischen H₄Al₂Si₂O₉ gebunden auftritt, so widerspricht eine Berechnungsart, wie die Reidemeisters, doch so sehr dem petrographischen und mineralogischen Charakter der Salztöne, daß sie ganz unstatthaft erscheint, wie im folgenden noch ausgeführt werden wird.

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der (wasserfrei) berechneten Verbindungen' des wasserlöslichen Teiles, daneben noch die Menge wasserunlöslichen Anhydrites und, der Übersichtlichkeit halber, die Summe der Chloride, die Gesamtmenge des Anhydrit, den Rest von CaO, ferner MgO, FeO, CO₂ und H₂O; die anderen sich unverändert wiederholenden Bestandteile wurden nicht nochmals angeführt.

Das außerordentlich feine Korn erschwert ungemein die mikroskopische Untersuchung der Salztöne, wobei noch das nicht individualisierte Tonmaterial und die reichlich auftretende organische Substanz als optisch nicht charakterisiert genauere Bestimmungen unmöglich machen. Man nimmt nur winzige, anisotrope Körnchen wahr, die mit Karbonaten und Anhydrit zu identifizieren sind. Beim Hangend-

¹⁾ C. Markus und W. Blitz, Über die chemische Zusammensetzung der Staßfurter Salztöne, Zeitschr. f. anorg. Chemie 1910, 68, pag. 91.

²⁾ C. Reidemeister, Über Salztöne und Plattendolomite etc. Kali 1912, pag. 226, 295.

ton des oberen Lagers sieht man schon makroskopisch in der sehr feinkörnigen Grundmasse kleine Blättchen aufblitzen, es sind dies Spaltblättchen von Steinsalz. Sonst beschränken sich die gut erkennbarer Bestandteile auf Einlagerungen von anhydritischen Linsen und Bändern und auf die Grenzzonen gegen Steinsalz.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaCl	—	1·09	1·07	1·02	0·90	13·63	4·01	0·99	1·71	18·64
KCl	—	2·28	2·61	1·56	0·93	10·27	2·17	0·25	10·40	1·84
CaCl ₂	—	2·74	3·54	2·62	1·73	4·14	5·03	0·30	1·78	0·42
MgCl ₂	—	1·01	1·26	0·59	Sp.	0·70	0·84	Sp.	1·46	0·00
CaSO ₄	—	0·37	0·10	1·56	0·07	0·85	1·66	3·36	1·47	0·38
(wasserlöslich)										
CaSO ₄	90·30	1·87	1·45	4·74	0·46	0·61	3·78	37·20	2·47	3·45
(wasserunlöslich)										
CaO	2·90	9·21	8·73	15·75	22·56	5·83	6·31	15·87	8·83	9·06
MgO	1·06	4·08	3·73	8·78	11·76	3·78	4·62	7·08	6·51	3·14
FeO	0·36	2·73	2·31	2·74	3·60	1·73	1·95	2·20	1·97	1·72
CO ₂	2·47	9·02	8·67	21·03	31·59	7·50	8·91	20·40	11·02	10·13
H ₂ O	105	13·03	14·61	8·51	4·87	11·11	13·75	2·31	9·27	5·65
Summe der										
Chloride . . .	—	7·12	8·49	5·79	3·56	28·74	12·05	1·54	15·35	20·90
Anhydrit, Ge-										
samtmenge . .	90·30	2·24	1·55	6·30	0·53	1·46	5·44	40·56	3·94	3·83

Die einzelnen Bestandteile der Wittelsheimer Salztone charakterisieren sich nach dem chemisch-mineralogischen Befund, wie folgt:

Tonsubstanz: welches Mineral oder Mineralgemenge sich unter dem „Ton“ verbirgt, läßt sich nicht aussagen; wenn es auch nicht unmöglich ist, daß zum Teil das stöchiometrische Krystalloid Kaolin vorliegt, oder das kolloidale $H_4Al_2Si_2O_9 + nH_2O$, so läßt sich doch dafür kein Beweis erbringen. Das Molekularverhältnis $SiO_2 : Al_2O_3$ wechselt nicht sehr, es schwankt zwischen 4:1 und 5:1; freies Kieselsäureanhydrid in Form von Quarz scheint nicht vorhanden zu sein; ob hier freie Kieselsäure in Gelform vorkommt, ist nicht auszusagen. Höchstwahrscheinlich handelt es sich um Tonerdekieselsäuregele von wechselnder Zusammensetzung, die eine Reihe von Basen (CaO, MgO, K₂O, Na₂O) adsorptiv gebunden enthalten. Wieviel CaO und MgO in dieser Weise vorhanden sind, läßt sich nicht angeben,

weil die an Kohlensäure gebundenen Mengen nicht berechnet werden können; sicherlich handelt es sich jeweils um mehrere Prozente. Sehr bemerkenswert ist der relativ hohe Gehalt an Kali, welcher in 3 Fällen 5% noch beträchtlich übersteigt und vielleicht eine praktische Verwendung des Salztones als Zusatzmaterial zu den Kalisalzen diskutabel macht. Das Natron tritt daneben ganz zurück und bleibt meistens weit unter dem Betrag von $\frac{1}{4}$ %. Daß eine selektive Adsorption des Kali bei Tonen mit Vorliebe platzgreift, ist schon längst bekannt; so gibt beispielsweise V. M. Goldschmidt¹⁾ für die mittlere Zusammensetzung mariner Tongesteine 6% Kali auf 1% Natron an und auch bei den Salztonanalysen von E. Markus und W. Biltz (l. c.), speziell bei den roten Salztonen von Schönbeck, zeigt sich ein ganz beträchtlicher Überschuß von Kali gegenüber Natron. C. Reidemeister gibt l. c. an, daß „Kalium und Natrium²⁾ auch in unlöslicher Form im Salzton vorhanden“ seien. Weiters führt er aus: „Wahrscheinlich werden beide in Feldspäten an Kieselsäure gebunden sein, die Feldspäte werden sich wahrscheinlich aus Lösung im Ton selbst gebildet haben. U. d. M. sind sie nicht zu erkennen, sie werden ganz von der tonigen Substanz eingehüllt sein. Am zweckmäßigsten bezeichnet man sie als Gangart des Salztones“. Es ist allerdings leicht, aus den Tonanalysen feldspatähnliche Komponenten herauszurechnen; daß sich aber hier leibhaftige Feldspäte aus wässriger Lösung bei niederer Temperatur gebildet haben könnten, erscheint mir eine sehr gewagte, zum mindesten durch nichts gestützte Annahme zu sein; übrigens ist bei der außerordentlichen Wichtigkeit dieser Frage ganz besondere Vorsicht geboten.

Eisenoxyd ist in allen Tonen enthalten, zum Teil wohl als Rückstand aus ehemals vorhandenen und wieder gelösten Carnallitgesteinen; die Analysen 6, 7 und 9 zeigen die reichlichste Eisenoxydführung in Übereinstimmung mit den hohen KCl-Gehalten. Vielleicht hat die „organische Substanz“ bei der Reduktion von Fe_2O_3

¹⁾ V. M. Goldschmidt, Die Kontaktmetamorphose des Christianiagesbietes. 1911, pag. 16.

²⁾ Reidemeister hat die Gesamtalkalien nach Lawrence Smith bestimmt und die Summen der Chloride als Analysenzahlen eingestellt, ohne eine Trennung von Na und K und ohne eine Scheidung in wasserlöslichen und wasserunlöslichen Teil. Das wichtige Hilfsmittel der Kontrolle auf 100 wird bei einem solchen Verfahren natürlich ganz illusorisch.

zu FeO zum Teil mitgeholfen. Die Analysen 6, 7 und 9 zeigen auch relativ niedrige Zahlen für die organische Substanz. (vgl. pag. 442.)

Karbonate. Kohlensäure Salze spielen eine sehr wichtige Rolle und zwar erscheint CO_2 an CaO, MgO und FeO gebunden. In der folgenden Tabelle sind die Molekularquotienten für CaO (Rest, nach Abzug der SO_3 äquivalenten Menge), MgO, FeO und CO_2 angeführt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CaO . .	0·0517	0·1642	0·1556	0·2782	0·4022	0·1039	0·1125	0·2829	0·1574	0·1615
MgO . .	0·0263	0·1012	0·0925	0·2178	0·2917	0·0938	0·1120	0·1756	0·1615	0·0779
FeO . .	0·0050	0·0381	0·0320	0·0382	0·0501	0·0240	0·0271	0·0307	0·0274	0·0240
Summe .	0·0830	0·3035	0·2801	0·5342	0·7440	0·2217	0·2516	0·4892	0·3463	0·2634
CO_2 . .	0·0561	0·2050	0·1970	0·4780	0·7180	0·1705	0·2025	0·4636	0·2505	0·2302

Es zeigt sich stets ein Überschuß an Basen, der wohl an Tonerde-kieselsäuregel adsorptiv gebunden ist; damit in Übereinstimmung zeigt es sich auch, daß bei den meisten der Analysen dieser Überschuß mit dem Kieselsäuregehalt steigt und fällt. In welchem Verhältnis sich das Kohlendioxyd auf die einzelnen Basen aufteilt, läßt sich natürlich nicht berechnen. Mit Sicherheit kann man nur nachweisen, daß Calcit zumeist in beträchtlichen Mengen vorhanden ist, wie es schon die hohe Analysenzahl für CaO andeutet; dort, wo die Magnesiazahl der des CaO nahekommt (6 und 7), scheint Calcit zurückzutreten, bei 9 fehlt er ganz; bemerkenswert ist es, daß bei diesen drei Analysen (6, 7 und 9) KCl reichlich vorhanden ist. Die Magnesia (zum Teile) und das Eisenoxydul sind höchstwahrscheinlich mit einem Teile des Kalkes an CO_2 gebunden, und als ein zum Dolomit gehöriges Karbonat vorhanden, etwa als Ankerit: $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{Fe})\text{CO}_3$. Vgl. die beiden Analysen auf pag. 439. Daß ein Teil der Magnesia als Magnesit vorhanden ist, erscheint nicht wahrscheinlich; es ist erwähnenswert, daß der Molekularquotient für CaO stets beträchtlich höher ist, als die Hälfte des Kohlensäurequotienten, daß also stets mehr CaO vorhanden ist, als für die Bindung der Hälfte des Kohlendioxydes etwa als Dolomit nötig wäre.

Bezüglich der Carbonate kommt C. Reidemeister (l. c.) zu dem Resultate, daß nur Calcit und Magnesit vorhanden seien, Dolomit

hingegen fehle. Die Gegenwart von Magnesit stellte er durch die schwierige Löslichkeit beim Behandeln der Dünnschliffe mit verdünnter Salzsäure und Essigsäure fest, als Unterscheidungsmerkmal von Calcit und Dolomit benützt er die Lemberg'sche Reaktion (Anfärben des Calcit durch Blauholzextrakt nach Einwirkung von Aluminiumchlorid). Das Vorhandensein eines Gemenges von Calcit und Magnesit wäre an und für sich nicht unmöglich, wenn auch sehr merkwürdig; man müßte zur Erklärung etwa annehmen, daß die beiden Minerale aus ganz getrennten Lösungen entstanden und nach ihrer Abscheidung zufällig mechanisch vermengt worden seien, ohne daß eine Lösung unmittelbar oder nachträglich irgendwelche Reaktionen zwischen diesen beiden Komponenten vermittelt hätte, es läge etwa eine Art instabilen Gleichgewichtes vor. Nun erscheinen aber die Unterscheidungsmethoden Reidemeisters durchaus nicht verläßlich, besonders der Nachweis des Magnesit auf Grund seiner schwierigen Löslichkeit in verdünnter Säure keineswegs gelungen¹⁾, so daß man wohl, solange präzisere Beweise ausstehen, annehmen muß, daß in Salztönen Calcit neben Dolomit (resp. Ankerit), oder bei Magnesiaüberschuß Dolomit neben Magnesit vorhanden sei, wie es auch vom Standpunkt der physikalischen Chemie von vorneherein wahrscheinlich ist.

Salinarische Bestandteile; 1. Anhydrit. Anhydrit²⁾ ist in winzigen Körnchen, oder in zusammenhängenden, feinkörnigen Lagen in allen Tönen verbreitet, manchmal quantitativ stark zurücktretend. Er ist vielfach der Hauptbestandteil der harten, bankigen Schichten, die über stärkeren Tonbändern im Liegenden der Salzschieben auftreten, und ist hier in allen möglichen Verhältnissen mit Karbonaten gemengt; manche dieser Lagen enthalten 90% Anhydrit und darüber, in andern tritt er wieder gegen die Karbonate (vornehmlich Dolomit) stark zurück (z. B. im Liegenden der beiden Tonschichten,

¹⁾ Es wird noch oftmals übersehen, daß sowohl bei Löslichkeitsproben, als auch bei Färbeversuchen die Korngröße eine außerordentliche Rolle spielt, vielleicht auch der Einfluß von Lösungsgenossen, welcher bei dem oft reichlichen Gehalt der Salztöne an leichtlöslichen Bestandteilen nicht ohne weiteres außeracht gelassen werden darf. Beispielsweise ist sehr fein pulverisierter Dolomit nach seinem Verhalten beim Behandeln mit Salzsäure kaum von Calcit zu unterscheiden.

²⁾ Natürlich kommt den Unterschieden im Verhältnisse des wasserlöslichen und -unlöslichen Calciumsulfat keinerlei Bedeutung zu, es handelt sich lediglich um längere oder kürzere Wassereinwirkung.

auf denen der untere Horizont aufrucht). Es liegt in diesen feinkörnigen, harten, bräunlichen Gesteinen meist kein homogenes Gemenge von Karbonat und Anhydrit vor, sondern es erscheint das Karbonat oft in schichten- oder linsenförmigen Partien angereichert, die häufig gegen den Steinsalzkontakt hin zunehmen.

2. Steinsalz. Natriumchlorid ist in allen Tönen reichlich vorhanden; die Analysenzahlen geben hievon deshalb kein richtiges Bild, weil beim Aussuchen des Materiales das Tonwürfelsalz und Spaltensalz völlig entfernt wurde und nur die feinkörnige, dunkle Umhüllungssubstanz dieser Steinsalzgebilde zur Untersuchung gelangte; so macht zum Beispiel bei dem Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont, der bei Analyse 3 nur 1·07% NaCl ergab, das massenhaft auftretende Tonwürfelsalz an Menge lokal oft über die Hälfte der ganzen Schichten aus. Es stellen also die Analysenresultate vielfach nicht die Zusammensetzung der Tongesteine unmittelbar nach ihrem Absatz dar, sondern, wenn man die obige Ansicht von der Entstehung der Tonwürfelsalze und Fasersalze akzeptiert (siehe pag. 399, 413), die weitgehender Entmischungsprodukte zu Ungunsten von Steinsalz und auch von Dolomit (Ankerit) und von Anhydrit vor. Wie massenhaft Steinsalz im Salztone vorhanden sein kann, zeigt Analyse 10¹⁾, welche trotz Entfernung des hier sehr reichlich auftretenden Tonwürfelsalzes noch einen Gehalt an Steinsalz von fast $\frac{1}{6}$ des ganzen Materiales zeigt. Hier hat die verhältnismäßig geringe Wassermenge den Entmischungsprozeß nicht weitergehen lassen und auch das relativ starke Zurücktreten der Spaltensalze nur wenig mitgeholfen.

In dem Materiale, wie es zu den Analysen verwendet wurde, ist das Chlornatrium teils in dem meist reichlich vorhandenen Wasser gelöst, teils in kleinen Körnchen den übrigen Bestandteilen beigemischt.

3. Sylvin; hier gilt im Großen und Ganzen dasselbe wie für Steinsalz, wenn auch dem Chlorkalium in den Salztönen keine so durchgreifende Bedeutung zukommt. In den Lagen mit besonders reichlichem KCl (Analyse 6 und 9) ist Sylvin auch in kleinen Körnern vorhanden und weist auf unmittelbaren Absatz über zerstörten Carnallitschichten hin, wie dies bei dem Materiale von 9 außer Frage steht.

¹⁾ Der Chlorsilberniederschlag erwies sich bei 10 schwach-gelblich bis bräunlich gefärbt, weshalb ich auf Brom prüfte; es fand sich aber gerade bei dieser Probe nicht eine Spur Brom (ebenso Jod), während sich bei mehreren anderen Salztönen (6, 7, 9) sehr geringe Mengen von Brom nachweisen ließen.

4. Magnesiumchlorid; dieses Salz tritt niemals in besonders reichlichen Mengen auf und ist stets in der Lauge gelöst, also in ionisiertem Zustande vorhanden. Theoretisch kommt ihm eine große Wichtigkeit zu, wie beim nächstfolgenden Bestandteil ausführlich erörtert wird.

5. Calciumchlorid; wohl das auffallendste und bemerkenswerteste Ergebnis der analytischen Untersuchungen der Wittelsheimer Salztone ist die Auffindung des relativ hohen Gehaltes (bis 5%) an Calciumchlorid. Dieser läßt sich schon qualitativ sehr leicht nachweisen, indem man eine Probe des Untersuchungsmaterials auf dem Filter kurz mit Wasser behandelt und das durchlaufende Filtrat auf die wichtigsten Bestandteile prüft: es ergibt sich stets eine sehr intensive Calciumreaktion, während von elektronegativen Bestandteilen nur Cl vorhanden ist, SO₄ hingegen kaum in Spuren. Es zeigte sich, daß nicht nur die analysierten Salztoneproben, sondern sämtliche, auch die nur wenige Millimeter starken Tonzwischenlagen des unteren Lagers Calciumchlorid in erheblichen Mengen enthalten. Bei den Tonlagen des oberen Lagers scheint hingegen Calciumchlorid zu fehlen, oder wenigstens sehr stark zurückzutreten. Das Calciumchlorid ist wohl stets in ionisiertem Zustande, also gelöst, vorhanden und ist die Hauptursache der Hygroskopizität der Salztone des unteren Lagers.

Über das Vorkommen von Calciumchlorid in der Natur ist noch nicht viel bekannt. Bemerkenswert ist ein kleiner Abschnitt bei C. Ochsenius¹⁾: „Zu den Bestandteilen der Mutterlaugen muß nämlich noch Chlorcalcium als solches (nicht nur als hypothetische Verbindung) gerechnet werden. Es setzt ja mit Chlormagnesium den Tachhydrit, das spezifische Mutterlaugensalz zusammen.“

„Als mineralogische Spezies führt es den Namen Hydrophilit, findet sich zuweilen im Muttergestein der Boracite von Lüneburg, wird im Steinsalz ebenso, zum Beispiel in Cheshire, beobachtet und kommt auch bei Guy's Cliffe in Warwickshire vor. Recht häufig ist es in den Salzgemischen von Nordchile, die das Material für den Natronsalpeter lieferten. Seine Gegenwart in den Salitrales zeigt sich durch den feuchten Zustand der Oberflächenpartien in Form von anscheinend öligen Flecken an. Solche Erde enthält an 3·5 Gewichtsprozent von Chlorcalcium. In der Lagune Linderos (oder Amarga) in der Cordillere von Taltal in Nordchile stagniert es als Lauge,

¹⁾ Zeitschr. f. prakt. Geol. 1904, 12. pag. 23.

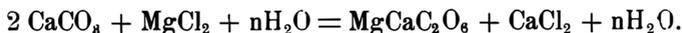
die eine Gypsdecke trägt. In anderen Mulden von Atacama ist es mit Bischofit fast immer vorhanden.“

Bei Analysen von Materialien karpathischer Salzlagerstätten¹⁾ fand sich im wässerigen Auszug mancher Proben, sowie besonders in den Mutterlaugen der Solen Chlorcalcium, zum Beispiel auf 100 Teile des wasserlöslichen Anteiles eines Haselgebirges mit 53·72% Salzgehalt 0·52, im Salzlückstand der Sole von Lacko 3·52%, in einem sehr unreinen, gypsigen Steinsalz der Saline Vizaka 0·80% Calciumchlorid; die angeführten drei Zahlen sind weitaus die höchsten Werte, gewöhnlich beträgt der CaCl₂-Gehalt nur wenige Einheiten der zweiten Dezimale und ist wohl, wie schon Hauer betont, in vielen Fällen nur bei der Berechnung infolge geringer Analysenfehler gefunden worden.

Erwähnt man noch den wasserfreien Chlorocalcit Scacchis, der bei Eruptionen in tesseralen Krystallen als Beschlag vulkanischer Laven, hauptsächlich des Vesuv. in Paragenesis mit Steinsalz und Sylvin aufgefunden wurde, so ist das Wichtigste angedeutet, was über Naturvorkommen von Calciumchlorid bekannt²⁾ ist.

Von Salzlagerstätten wird, soweit mir bekannt, Calciumchlorid außer in der zitierten Notiz von Ochsenius, die auf eine Beobachtung Hausmanns (1813) zurückgreift, nicht erwähnt.

Das reichliche Vorkommen dieses Salzes in den Wittelsheimer Salztönen scheint nun einen nicht unwichtigen Beweis für die schon mehrfach geäußerte Ansicht der Entstehungsmöglichkeit des Dolomites durch Einwirkung von Magnesiumchloridlösung auf Calciumkarbonat zu erbringen. Es vollzieht sich diese Reaktion nach der einfachen Gleichung:



Calcit ist auch jetzt noch in den meisten der untersuchten Salztöne reichlich vorhanden, Durchtränkung der Salztöne mit Magnesiumchloridlösung, von der auch noch allenthalben beträchtliche Reste vorkommen, muß ebenfalls angenommen werden. Höchstwahrscheinlich

¹⁾ A. v. Kripps chemische Untersuchungen des ost- und westgalizischen Salzgebirges und der dort gewonnenen Hüttenprodukte, sowie einiger ungarischer und siebenbürgischer Salzsorten. Mitgeteilt von K. v. Hauer. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, 1869, 19, pag. 75.

²⁾ Vgl. auch C. Hintze, Handbuch der Mineralogie. 1912. I. pag. 2378.

verdanken die Dolomitkrystalle¹⁾ und -Krystallkrusten, die sich überall an den Grenzen gegen Steinsalz (Tonwürfelsalz, Spaltensalz, Hangend- und Liegendsteinsalz) vorfinden, dieser langsam verlaufenden Reaktion ihre Entstehung. Inwieweit diese Dolomitbildung vor sich gegangen ist, solange noch die Zirkulation mit der bedeckenden Lauge, also die Fortführung des sich abscheidenden Calciumchlorides möglich war, ist nicht festzustellen, doch ist es wahrscheinlich, daß dieser Prozeß schon vor der Bedeckung mit Hangendmaterial wirksam war, wobei das entstehende Calciumchlorid von der Lauge fortgeführt, resp. zerstört wurde. Nur die Art und Weise des Erhaltungszustandes der Wittelsheimer Salztone, besonders die gänzliche Abschließung von den ehemals überstehenden Laugen und das Fehlen weitgehender Bruchzonen und der damit verbundenen Kommunikation mit Grundwasser oder Tagwässern, hat sämtliche Reaktionsprodukte, vor allem das so leicht abgehende Calciumchlorid unversehrt überliefert. Wenn nun auch durch obige Feststellungen und Betrachtungen die Entstehungsmöglichkeit des Dolomit durch Einwirkung von Magnesiumchloridlösung auf Calcit mit Sicherheit nachgewiesen erscheint, so stellt dies natürlich nur ein Beispiel für die wohl mannigfachen Bildungsbedingungen dieses Mineralen dar. Es sei noch auf eine Beobachtung hingewiesen: in den Grenzzonen der Tonwürfelsalzexemplare des Hangendtones des oberen Lagers tritt der Dolomitbesatz im Vergleich mit dem Material der Schichten des unteren Lagers stark zurück, und außerdem zeigt sich häufig als jüngste Bildung, also als Unterlage der eingewachsenen Dolomite eine Schichte von gelblichem Calcit oft in größeren, einheitliche Individuen darstellenden Krusten oder auch in kleinen Kryställchen; im Salzton (Analyse 10) tritt Calciumchlorid ganz zurück, Magnesiumchlorid fehlt überhaupt. Man kann sich dem nach vorstellen, daß die Dolomitkrystalle entstanden, als die Tonschichten noch von Magnesiumchloridlösung durchtränkt waren; die Kommunikation mit der bedeckenden Lauge führte das entstehende Calciumchlorid und schließlich auch das restliche Magnesiumchlorid fort, worauf durch überlagernde Schichten die Verbindung mit der Mutterlauge unterbrochen wurde. Nunmehr fand in den äußersten Schichten der Tonwürfelsalz durch Umkrystallisation ein Absatz von Calciumcarbonat statt.

¹⁾ Daß ein Teil der Magnesia durch Eisenoxydul ersetzt ist, ist natürlich ohne wesentliche Bedeutung, die Reaktion verläuft in derselben Art und Weise, nur daß FeCl_2 statt MgCl_2 in Reaktion tritt.

Bemerkenswert ist noch, daß bei den Proben 6, 7 und 9, bei welchen im Vergleich mit den anderen Analysen das Molekularverhältnis $\text{CaO}:\text{MgO}$ zu Gunsten des letzteren verschoben erscheint, die höchsten Werte für KCl (und auch für Fe_2O_3) zu konstatieren sind. Es scheint also eine Beziehung, eine Proportionalität zu bestehen zwischen dem Hervortreten des Magnesiumcarbonates neben Calciumcarbonat und der vorhandenen Menge an Sylvin (ehemals Carnallit!), was nach obigem recht wohl verständlich ist.

Organische Substanz; der ätherische Auszug der Tongesteine gibt beim Verdampfen des Lösungsmittels einen deutlichen Rückstand einer gelblichen, wachsähnlichen, schwach nach Petroleum riechenden Substanz, die als Bitumen anzusprechen ist. Kohlige Bestandteile sind reichlich vorhanden (vgl. die Bestimmungen IV des Herrn Dr. Großpietsch auf pag. 455) und zwar anscheinend nur als Überreste pflanzlicher Organismen; man kann vielfach größere kohlige Partien, ja mitunter sogar deutliche Pflanzenabdrücke erkennen, besonders im Tone zwischen dem mittleren und oberen Horizonte und im Hangendtone des oberen Lagers; in letzterem konnte ich in einem Falle sogar noch erhaltene pflanzliche Faser von hellbrauner Farbe auffinden, die mit heller Flamme verbrannte. Das reichliche Vorhandensein organischer Bestandteile verrät sich schon in den Grubenrevieren und an Handstücken von Ton durch einen intensiven, unangenehmen Geruch und beim Erhitzen im Kölbchen durch das Entweichen dicker, brenzlich riechender Dämpfe.

Auf meine Bitte hat Herr Dr. Oskar Großpietsch in Leoben die Untersuchung von 4 Proben zwecks genauer Kohlenstoffbestimmung unternommen, wofür ihm auch hier bestens gedankt sei.

Über seine Arbeitsmethode und Resultate teilt er mir folgendes mit:

„Die lufttrockene Substanz A wurde bei 105° getrocknet und aus der Gewichts-differenz das hygroskopische Wasser (II) berechnet, hierauf nach einer zwölfstündigen Behandlung mit warmer, sehr verdünnter Salzsäure durch ein gewogenes Filter gegossen und heiß ausgewaschen. Dieser unlösliche Rückstand wurde bei 105° getrocknet und sein Gewicht auf lufttrockene Substanz umgerechnet. Ein aliquoter Teil des so vorbereiteten Materiales B wurde zur Verbrennung verwendet. Die Bestimmung des Gesamtwassers (I) im lufttrockenen Material wurde ebenfalls im Verbrennungsofen gemacht,

so daß die geringe Menge des organisch gebundenen Wasserstoffes in diesen Werten inbegriffen ist. Der Kohlenstoff (IV) hat jedesmal auf weniger als 0·05% übereingestimmt, die anderen Bestimmungen sind zum Teil nur einmal gemacht.

Es bedeuten:

I. Gesamtwasser und Wasser aus dem organisch gebundenen Wasserstoff aus A.

II. Hygroskopisches Wasser aus A.

III. Konstitutionswasser und Wasser aus dem organisch gebundenen Wasserstoff aus B, auf lufttrocken umgerechnet.

IV. Kohlenstoff durch Verbrennung des Materiales B, auf lufttrocken umgerechnet.“

	I	II	III	IV
a) (entsprechend 2, pag. 444)	13·89	10·11	3·93	1·49
b) (3, 444)	16·98	12·90	4·07	1·55
c) (9, 444)	10·46	7·51	3·17	0·88
d) (10, 444)	6·28	3·32	2·88	1·13

Die mitunter nicht unbeträchtlichen Differenzen gegen die (pag. 444) gegebenen Zahlen sind auf die sehr verschiedenen Arbeitsmethoden und vielleicht noch speziell der höhere Wassergehalt darauf zurückzuführen, daß die von Dr. Großpietsch untersuchten Proben längere Zeit der Luft ausgesetzt waren als mein Untersuchungsmaterial. Sicherlich entweicht auch ein nicht unbeträchtlicher Teil der „organischen Substanz“ schon unterhalb 100°, ja bereits bei gewöhnlicher Temperatur, worauf schon der intensive Geruch des Materiales hindeutet.

Wasser; wenn auch die Analysenproben sofort nach Entnahme an Ort und Stelle gut verschlossen wurden, so können doch der Bergwerksbetrieb einerseits und die Luftenwirkung beim Pulverisieren und bei der Probenentnahme andererseits Veränderungen herbeigeführt haben, so daß der ermittelte Wassergehalt nicht mit dem im unveränderten Salzion vorhandenen völlig identifiziert werden kann. Der größte Teil des Wassers geht schon bei 100—120° weg, ein geringer scheint fester gebunden (vgl. die obigen Analysenzahlen von Dr. Großpietsch). Sicherlich steht der Wassergehalt in einer gewissen Abhängigkeit von der Beschaffenheit und Menge des Tonerdekiefelsäuregels, es zeigt sich auch eine Proportionalität der

Kieselsäure- und Wassermenge, mit Ausnahme der Analyse 10, die auch in anderem vielfache Abweichungen erkennen läßt.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Salztönen und den Anhydrit-Dolomitgesteinen besteht nicht, trotz ihrer augenfällig verschiedenen Beschaffenheit: in jedem Tone sind anhydritisch-karbonatische Bestandteile vorhanden und alle Anhydrit-Dolomitgesteine enthalten tonige Substanzen.

Die einzelnen Analysen weisen nicht unbeträchtliche Unterschiede im Mengenverhältnis der einzelnen Bestandteile auf; nur Analyse 2 und 3 lassen eine relativ große Übereinstimmung erkennen. Direkt miteinander vergleichbar sind nur die Analysen 4—8, welche aus unmittelbar übereinander liegenden Schichten an ein und derselben Stelle genommen wurden. Es zeigt sich da ein außerordentlicher Wechsel: Die unterste Lage (4) ist relativ arm an Chloriden, reicher an Anhydrit und Karbonat; die harte Schichte darüber (5) zeigt ein Vorwalten der Karbonate bei starkem Zurücktreten der salinarischen Bestandteile; die Lage unmittelbar darüber (6) ist durch einen außerordentlich hohen Gehalt an Chloriden (28·74%) ausgezeichnet bei etwas zurücktretender Karbonatführung; darüber folgt ein Band (7), in dem sämtliche Bestandmassen reichlich vorhanden sind; die oberste Schichte, ein toniger Dolomit-Anhydrit, leitet durch Zurücktreten der tonigen Substanz zu neuerdings erfolgreicher Salzablagerung hinüber. Bei dieser Schichtenfolge von Tonbändern tritt eine Erscheinung, die für die Salztöne überhaupt charakteristisch ist, besonders prägnant zu Tage, das ist das unvermittelte Übereinanderlagern stark differenten Lagen; die Ursache hiefür liegt darin, daß sich die suspendierten Tonteilchen in der reichlich Krystalloide enthaltenden Lauge sehr rasch niederschlagen, wodurch eine Vermengung verschiedener, auch kurz hintereinander erfolgreicher toniger Verunreinigungen der Salzlauge verhindert wird. So konnte es kommen, daß an einzelnen Stellen des Lagers 5 verhältnismäßig dünne, petrographisch und chemisch stark verschiedene Lagen scharfgetrennt übereinander zum Absatz kamen. Bemerkenswert ist es, daß sich trotz des hohen Wassergehaltes auch im Gehalt der leicht löslichen Bestandteile große Differenzen zwischen den einzelnen Schichten erhalten konnten, was auf das Fehlen, respektive ungemein langsames Vorsichgehen von Diffusionsströmen in der Richtung senkrecht zur Ablagerungsfläche hindeutet. Gegen die Annahme von Laugen-

zirkulation parallel den einzelnen Schichtflächen spricht nichts, vielmehr wird sie durch die außerordentlich große Gleichförmigkeit in horizontaler Richtung auf weite Strecken hin wahrscheinlich gemacht.

Die mutmaßliche Entstehung der Wittelsheimer Salztone läßt sich nunmehr unschwer ableiten. Zersetzungsprodukte tonerde- und kieselsäurehaltiger Gesteine, vermischt mit Karbonaten, beide von feinkörniger Beschaffenheit schlugen sich in sehr konzentrierter, vielleicht übersättigter, Natrium-, Kalium- und Magnesiumchlorid-hältiger Lauge mit relativ geringem Schwefelsäuregehalt nieder, wobei sich neben Anhydrit auch Chloride, hauptsächlich Steinsalz, reichlich abgeschieden. Auch kohlen saure Salze mögen sich zum Teil aus der Lösung abgeschieden haben. Das zufällige Vorwalten der einen oder anderen der Komponenten bedingt die Verschiedenheiten der diversen Tonlagen. Die Menge und das Mengenverhältnis der Chloride ist abhängig von der Zusammensetzung der Lauge, in welcher sich das übrige Material absetzte; hiebei deutet reichlich auftretendes Chlorkalium und, damit im Zusammenhange, ein relativ erheblicher Magnesiumgehalt (im Verhältnis zu CaO) auf eine der Salztone-sedimentation unmittelbar vorangehende Zerstörung von Carnallit-schichten hin.

In dem mit konzentrierter Lauge durchtränkten Tonmaterial, das vielfach durch harte, undurchdringliche Decken von Anhydrit (Dolomit)gestein und darauffolgende Steinsalz-Sylvinsedimente von der Kommunikation mit der darüberstehenden Lösung abgeschnitten wurde, fand einerseits durch Lösungstransport innerhalb der Schichtflächen ein Ausscheiden, respektive Umkrystallisieren von Steinsalz als Tonwürfelsalz und Fasersalz statt, andererseits durch Einwirkung der Magnesiumchloridlösung auf Calciumcarbonat die Bildung von Dolomit; das Calciumchlorid, dessen Vorhandensein die letztgenannte Reaktion verlangt, ist in den gut abgeschlossenen Tonen reichlich enthalten. Die geschilderte Dolomitbildung hat sicherlich schon vor der endgültigen Bedeckung mit Hangendschichten begonnen.

Einige Beachtung verdienen die Grenzzonen der Salztone gegen die Salzgesteine; stets ist hier, gleichgültig, ob es sich um die Liegend- oder Hangendgrenze handelt, Dolomit angereichert, oft in zusammenhängenden Krystallkrusten auf dem Ton als Unterlage resp. Aufwachsungsfläche aufsitzend. Das unmittelbar an den

Ton anstoßende Steinsalzmaterial zeigt gewöhnlich eine andere Beschaffenheit als im übrigen Teil der Schicht, es ist in größeren, wasserklaren Individuen ohne Wachstumserscheinungen ausgebildet, oder als Fasersalz mit der Faserrichtung senkrecht zur Schichtfläche. Die Entwicklung dieses Grenzsatzes, sowie des Dolomits ist wohl in einer Zeit vor sich gegangen, in der die betreffenden Schichten schon mit Hangendmaterial bedeckt und von der Kommunikation mit der Mutterlauge abgeschnitten waren. Die im Ton vorhandene Lauge bewirkte in den Randzonen einen Absatz des in ihm feinverteilten Steinsalzes, vielleicht auch eine Umkrystallisierung des unmittelbar anstoßenden Steinsalzes. Das Wachstum von Dolomit und Steinsalz erfolgte wohl gleichzeitig, wobei das wachsende Steinsalz die langsam wachsende Dolomitrinde und den Ton, respektive die Hangendsedimente, allmählich emporschob. Diese Krystallisationszonen mit Wachstums- und Reaktionsvorgängen nach Abtrennung von der Mutterlauge sind den Randbildungen der Spalten- und Tonwürfelsalze völlig analog. Es ist für diese Krystallisationszonen charakteristisch, daß Steinsalz das Hauptmaterial darstellt, daß also stets chlornatriumreiche Laugen den Lösungstransport vermittelten.

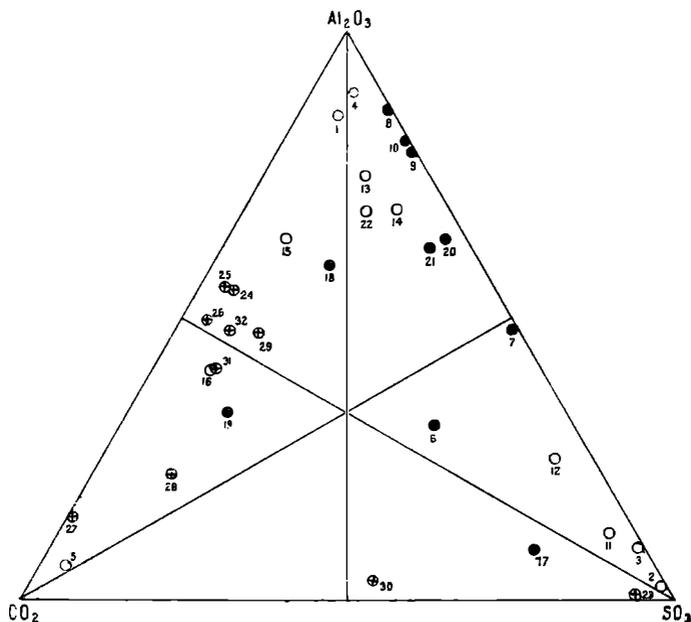
Die Liegendgrenze der schmalen Tonschichte bei 50 des Detailprofils zeigt ein eigentümliches Verhalten. Neben der gewöhnlichen Anreicherung an Dolomit und Anhydrit sind noch merkwürdige flach linsenförmige Gebilde zu beobachten, die gewöhnlich im Liegendsteinsalz wurzeln und in den Ton hineinragen, seltener von Ton allseits umschlossen sind (nur in dessen unteren Partien). Das Ausfüllungsmaterial dieser sehr gleichmäßig geformten, der Gestalt nach an Gaylussit erinnernden Bildungen ist vorwiegend Anhydrit mit Beimengungen von Dolomit und Steinsalz. Es scheint sich hierbei um Pseudomorphosen zu handeln, vielleicht nach Gyps (oder Anhydrit) (siehe Fig. 16, Taf. XVI).

Dreiecksprojektion. Um eine übersichtliche Darstellung des Wittelsheimer und der anderen chemisch genauer bekannten Salztone zu geben, soll eine Dreiecksprojektion¹⁾ verwendet werden. Die

¹⁾ Eine Sternprojektion, etwa in der Art, wie sie H. E. Boeke (Übersicht der Mineralogie, Petrographie und Geologie der Kalisalzagerstätten. 1909. Verlag von Stange, Berlin, pag. 33), für die Salzgesteine vorgeschlagen hat, ist hier wohl nicht praktisch, weil eine übersichtlich zusammengestellte Analyse mindestens ebenso schnell den Einblick in die Natur des Gesteins gewährt und eine übersichtliche Zusammenfassung mehrerer Analysen auf diesem Wege nicht zu erreichen ist.

Wahl der zu berücksichtigenden Komponenten ist nicht ganz leicht und einiger Willkür unterworfen. Von den Chloriden, die lediglich ein Bild der Konzentration und Zusammensetzung der Lauge, in der sich der Ton niedergeschlagen hat, geben, kann abgesehen werden. Ebenso erscheinen die im Tonerdekieselsäuregel adsorbierten Basen nicht zur Charakterisierung geeignet. So wurden denn als Eckpunkte des Dreiecksystems gewählt: Al_2O_3 , als charakteristischer Bestandteil des Tonerdekieselsäuregels, den „Ton“ repräsentierend, und die Säureanhydride SO_3 und CO_2 . Bei Tonen, die einen reichlichen Kieselsäureüberschuß in Form von freiem Quarz enthalten, könnte man den SiO_2 -Gehalt ähnlich wie die Kieselsäureordinate in der Osann'schen Dreiecksprojektion der Silikatgesteine auftragen. Die Gewichtsprocente Al_2O_3 , SO_3 und CO_2 wurden auf die Summe von 100 umgerechnet und in der bekannten Weise in die Projektion eingetragen. Ein Umrechnen auf Molekularprocente ist nicht nötig, weil es sich niemals um stöchiometrische Beziehungen der gewählten Koordinaten handeln kann.

Fig. 21.



○ Salztone, hauptsächlich von Staßfurt, ● Salztone, hauptsächlich von Schönebeck,
⊕ Salztone von Wittelsheim.

Nr.	Fundort	Bezeichnung	Aus den Analysenwerten			auf 100 umgerechnet		
			Al ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃
1	Staßfurt		19·11	1·69	1·36	86·3	7·6	6·1
2	Staßfurt, Berlepschschacht	Harter Salzton	0·78	0·69	50·42	1·5	1·3	97·2
3	" "	Salzton, schiefrig	4·51	0·53	37·20	10·7	1·3	88·0
4	" "	Weicher Salzton, lehmig	17·04	0·75	1·44	88·6	3·9	7·5
5	" "	Harter Salzton, dicht am Anhydrit	2·16	39·36	1·50	5·1	91·4	3·5
6	Schönebeck, Moltkeschacht	Blauer Ton	9·14	6·30	14·74	30·2	20·9	48·9
7	" "	Roter Ton	10·73	0·19	11·57	47·7	0·8	51·5
8	" "	" "	13·26	0·02	2·46	84·3	0·1	15·6
9	" "	Buntsandsteinton	14·63	0·07	4·20	77·4	0·4	22·2
10	Sperenberg	Roter Ton	11·09	0·03	2·90	79·1	0·2	20·7
11	Neu-Staßfurt, Schacht Agathe	Grauer Salzton	5·72	1·54	38·37	12·5	3·4	84·1
12	" " "	" "	12·64	1·76	30·41	28·2	3·9	67·9
13	" " "	" "	21·79	2·31	4·63	75·9	8·0	16·1
14	" " "	" "	18·08	1·66	6·69	68·4	6·3	25·3
15	" " "	" "	17·68	6·70	2·32	66·2	25·1	8·7
16	" " "	" "	15·64	17·84	3·53	42·3	48·2	9·5
17	Schönebeck, Moltkeschacht	" "	3·84	7·08	32·73	8·8	16·2	75·0
18	" "	" "	18·24	6·85	5·56	59·5	22·4	18·1
19	" "	" "	12·74	18·24	5·83	34·6	49·6	15·8
20	" "	Roter Salzton	17·68	0·64	9·68	63·1	2·3	34·6

Nr.	Fundort	Bezeichnung	Aus den Analysen- werten			auf 100 umgerechnet		
			Al ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃
21	Schönebeck, Moltkeschacht	Grüne Gallen im roten Salzton	16·02	1·35	8·51	61·9	5·2	32·9
22	Bernerode	Grauer Salzton	23·32	4·02	6·82	68·2	11·8	20·0
23	Wittelsheim, Liegendes unteres Lager	Anhydritgestein	0·26	2·47	53·61	0·5	4·4	95·1
24	Wittelsheim, Liegendes unteres Lager	Braunschwarzer Salzton, feingeschichtet	13·30	9·02	1·29	56·3	38·2	5·5
25	Wittelsheim, zwischen unterem und mittlerem Horizont	Braunschwarzer Salzton, feingeschichtet	12·40	8·67	0·91	56·4	39·5	4·1
26	Wittelsheim, zwischen mittlerem und oberem Horizont	Braunschwarzer Salzton, feingeschichtet	7·11	21·03	3·69	22·3	66·1	11·6
27	Wittelsheim, zwischen mittlerem und oberem Horizont	Braunschwarzer Salzton, fast ungeschichtet	4·92	31·59	0·31	13·4	85·8	0·8
28	Wittelsheim, zwischen mittlerem und oberem Horizont	Braunschwarzer Salzton, schwachgeschichtet	8·30	7·50	0·86	49·8	45·8	5·2
29	Wittelsheim, zwischen mittlerem und oberem Horizont	Braunschwarzer Salzton, geschichtet	11·27	8·91	3·17	48·3	38·1	13·6
30	Wittelsheim, zwischen mittlerem und oberem Horizont	Dolomit-Anhydritgestein	2·20	20·40	23·78	4·7	44·0	51·3
31	Wittelsheim, Hangender oberer Horizont	Braunschwarzer Salzton, feingeschichtet	9·55	11·02	2·30	41·8	48·2	10·0
32	Wittelsheim, Hangendes oberes Lager	Blaugrauer Salzton	11·46	10·13	2·25	48·1	42·5	9·4

Die gegebene Zusammenstellung zeigt eine Reihe von Salztonanalysen, in der auf pag. 459 genannten Weise umgerechnet. Folgende Literatur wurde diesbezüglich benützt:

1. H. Precht, Über Vorkommen und Verarbeitung von Salzton aus dem Staßfurter Salzlager. Chemiker-Zeitung 1882, 6, pag. 197.
- 2—5. E. Markus und W. Biltz, Über die chemische Zusammensetzung der Staßfurter Salztone, Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1910, 68, pag. 91.
- 6—10. Dieselben, Über die chemische Zusammensetzung des roten Salztone, Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1912, 77, pag. 119.
- 11—22. C. Reidemeister, Über Salztone und Plattendolomit im Bereiche der norddeutschen Kalisalzlagertstätten. Kali 1912, pag. 226, 295.

Schlußbetrachtungen.

Die geschilderten Verhältnisse zeigen deutlich, welche beträchtliche Unterschiede zwischen den oberelsäßischen und den anderen bisher bekannten Kalilagern bestehen. Schon das geologisch-petrographische Auftreten allein, das Alternieren zahlreicher relativ schwacher, analoger Salzgesteinsbänder, die bemerkenswerte Regelmäßigkeit des Absatzes Halitgestein-Sylvingestein und die regelmäßige Folge: Salzton-Anhydrit(Dolomit)-Halitgestein-Sylvingestein gewährt unserem Vorkommen eine Sonderstellung. Der Hauptunterschied im Chemismus liegt im starken Zurücktreten der Schwefelsäure, welche nur an Kalk gebunden auftritt; im Mineralbestand kommt dies durch das Fehlen der Sulfate mit Ausnahme von Anhydrit, hauptsächlich des Kieserit¹⁾ und im Ausbleiben von Kainit im Bereiche der Umbildungszonen des Carnallites zum Ausdrucke. Wenn man die pag. 437 gemachte Annahme akzeptiert, ist das Fehlen schwefelsaurer Salze (außer Anhydrit) erklärt und nur das Zurücktreten der Schwefelsäure als chemische Eigenheit der ober-elsäßischen Salzlaugen anzuführen. Die Frage, ob es sich um Bildungen aus Laugen handelt, die den Abfluß von Mutterlaugen als Reste nach mesozoischen Salzlagern darstellen, oder die der Zerstörung der Hutregionen oder Carnallitregion von Zechsteinlagern ihren Salzgehalt verdanken, läßt sich nur schwer diskutieren.

¹⁾ Ich habe in einem Vortrage (diese Mitt. 1910. 29. pag. 517) das Vorkommen von Kieserit aus den oberelsäßischen Kalilagern erwähnt, den ich an meinem damaligen mangelhaften Material gefunden zu haben glaubte; genaue Untersuchungen an reichem Material ergaben das Fehlen von Kieserit, so daß die erwähnte Angabe zu streichen ist.

Jedenfalls muß die ursprüngliche Salzlauge eine wesentlich andere Zusammensetzung gehabt haben, als unser heutiges Meerwasser, auch als die Zechsteinsee und das Miocänmeer, dem die Kalilager von Kakusz und Stebnik in Ostgalizien ihre Entstehung verdanken. Eine auch nur annähernd genaue Berechnung der Zusammensetzung dieser Lauge ist nicht gut möglich, da die Anhaltspunkte fehlen, wieviel Magnesiumchlorid und Alkalichloride etc. fortgeführt wurden. Die exzeptionelle Stellung der Wittelsheimer Salztone erklärt sich daraus, daß die entsprechenden Sedimente in konzentrierten, zum Teil übersättigten magnesiumchloridreichen Langen gefallen sind und bald nach ihrer Sedimentation, respektive Verfestigung endgiltig von den Einflüssen überstehenden Laugen, Sickerwässer, Grundwässer und dergl. abgeschlossen wurden.

Es war für mich von Interesse, die neuen, großzügigen Gesichtspunkte der selbstformende Bewegungssphänomene, die R. Lachmann¹⁾ neuerdings eingeführt und kritisch beleuchtet, und zu denen zum Teil S. Arrhenius²⁾ das physikalische Fundament geliefert hat, im Wittelsheimer Salzlager zu verfolgen, was allerdings bei den relativ geringen Aufschlüssen und dem Charakter dieser Lagerstätte nur in sehr beschränktem Maße möglich war. Zur Ausbildung von Ekzemen kann es nicht gekommen sein, schon weil mächtige einheitliche Salzmassen nicht vorhanden sind; so erreichen die dicksten der Salzبانke kaum je eine Mächtigkeit von 20 m. Von einiger Bedeutung erscheinen mir die kleinen Salzfalten zu sein, die, wie schon mehrfach erwähnt, in den Salzgesteinslagen im Bereiche der Tonzwischenschichten des unteren Kalilagers häufig sind und welche die Bewegungsbilder gleichsam in statu nascendi darstellen. Sie deuten meiner Meinung nach darauf hin, daß Salzgesteine auf entstehende Druckminima intensiver und zum Teil in anderer Weise reagieren, als man dies von Schichtengesteinen sonst gewohnt ist, vor allem durch das weitgehende Nachgeben und Ein-

¹⁾ R. Lachmann: Studien über den Bau von Salzmassen. Kali 1910, pag. 161, 188, 477, 500, 517.

Derselbe: Studien über den Bau von Salzmassen, Kali 1912, pag. 342, 366, 398, 418.

S. Arrhenius: Zur Physik der Salzlagerstätten, Meddel. K. Akad. Nobelinst. 2 1912, Nr. 20.

S. Arrhenius und R. Lachmann: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. Geol. Rundschau, 1912, 3, pag. 139.

drängen schon an kleinsten Stellen geringeren Widerstandes. Umformungen durch Umkrystallisieren unter Mitwirkung weitgehender Durchfeuchtung halte ich in diesen speziellen Fällen für kaum denkbar (siehe pag. 414). Überhaupt erscheint die Annahme durchgreifender Umkrystallisationsvorgänge in der Wittelsheimer Kalisalzregion schwer vorzustellen und mit den Beobachtungen nicht recht vereinbar. Nur bei den Liegendsschichten des oberen Lagers ist dies nicht ganz unmöglich; es zeigen hier die Steinsalzlagen eine vielfach unregelmäßige Verteilung der sonst gleichmäßigen Wachstumserscheinungen und des Gehaltes an Anhydrit, welcher letzterer durch lokale Anhäufungen charakterisiert ist, und auch vielfach Zerbrechungen der Fasern; bei den Sylvingesteinen sieht man eine Sonderung in grobkörnige, fast farblose Partien und intensivrote, anhydritische Schnüre; die Grenzen der einzelnen Schichten sind nicht so scharf wie sonst, es zeigt sich in allem etwas Unruhiges, Ungleichmäßiges. Ganz analoge Erscheinungen weisen nun die mechanisch sicherlich stark in Anspruch genommenen Sylvingesteine der Störungszone im südlichen Lager auf, die pag. 348 beschrieben wurde, besonders die Sylvingesteine des oberen Horizontes; es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich auch bei den Liegendpartien des oberen Lagers um ähnliche Störungen handelt.

Einer Vorstellung Lachmanns kann ich mich nicht recht anschließen, wieder unter Beziehung auf die hier beschriebenen Verhältnisse. Er spricht von erheblichen diagenetischen Veränderungen der Salzmassen und bemerkt hiezu (Kali 1912, pag. 400): „Aus einem feinen krystallinen Salzschlamm, der ursprünglich ein bedeutendes Porenvolumen nach Abtrocknung der den Teilchen anhaftenden Mutterlauge besessen haben muß, ist im Laufe der Zeiten ein grobspätiges und festes Gestein geworden, „Ausfallende Salzaggregate, besonders Steinsalz, bilden grobkörnige Krusten, die durch rasches Krystallwachstum ihr Korn stets noch zu vergrößern streben. Im Wittelsheimer Lager ist dies in ausgezeichneter Weise zu beobachten: die so häufigen grobspätigen Steinsalzsichten grenzen gegen das Hangende stets in großen Krystallen bis zu 5 cm Kantenlänge ab, deren scharferhaltene Umrißformen an zahllosen Stellen wahrzunehmen sind; dadurch bildet sich eine unregelmäßig zackige Unterlage für die nächste Schichte und daraus erklären sich auch die in Zickzacklinien verlaufenden Hangendgrenzlinien dieser Steinsalzsichten, wie sie allenthalben in den aufgeschlossenen Profilen zu sehen sind. Oft sind im Gegensatz dazu die unteren

Partien derselben Schichten von viel feinerem Korn und es wäre nicht einzusehen, warum sich ein Umkrystallisieren zu grobem Korn nur auf einzelne Zonen der Lager hatte beschränken sollen. Für die seltenen, feinkörnigen Steinsalzbänder, die nur sehr wenig mächtig sind (1 cm) und ein merkwürdiges zuckerkörniges Aussehen zeigen, muß man wohl eine besondere Entstehungsart annehmen, etwa ein Ausfallen infolge von Vermischung hochkonzentrierter, verschieden zusammengesetzter Laugen. Für die Annahme von Rissen und Sprüngen innerhalb der Salzgesteine bei so großen Tiefen, ein Hineinpressen von Laugen in dieselben und ein allmähliches Abdestillieren und Abdunsten des Wassers auf Hunderte von Metern gegen das Hangende zu, ist wohl noch eine Bestätigung durch Naturbeobachtung wünschenswert, welche am besten eine bis ins Detail gehende petrographische Untersuchung der in Frage kommenden Salzgesteine bringen könnte.

In der Zusammensetzung der Wittelsheimer Salzgesteine ist keinerlei Andeutung der mutmaßlichen Bildungstemperatur gegeben. Die beschriebenen Paragenesen sind bei niederer und hoher Temperatur existenzfähig. Doch erscheinen diesbezügliche Schlüsse erlaubt, gegründet auf die organischen Reste in den Salztonen, deren relativ hoher Kohlegehalt schon an und für sich auffällig erscheint. Man erkennt da schon makroskopisch größere kohlige Einlagerungen; in dem Ton zwischen mittlerem und oberem Horizont und im Hangendenton des oberen Lagers konnte ich mehrfach gut erhaltene Pflanzenabdrücke sammeln, die allerdings eine genaue Bestimmung nicht zuließen. Doch hat das reichliche Auftreten pflanzlicher Reste¹⁾ das Vorhandensein von Waldbeständen in nicht allzugroßer Entfernung zur Voraussetzung; wenn man natürlich auch nicht annehmen kann, daß sich unmittelbar über den Salzsedimenten eine reiche Vegetation entwickelte und diese Pflanzenreste zweifellos eingeschwemmt worden sind, so ist doch der Transport von Laubblättern nur auf beschränkte Distanz hin möglich. In Salzsümpfe mit heißem Wüstenklima kann man sich nun ein Einschwemmen von Blättern nicht gut vorstellen; so erhebt die Forderung der Annahme eines gemäßigten Klimas, mit einer wohl nicht bedeutend von der heutigen abweichenden mittleren Jahrestemperatur, vielleicht etwas höher (15—20° C), wie man dies für die Tertiärzeit überhaupt annimmt. Lachmann gibt neuerdings

¹⁾ B. Förster beschreibt l. c. ans Tonschichten, die von der Kalisalzregion nicht weit entfernt sind, eine beträchtliche Reihe von Pflanzenresten.

an, daß für die Zeit der Salzbildung aus dem norddeutschen Zechsteinmeer eine Temperatur etwa 10° C geherrscht haben muß, womit er die mehrfach aufgetauchte Vorstellung von „brodelnden Salzsümpfen“ ausschaltet.

Die einzelnen Salzsichten, deren regelmäßiger Wechsel an die Staßfurter „Jahresringe“ gemahnt, verdanken ihre Ausbildung zweifellos periodisch wiederkehrenden Laugeneinbrüchen; die Vermischung dieser fremden Lösungen mit den Mutterlaugen dürfte nicht rasch und plötzlich vor sich gegangen sein, sondern allmählich, etwa durch Übersichten der restierenden Lauge durch neueinbrechende Lösung und langsam erfolgende Diffusion: daher die große Regelmäßigkeit auf weite Strecken hin. Innerhalb größerer Zeiträume müssen bedeutendere Störungen eingetreten sein, deren Folgeerscheinung die starken Tonzwischenschichten darstellen, welche die einzelnen Horizonte von einander trennen. Der Laugensee, aus dem sich die Salze abschieden, dürfte keine beträchtliche Tiefe gehabt haben, die Konzentration der hereinbrechenden Laugen muß eine sehr hohe gewesen sein. Wie sich wohl die Ausbildung der Sylvingesteine vollzog und das Wachstum der Tonwürfelsalze und Spaltensalze erfolgte, wurde an den betreffenden Stellen besprochen.

Die Lösung so mancher noch nicht geklärter Fragen, sowie wohl noch zahlreiche andere interessante Details wird die nächste Zeit bringen, als wissenschaftliche Früchte des grandiosen Kalibergbaues im Oberelsaß, dessen stetiges Fortschreiten ungeahnte Natur-schätze der Menschheit erschließt.

Tafelerklärung.

- Tafel X.** Fig. 1. Profil des unteren und mittleren Horizontes des unteren Lagers.
Fig. 2. Stollenfirst im südlichen Lager: Hangendton der Steinsalzzwischenlage mit einheitlich streichenden, parallel verlaufenden Spalten-salzlagen.
- Tafel XI.** Fig. 3. In Schollen zerbrochener Salzton zwischen unterem und mittlerem Horizont bei Abbau 29 im südlichen Lager. Salzauffaltungen.
Fig. 4. Starke Störungerscheinungen am Ort des südlichen Lagers: in Schollen zerrissene Liegendtone des unteren Lagers. (pag. 348.)
Fig. 5. Gesamtprofil des oberen Lagers.
- Tafel XII.** Fig. 6. Tonwürfelsalze aus dem Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont; ihre Lage entspricht der in der Tonschicht, wobei die Bildfläche der Schichtfläche parallel geht. (pag. 383.)
Fig. 7. Tonwürfelsalze aus dem Liegendton des unteren Lagers in gleicher Lage wie bei Fig. 6. (pag. 383.)
Fig. 8. Spaltensalz aus dem Ton zwischen unterem und mittlerem Horizont: Sylvinfüllmasse, Fasersalzalbänder. (pag. 407.)
Fig. 9. Fasersalze mit Faser-Anhydritsalbändern aus dem Ton zwischen mittlerem und oberem Horizont. (pag. 402.)
- Tafel XIII.** Fig. 10. Salzauffaltung aus dem Ton zwischen mittlerem und oberem Horizont.
Fig. 11. Salzstufe, das Stück 385—415 des Detailprofiles repräsentierend.
Fig. 12. Salzstufe, das Stück 335—365 des Detailprofiles repräsentierend.
Fig. 13. Dünnschliff durch ein Tonwürfelsalz aus dem Liegendton des unteren Lagers. (pag. 387.)
- Tafel XIV.** Fig. 14. Grenze eines feinkörnigen Steinsalzgesteines und eines Sylvingesteines; idiomorphe Steinsalzkrystalle mit Einschlüssen von Sylvin in Aggregaten unscharf begrenzter, länglicher Sylvinkörner (aus 397 des Profils).
Fig. 15. Längliche Sylvinkörner mit dunklen (roten) Säumen, nach Spaltflächen annähernd in der Schichtfläche in die Länge gezogen. (pag. 431.)
Fig. 16. Liegendgrenze des Tonbandes (50 des Profils). Dolomitkrystalle, Anhydritleisten, Wachstumserscheinungen im Steinsalz. Unmittelbar an der Tongrenze linsenförmige Gebilde (pag. 458).

- Fig. 17. Grenze von grobspätigem Sylvin gegen Ton mit zwischengeschaltetem Steinsalzband, in dem der schlierig aufgeteilte Farbstoff gut wahrzunehmen ist. (pag. 419.)
- Fig. 18. (Nicols gekreuzt). Tonige Grenze zweier Steinsalzsichten; Anhydritleisten normal auf ihre Unterlage stehend, in das Steinsalz hincinwachsend. (pag. 435.)
- Fig. 19. (Nicols gekreuzt). Steinsalz-Sylvingestein mit reichlicher Führung von Anhydritleisten. (pag. 435.)
- Fig. 20. (Nicols gekreuzt). Anhydritnadeln und knäueiförmige Verwachsungen von Anhydrit in Steinsalz. (pag. 436.)
- Fig. 21. Anhydritnadeln und vereinzelte Steinsalzkörner im Sylvin. Die Anhydritnadeln sind von rotem Farbstoff umsäumt (pag. 435).

Tafel XV. Detailprofile und Gesamtprofil.



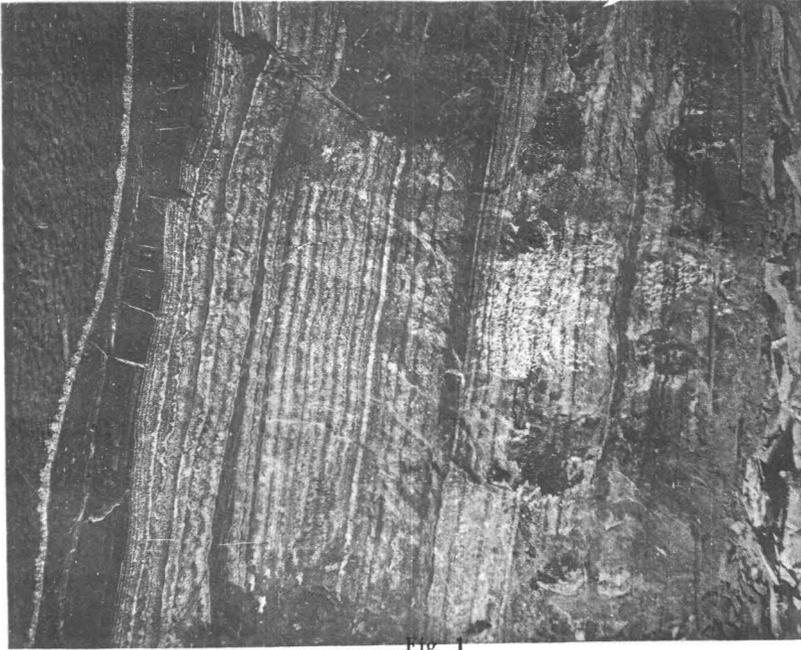


Fig 1

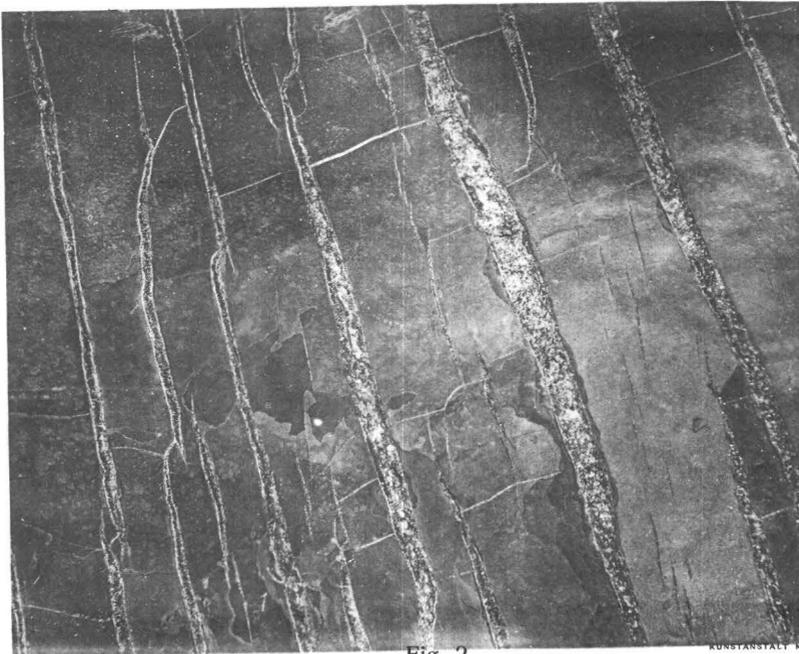


Fig 2

KUNSTANSTALT MAX

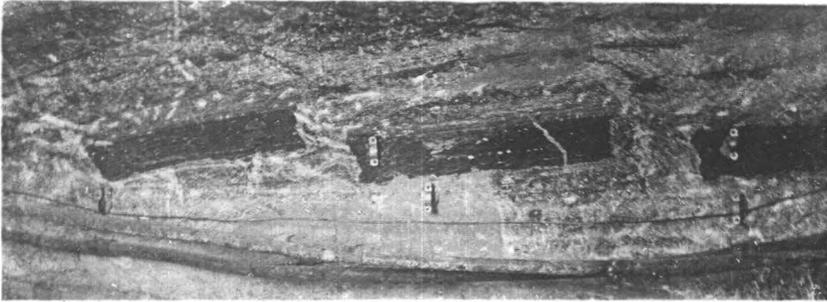


Fig. 3



Fig. 4

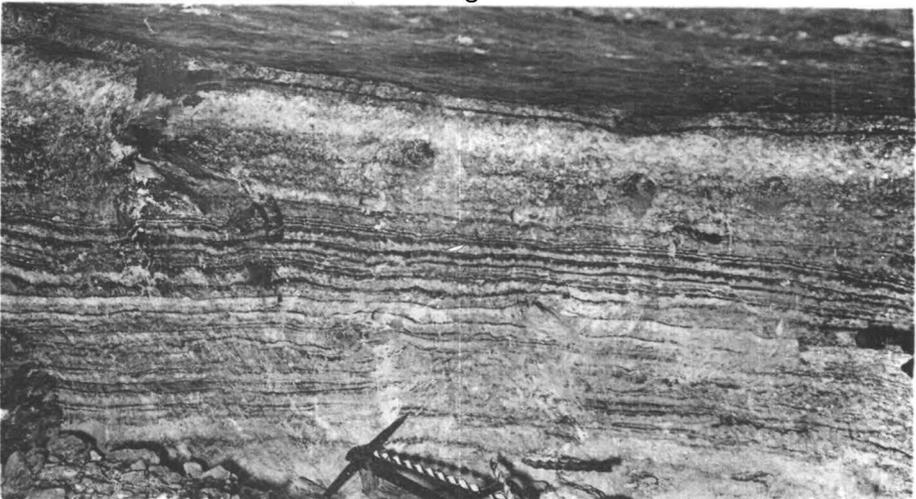


Fig. 5

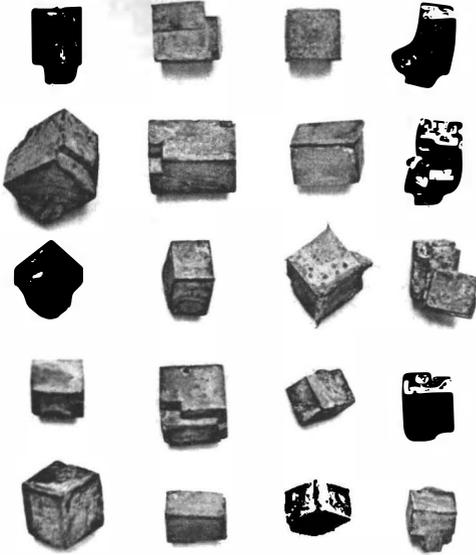


Fig. 6

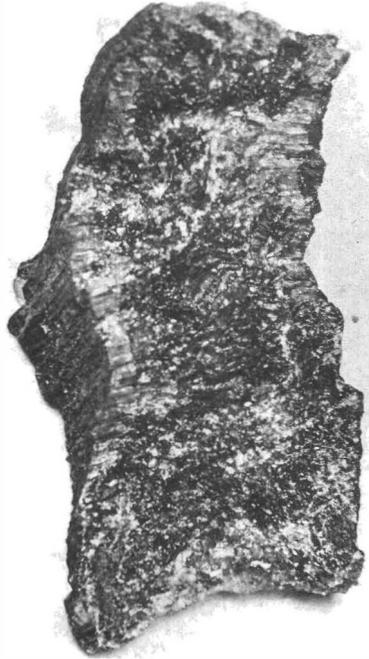


Fig. 8

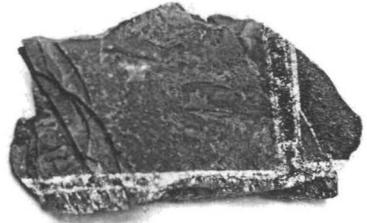


Fig 7

Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

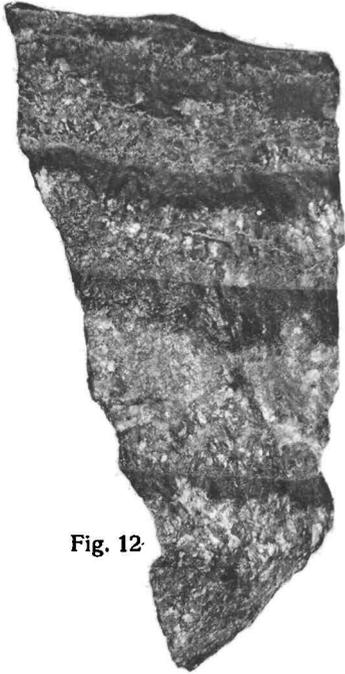


Fig. 12

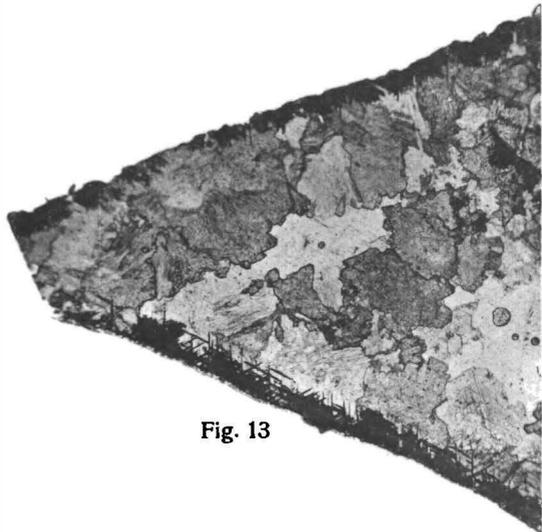


Fig. 13

KUNSTMETALL MAX JAFFE, WIEN.

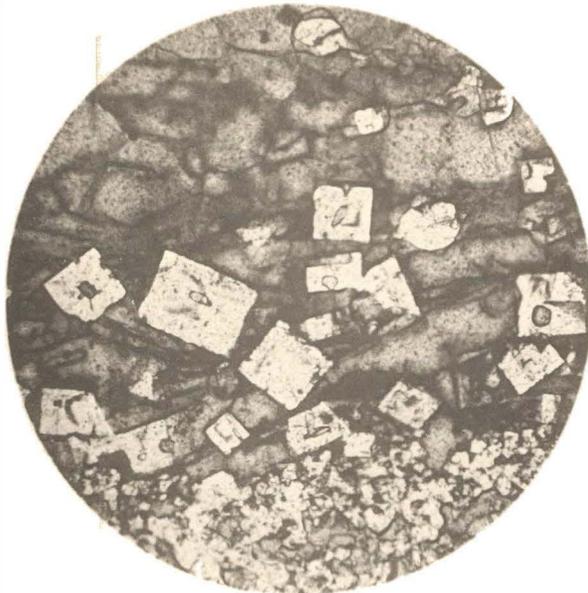


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18

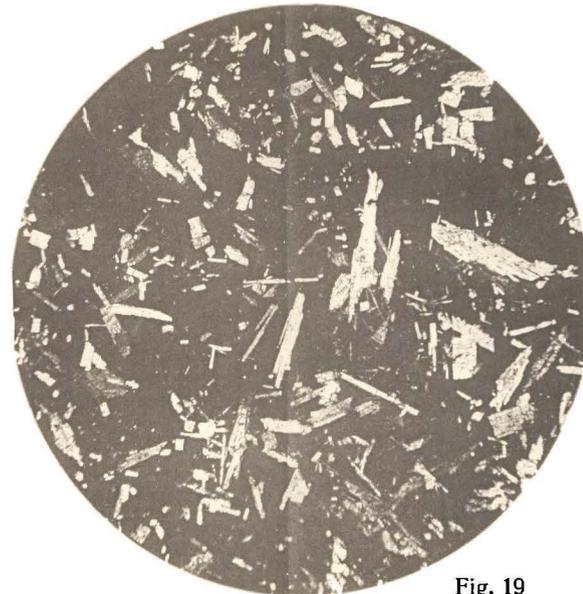


Fig. 19

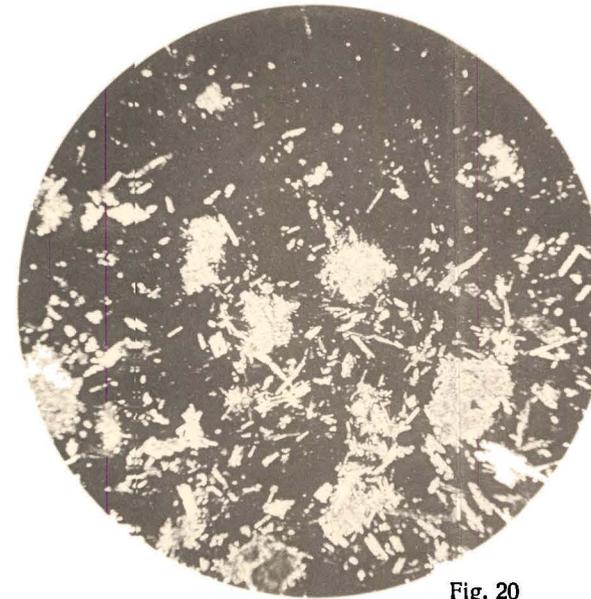


Fig. 20



Fig. 21

