

# Beobachtungen und Gedanken zur Gipshutgenese

Hans Batsche und Konrad Klarr

*Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH  
D-8042 Neuherberg*

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Am Salzsattel der Asse folgt über dem Salzspiegel als Gipshut ein 12 bis 17 m mächtiger kompakter Gipshorizont. In ihm erkennt man in der Regel eine deutliche Schichtung. Zwischen Gipshut und Salzspiegel liegen soleführende Gerinne. Die Unterströmung des Gipshutes durch Wasser bzw. Sole in diesen Gerinnen ist die Voraussetzung für sein Wachstum. Dieses geschieht nach dem folgenden Grundschema: An der Dachfläche der Gerinne wachsen Lagen von Gipskristallen aus wässriger Lösung und auf der Sohle der Gerinne lagern sich Lösungsrückstände, die Rückstands- und Rinnensedimente aus Anhydrit, Ton und Gips, ab. Diese wachsen dann an den Gipshut an. Der Gipshut bildet sich also so von oben nach unten, daß sich an seiner Unterseite immer neue Schichten anlagern.

Der beschriebene Gipshut an der Asse besteht somit aus einer Folge von Sedimentlagen (Rückstands- und Rinnensedimente). Er gehorcht jedoch nicht dem Grundgesetz der Stratigraphie, nach dem unten die ältere und oben die jüngere Schicht liegt, sondern hier ist das unterste Rinnen- oder Rückstandssediment das jüngste. Innerhalb der einzelnen Rückstands- und Rinnensedimente, die sich auf der Sohle der Gerinne ablagern, gilt dagegen, daß die oberste Schicht jeweils die jüngste ist. Die Sedimentlagen wechseln mit Gipskristallagen, die aus wässriger Lösung auskristallisiert sind. Durch Diagenese, Metamorphose und Durchbewegung ist das primäre Gefüge des Gipshutes teilweise verändert.

---

## EINLEITUNG

Im aufgelassenen Salzbergwerk Asse II (Fig. 1) finden seit 1967 Versuchseinlagerungen radioaktiver Abfälle statt. Im Rahmen der damit verbundenen Umgebungsüberwachung wird ein umfangreiches hydrogeologisches Forschungsprogramm durchgeführt, um die Grundwasserverhältnisse im Bereich des Asse-Höhenzuges zu erkunden. Die dabei abgeteufte hydrogeologischen Untersuchungsbohrungen brachten auch Aufschlüsse im Gipshut, die Aussagen über sein Wachstum erlauben.

## HYDROGEOLOGIE

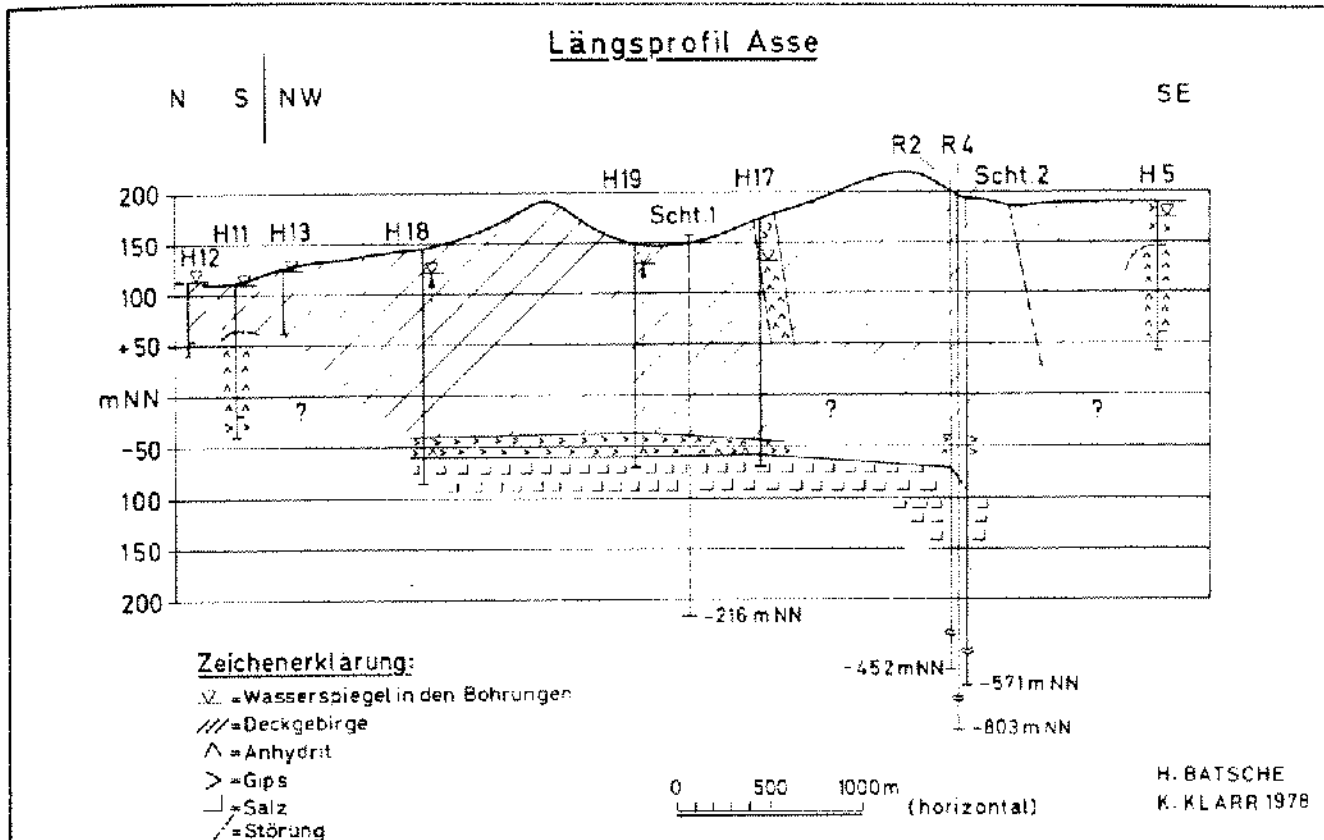
Die Asse ist ein langgestreckter, herzynisch streichender Salzsattel. An den Flanken sind die Schichten vom Buntsandstein bis zur Kreide aufgeschleppt, wobei Unter- und Oberkreide jeweils transgredieren. Aufgrund ihrer Fazies

bilden diese Schichten eine Wechselfolge von wasserdurchlässigen und wasserstauenden Horizonten.

Im zentralen Teil, entlang der Längsachse des Sattels, liegt über dem Salz verstütztes Deckgebirge aus Unterem, Mittlerem und Oberem Buntsandstein. Das Röt ist gipsführend. Durch Auslaugung von Rötsalinar entstanden im verstützten Deckgebirge Dolinen. Für weitere Angaben zur Geologie wird auf die Literatur verwiesen (Woldstedt und Harbort, 1931; Harbort, 1931; Kalka, 1963; Appel, 1971; Frank, 1974).

Der Salzspiegel steht bei etwa 55 bis 60 m unter NN an, d.h. etwa 200 bis 300 m unter Gelände und etwa 150 bis 170 m unter der Ebene, aus welcher der Höhenzug aufragt. Über dem Top des Salzsattels wurden im Streichen der Struktur fünf hydrogeologische Untersuchungsbohrungen bis zum Salzspiegel abgeteuft. Weitere Aufschlüsse brachte die Bohrung Remlingen 4, die Vorbohrung für den neuen





**Figur 2.** Längsprofil durch die Asse im Bereich des verstürzten Deckgebirges. Die Bohrungen H 17a und H 18a, die aus technischen Gründen notwendig waren, sind im Profil nicht eingetragen, da sie nur etwa 10 bzw. 30 m neben den Bohrungen H 17 bzw. H 18 stehen. Der Schacht Asse I (Scht. 1) ist in das Profil projiziert. R 2, R 4 = Aufschlußbohrungen Remlingen 2 und 4. Scht. 2 = Schacht Asse 2.

Drei Bohrungen, H 17, H 19 und H 18, haben am Salzspiegel, also zwischen Salz und Gipshut, mit Sole gefüllte Gerinne angetroffen. Die vertikale Öffnungsweite der beobachteten Gerinne beträgt nur etwa 5 bis 10 cm, ihre horizontale Ausdehnung ist nicht bekannt. In den Bohrungen H 17a und H 18a lag der Gips dagegen mit festem Kontakt direkt auf dem Salz. Zwischen Gipshut und Salz verlaufen also flache, soleführende Gerinne. Bei der Bohrung H 18a wurde durch technische Maßnahmen eine Verbindung zu diesen Gerinnen am Salzspiegel hergestellt. Die drei Bohrungen H 17, H 18a und H 19 sind bis in den Gipshorizont hinein mit Sperrohren ausgebaut, das Grundwasser im Deckgebirge ist abgesperrt. Diese Bohrungen erschließen somit nur die Sole in den Gerinnen am Salzspiegel. Die Bohrungen H 18 und H 17a sind verfüllt.

Der Druckspiegel der Sole in den Gerinnen liegt etwa 180 bis 190 m über dem Salzspiegel. Dieser Druckspiegel zeigt in der Längserstreckung des Salzspiegels von Südosten nach Nordwesten, zwischen den Bohrungen H 17 und H 11, ein durchschnittliches Gefälle von 7‰. Es ist anzunehmen, daß durch nachfließendes Grundwasser eine

laufende Neubildung von Sole in diesen Gerinnen erfolgt. Das Einzugsgebiet dürfte etwa im Bereich der Bohrung H 17 oder südöstlich davon liegen. Von hier fließt das Wasser unter Lösung von Salz nach Nordwesten. Es steigt am tektonisch zerbrochenen Nordwestende der Asse, wo der Druckspiegel die Geländeoberfläche schneidet, in die Höhe und bildet die Salzquellen und versalzten Grundwässer in diesem Raum<sup>1</sup>. Der verkarstete Anhydrit, in dem zumindest ein Teil des Salzwassers aufsteigt, wurde durch die Bohrung H 11 erschlossen. In dieser Bohrung steht der Druckspiegel der Sole etwa 0,8 m über Gelände. Die hydraulische Verbindung der Gerinne entlang des Salzspiegels ist durch die Übertragung einer Spiegelschwankung nachgewiesen, die durch eine Injektion von Salzwasser in der Bohrung H 17 künstlich erzeugt wurde und die sich bis zur Bohrung H 11, das ist über eine Entfernung von ca. 3 km, fortpflanzte.

Die in der Bohrung H 11 erschlossene Sole hat ein

1. Eine Wasserbewegung längs des Salzspiegels und ein Aufsteigen der versalzten Grundwässer im Raum Groß-Denke wurde auch von Seedorf (1955) angenommen.



## WACHSTUM DES GIPSHUTES

Aus den Untersuchungen in den Bohrungen und an den Bohrkernen ergaben sich Aussagen über das Wachstum des Gipshutes an der Asse. Der Wachstumsvorgang ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Zunächst entstehen am Salzspiegel durch die Lösung von Salz Gerinne (Stadium 1). Bei Bohrlochuntersuchungen mit der Fernsehkamera und auch unmittelbar an den Bohrkernen wurde festgestellt, daß an der Dachfläche der Gerinne, also an der Unterseite des Gipshutes, dichte Rasen von im allgemeinen 1 bis 3 cm großen Gipskristallen angewachsen sind (Fig. 4). Der in der Salinarfolge auftretende Anhydrit geht am Salzspiegel teilweise in Lösung. Ein Teil des Calciumsulfats wird aber bald wieder an der Unterseite des Gipshutes in Form der Gipskristalle ausgeschieden. Dieser Gips ist die eine Komponente des Gipshutes.

Die andere Komponente des Gipshutes besteht aus dem eigentlichen Lösungsrückstand. Ton und ein Teil des Anhydrits bleiben ungelöst und werden lediglich durch die fließende Sole verfrachtet. Diese Residualbestandteile bilden dort, wo die Fließgeschwindigkeit klein genug ist, am Boden der Gerinne ein mehr oder weniger geschichtetes Sediment. Dieses Sediment verhindert die weitere Auflösung von Salz nach der Tiefe hin (Stadium 2).

Durch seitliche Auflösung von Salz erfolgt dann eine laterale Verlagerung der Gerinne. Wenn die Gerinne eine gewisse Breite erreicht haben und die Standfestigkeit des Gipshutes überschritten wird, kommt es zum Nachsinken des Gipshutes. Die Gipskristalle drücken sich in das am Boden des Gerinnes liegende Sediment. Durch Verfestigung und den Überlagerungsdruck wächst auch diese Sedimentschicht an den Gipshut an (Stadium 3). Das seitliche Wandern der Gerinne bewirkt, daß sich später unter dieser inzwischen verfestigten Schicht wieder ein Gerinne bildet (Stadium 4). Damit wiederholt sich der Vorgang: Gipskristallbildung an der Dachfläche und Rückstandssediment auf der Sohle des Gerinnes (Stadium 5).

Die Ablaugung des Salzes und das Wachstum des Gipshutes nach unten erfolgen zeitgleich linear entlang der Gerinne am Salzspiegel. Über einen längeren Zeitraum kommt es durch Verlagerung der Gerinne zur flächenhaften Ablaugung des Salzes, damit zum flächenhaften Wachstum des Gipshutes und zu seiner Tieferlegung. Die Unterströmung des Gipshutes durch Wasser bzw. Sole ist die Voraussetzung für die Ablaugung des Salzes und für das Weiterwachsen des Gipshutes an der Asse.

Da der Gipshut zwischen den Bohrungen H 17 und H 18, das ist über eine Entfernung von 2 km, anscheinend etwa gleich mächtig ist, kann gefolgert werden, daß durch die Vorgänge in den Gerinnen, nämlich die Lösung von Salz und Anhydrit, das Kristallwachstum an der Dachfläche und die Verschwemmung des Lösungsrückstandes, ein gewisser horizontaler Ausgleich der im Salz in ungleichmäßiger Verteilung eingeschlossenen Ton- und Anhydritvorkommen erfolgt.



Figur 4. Bohrung H 18a, 203,2 m. Gipskristalle an der Dachfläche des Gerinnes zwischen Salzspiegel und Gipshut. Die am Ende des Bohrkernes (Durchmesser 16 cm) sitzenden Kristalle sind teilweise beschädigt.

Die Überlegungen zum Wachstum des Gipshutes wurden durch die Untersuchung der Bohrkerns bestätigt und in Einzelheiten ergänzt. Fig. 5 zeigt ein Kernstück mit drei Gipskristallagen. Besonders die unterste dieser Lagen (Fig. 6) läßt deutlich die Gipskristalle erkennen, die von der ehemaligen Dachfläche des Gerinnes nach unten in den Hohlraum hineingewachsen sind. Weitere Beispiele für Gipskristallagen, die jeweils durch Rückstandssedimente getrennt sind, zeigt Fig. 7.

Die Kristallagen haben oben an der ursprünglichen Anwachsfläche eine gerade oder in flachen Wellen verlaufende Begrenzung, entsprechend der ehemaligen Dachfläche des Gerinnes. Die Unterkante weist durch die verschieden weit nach unten gewachsenen Kristalle einen unregelmäßigen Verlauf auf. Im allgemeinen ist dieser unregelmäßige Verlauf der Unterkante auch dann noch zu erkennen, wenn die Kristallagen zusammengedrückt sind (Fig. 8). Einen beim Absinken des Gipshutes verbogenen Kristall zeigt z.B. Fig. 9.

Bei den auf der Sohle der Gerinne abgelagerten Sedimenten lassen sich verschiedene Ausbildungen unterscheiden. Einmal treten helle, weißgraue Lagen auf (Fig. 5, 6 und 7), die makroskopisch feinsandig-schluffig erscheinen. Die "Feinsandkörner" bestehen vorwiegend aus würfel- bis quaderförmigen Spaltstücken von Anhydrit (Fig. 10). Es sind Rückstandssedimente, deren Material lediglich ver-

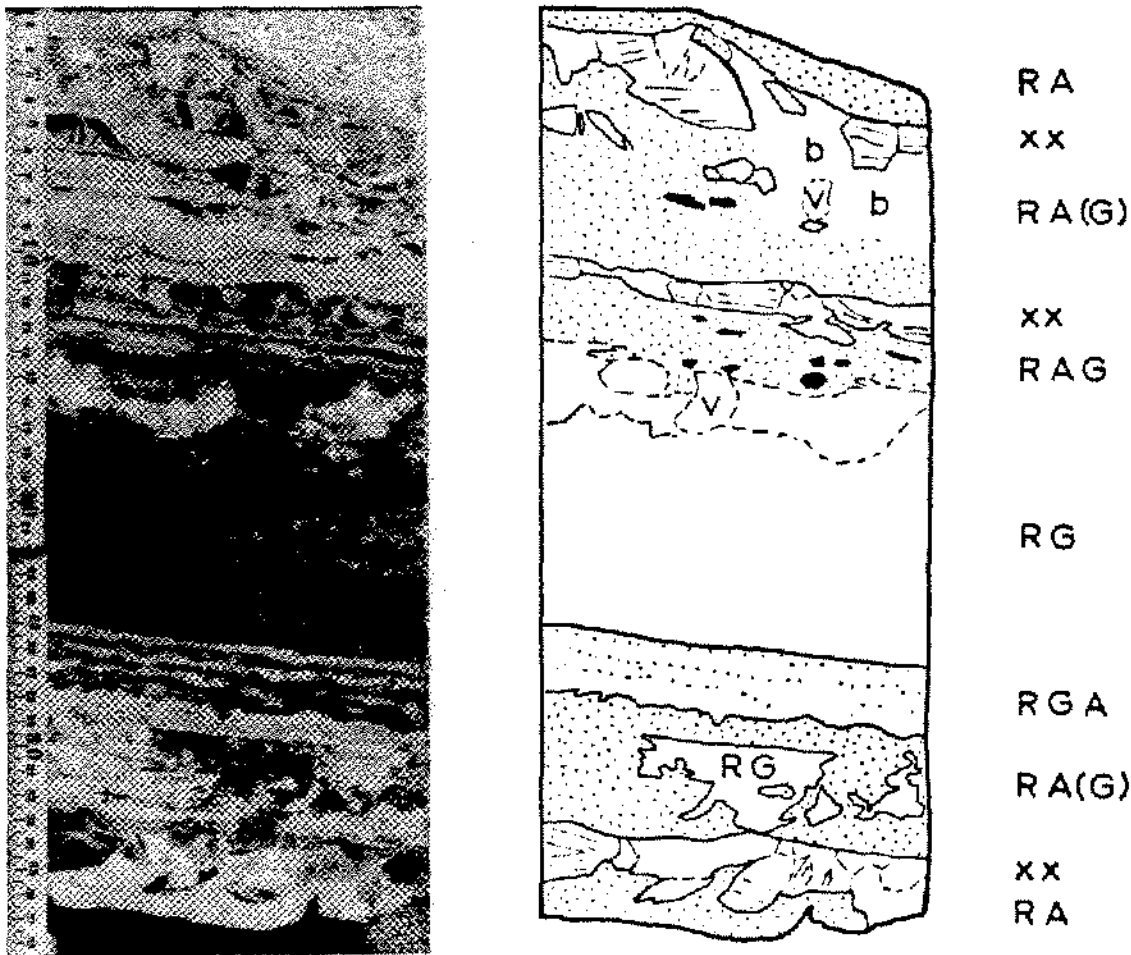


Figure 5. Bohrung H 19, 204,7 bis 205,1 m. Kernstück mit drei Gipskristallagen, die an der Dachfläche des ehemaligen Gerinnes gewachsen sind. Unten (etwa zwischen cm 33 und 36) eine gut erhaltene Kristallage. Siehe Detail Fig. 6. Darüber Rückstandssediment aus Anhydrit durchsetzt mit Gips. Zwischen cm 18 und 25 ein Rinnensediment aus mittelförnig-kristallinem Gips und rotbraunem sowie grüngrauem Ton. Der Ton ist z. T. in die Gipskörner eingeschlossen, z. T. sitzt er an den Korngrenzen.

Die vorwiegend hell erscheinende Lage aus größeren Gipskristallen zwischen cm 14 und 18 (in der Skizze gestrichelt eingetragen) ist auf dem Sediment am Boden der Rinne gewachsen. Die Kristalle sind zwar frei von Ton, entwickeln sich jedoch von unten aus dem Rinnensediment.

Eine weitere Gipskristallage zwischen cm 10 und 12. Am oberen Ende des Kernstückes eine durch Sackungsbewegungen zerbrochene Kristallage.

Abkürzungen in der Erläuterungsskizze: xx = Gipskristallage, gewachsen an der Dachfläche des Gerinnes; R = Rückstands bzw. Rinnensediment; A = Anhydrit; G = Gips; in () untergeordneter Anteil; b = brecciöses Gefüge; v = verbogener Gipskristall mit unregelmäßigen Spaltrissen und wahrscheinlich Translationsflächen; schwarz = Gipsidioblasten im Rückstandssediment. In den Gipskristallen ist z. T. die Lage der Spaltrisse ange-deutet.



Figur 6. Bohrung H 19, 205,0 bis 205,1 m. Detail aus Fig. 5. Zwischen cm 32 und 36 eine gutentwickelte Gipskristallage. Die Kristalle sind von der Dachfläche des ehemaligen Gerinnes nach unten in einen Hohlraum gewachsen. Sie stecken heute in "Sandstein" aus Anhydrit, der sich ursprünglich als Rückstandssediment auf der Sohle des Gerinnes abgelagert hatte. Die größten Kristalle in dieser Lage erreichen (im Bild nicht sichtbar) 4 cm Länge.

schwemmt wurde. Diese Anhydritlagen sind meist frei von Ton.

Von ihnen heben sich deutlich jene Sedimente ab, die aus Ton und Gips bestehen. Es sind meist rotbraune, graue oder graugrüne Lagen, bei denen einmal der Ton, ein anderes Mal der Gips anteilmäßig überwiegt. Da im Zechsteinsalz zwar in grösserer Menge Anhydrit, aber kein wesentlicher Gipsanteil vorkommt, kann es sich bei diesem Gips nicht um ein Rückstandssediment im eigentlichen Sinne handeln. Es ist anzunehmen, daß in den am Boden der Gerinne abgelagerten und von calciumsulfathaltiger Sole durchtränkten Rückstandssedimenten eine Abscheidung von Gips erfolgte. Auch eine Umwandlung von Rückstandsanhidrit in Gips ist nicht ausgeschlossen. Gelegentlich sind auf dem Sediment auf der Sohle der Gerinne Lagen größerer Gipskristalle gewachsen (Fig. 5), die sich aber von den Gipskristallagen an der Dachfläche der Gerinne durch ihre Ausbildung unterscheiden.

Für Sedimentlagen, die außer dem Rückstandsmaterial einen hohen bzw. überwiegenden Anteil von Gips enthalten, wird deshalb die allgemeinere Bezeichnung Rinnensediment verwendet. Rückstandssedimente sind demgegenüber Sedimentlagen, die zwar auch auf der Sohle der Gerinne abgelagert wurden, die aber ganz oder überwiegend aus Rückstandsmaterial, also Anhydritsand oder Ton, bestehen.

Bei Sedimentlagen aus Ton und Gips mit vorherrschendem Tonanteil ist bei etwa 20- bis 40-facher Vergrößerung zu erkennen, daß der Gips oft aus parallel orientierten, feinen faser- bzw. leistenförmigen Kristallen besteht, die

den Ton durchsetzen und ungefähr in der Schichtung eingeregelt sind. Bei Lagen mit vorherrschendem Gipsanteil kann der Ton wolkig im Gips eingeschlossen sein oder er ist bei der Kristallisation auf den intergranularen Bereich verdrängt und sitzt heute in Form dünner Tönhäutchen an den Grenzen der Gipskörner (Fig. 8).

Auch aus Gips und Anhydrit aufgebaute Lagen mit unregelmäßigem wolkig-faserigem Gefüge treten auf. Übergänge zwischen den verschiedenen Ausbildungen kommen vor. Die Mächtigkeit der in den einzelnen Gerinnen entstandenen Rinnen- und Rückstandssedimente schwankt zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Dezimetern. Anteilmäßig überwiegen durch ihre größere Mächtigkeit die Rinnen- und Rückstandssedimente gegenüber den Gipskristallagen an der Dachfläche der ehemaligen Gerinne.

Mengenmäßig untergeordnet finden sich folgende Einschaltungen in der Abfolge des Gipshutes: Reine Tonlagen, grau oder rotbraun, im allgemeinen weniger als 1 cm mächtig. Sehr grobkristalliner Gips mit Kristallkörnern von 1 bis 2 cm Durchmesser in dezimetermächtigen Lagen. Kristallagregate aus bis zu 5 cm großen, plattigen, marienglasähnlichen, aber trüben Gipskristallen in dezimetermächtigen Partien. Reinweißer, zuckerkörniger Gips (Alabaster) in bis zu 5 cm mächtigen Lagen.

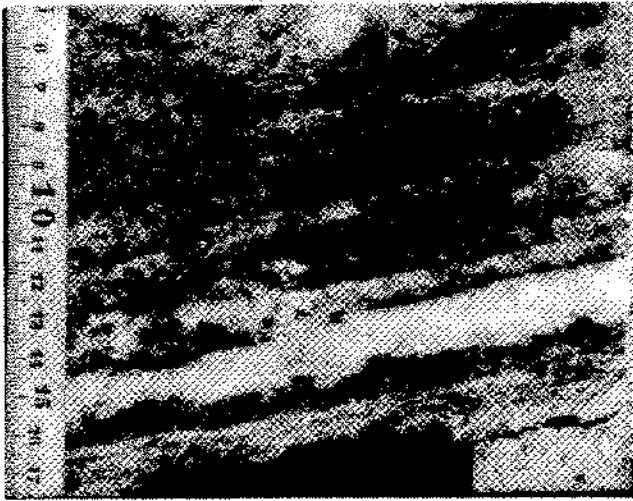
Der Wechsel in der Ausbildung der Rückstandssedimente (Anhydritsand, rotbrauner Ton, grauer Ton) könnte so gedeutet werden, daß zwischen der Ablagerung dieser verschiedenen Sedimente jeweils verschiedene untereinander im Salz folgende Schichten abgetragen wurden. Wenn man jedoch die abgetragene Schichtfolge und den unregelmäßigen Wechsel der Rückstandssedimente im Gipshut berücksichtigt, ist allerdings anzunehmen, daß auch im Abtragungsgebiet, aus dem die Rückstandssedimente in den Gerinnen herantransportiert wurden, eine seitliche Verlagerung der Gerinne stattfand und dadurch abwechselnd verschiedene unlösliche Lagen in der Salinarfolge abgetragen wurden.

### UMWANDLUNG DES GIPSHUTES

Weitere Vorgänge, die bei der Entstehung des Gipshutes eine Rolle spielen, sollen hier nur kurz erwähnt werden. Die heutige Ausbildung ist außer von der primären sedimentären Abfolge bestimmt durch Diagenese, Metamorphose und die Durchbewegung bei den Senkungsvorgängen.

In verschiedenen Bereichen des Gipshutes hat eine mehr oder weniger starke Umkristallisation stattgefunden. In die tonigen Rückstandssedimente eingeschaltet finden sich bis zu 10 cm große unregelmäßig begrenzte Kristalle von Marienglas (Fig. 11). Sie können vollkommen klar sein oder wolkige Einschlüsse von Ton enthalten. Solche Marienglaskristalle können plattig ausgebildet etwa parallel zur Schichtung im Sediment sitzen (Fig. 11). Sie können aber auch unregelmäßige kugelige Einsprenglinge bilden mit

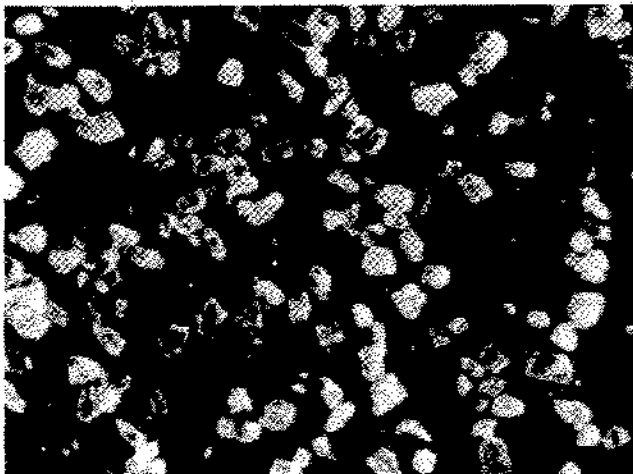




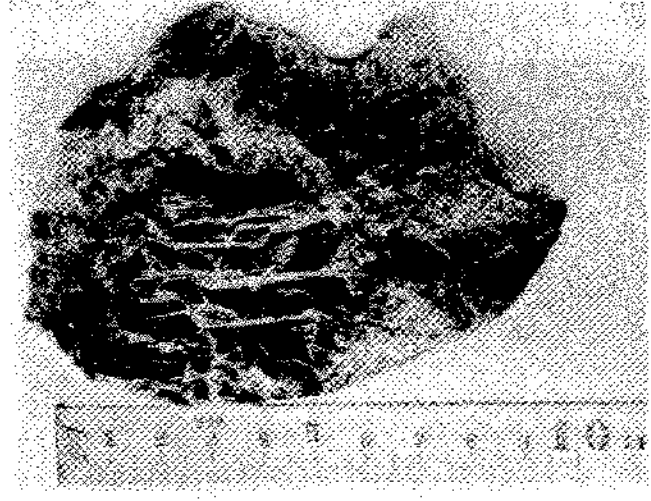
**Figur 8.** Bohrung H 18a, 203,1 bis 203,2 m. Gipskristallage (weiß erscheinend, bei etwa cm 15). Darüber Rinnensediment aus Gips und Ton. Der Gips hat ein körnig-kristallines Gefüge. Die dünnen Tonlagen zwischen den Gipskörnern sind zum Teil als dünne helle Linien zu erkennen.



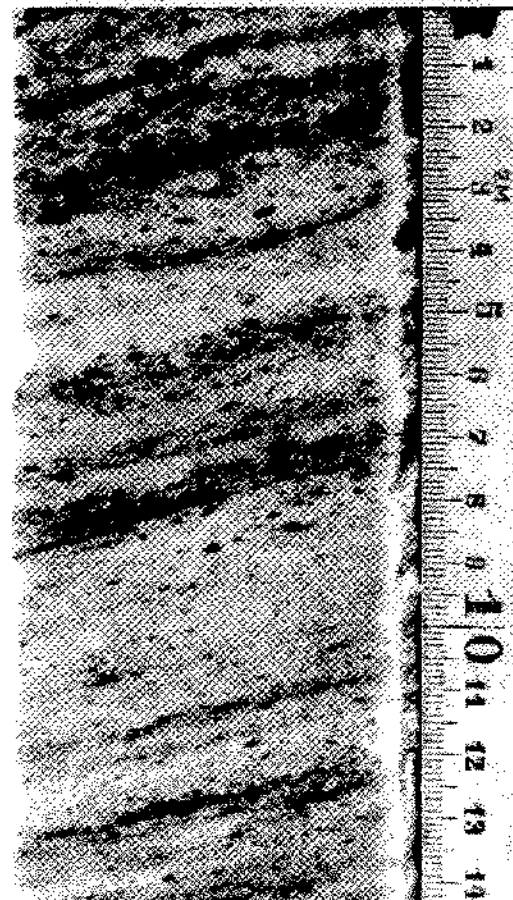
**Figur 9.** Bohrung H 17a, 229,1 m. Gipskristall, der beim Absinken des Gipshutes durch Auftreffen auf die Basisfläche (Salz) des ursprünglich vorhandenen Gerinnes verbogen wurde. Größe des Kristalls etwa 1 cm. (Detail vom Gegenstück des halbierten Kernes in Fig. 7).



**Figur 10.** Bohrung H 17a, 229,2 m. "Anhydritsand" aus dem hellen Rückstandssediment in Fig. 4. Der Feinsand besteht vorwiegend aus quaderförmigen Spaltstücken von Anhydrit. (Begrenzung der Körner durch drei aufeinander senkrecht stehende Spaltflächen).

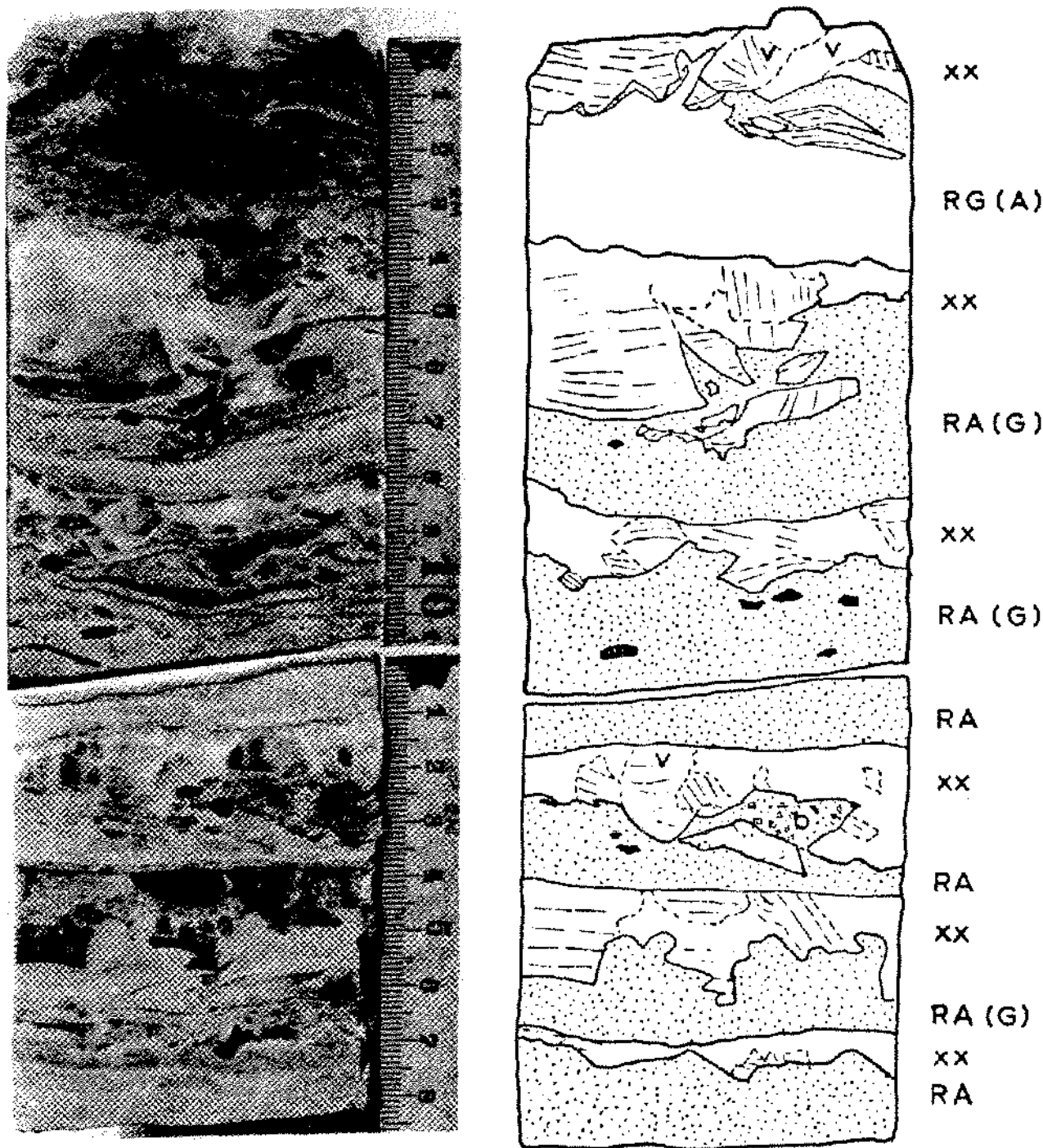


**Figur 11.** Bohrung H 17, 222,65 m. Unregelmäßig begrenzter Kristall aus Marienglas, etwa parallel zur Schichtung in rotem, tonigem Rückstandssediment gewachsen. Das Marienglas ist farblos mit größeren wolkigen Tonerseinschlüssen. Ein 0,5 bis 1 cm breiter Rand von parallel orientierten grobfaserigen Gipskristallen umgibt den großen Kristall. Der rote Tonstein ist durchsetzt von ebenfalls parallel orientiertem feinfaserigem Gips.



**Figur 12.** Bohrung H 17a, 227,4 bis 227,55 m. Umkristallisierte Bereich des Gipshutes. Ursprünglich ein Rinnensediment aus Ton und Gips. Jetzt ein feinkristalliner Gips mit idiomorphen Gipsprophyroblasten. Die Schichtung ist durch tonhaltige dunkle Lagen deutlich zu erkennen. Der Ton ist auf den intergranularen Bereich verdrängt und sitzt in dünnen Häutchen zwischen den Kristallkörnern.

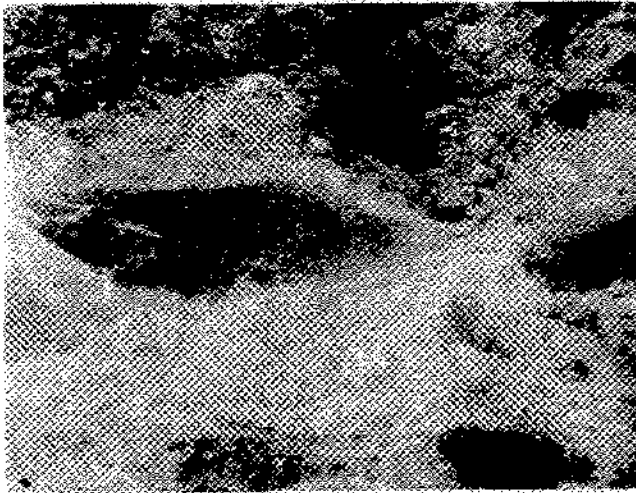




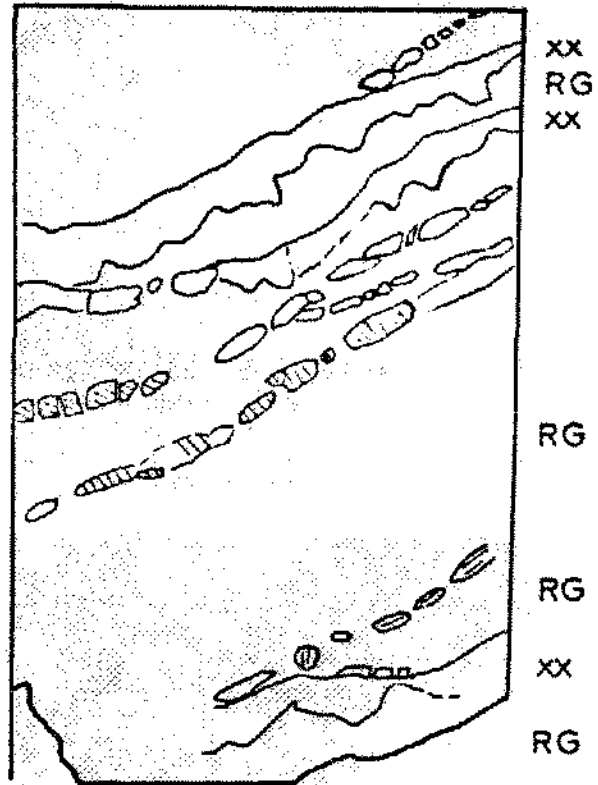
Figur 7. Bohrung H 17 a, 229,0 bis 229,2 m. Sechs Gipskristallagen, getrennt durch helles Rückstandssediment aus Anhydritsandstein. Zwischen den beiden obersten Kristallagen besteht das trennende Sediment aus Gips und Anhydrit. Die oberen, weitgehend ebenen Anwachsflächen der Kristallagen und der unregelmäßige, durch die vorspringenden Kristalle bestimmte Verlauf der Unterflächen der Kristallagen sind deutlich zu erkennen. Im Rückstandssediment einige, in der Erläuterungsskizze eingetragene, idiomorphe Gipsopporphyroblasten, die wahrscheinlich schon syn-sedimentär gewachsen sind.

(Die dunkle Färbung einzelner Gipskristalle ist dadurch bedingt, daß das Licht ohne auf reflektierende Kristallflächen oder Spaltrisse zu treffen vom Kristall geschluckt wird. Der große dunkle Kristall in der zweiten Lage von unten zieht nach hinten bis zur Außenfläche des Kernes einheitlich durch.)

Abkürzungen in der Erläuterungsskizze s. Fig. 5.



**Figur 13.** Bohrung H 17a, 227,45 m. Detail aus dem Kernabschnitt 227,4 bis 227,7 m (vgl. Fig. 12). Ein 3 mm langer Gipsporphyroblast in einer Grundmasse aus Gips. Die schwarzen, unregelmäßig verlaufenden Linien links und rechts oben sind dünne Tonlagen.



**Figur 14.** Bohrung H 19, 204,85 bis 205,1 m. Oben (bei ca. cm 7 und 8,5) zwei Gipskristallagen. Darunter mehrere Boudinagen: Vier dunkle Gipslagen sind mehr oder weniger stark boudiniert. Während in den Gipskristallagen die Einzelkristalle zu erkennen sind, dürften die boudinierten Lagen ursprünglich homogene Gipsbänder (Marienglas?) gewesen sein.

Abkürzungen in der Erläuterungsskizze s. Fig. 5.

einem Durchmesser bis zu 5 cm, die von der Schichtung umflossen werden. Die Hauptspalttrichtung liegt dann meist etwa senkrecht zur Schichtung.

Scharf umrissene Gipsidioblasten, die im "Anhydritsand" schwimmen, sind wahrscheinlich synsedimentär entstanden (Fig. 7). Dagegen zeigt Fig. 12 einen umkristallisierten Bereich mit sekundär gebildeten idiomorphen Gipsporphyroblasten in einer feinkristallinen Grundmasse aus Gips. Die Porphyroblasten (Fig. 13) sind in die durch tonhaltige Lagen gut erkennbare Schichtung eingeregelt.

In verschiedenen Kernabschnitten treten Flaserstrukturen auf. Kleinstörungen und brecciöse Gefüge, verursacht durch Sackungsbewegungen und das Nachsinken des Gips-hutes, sind verschiedentlich zu beobachten. Fig. 14 zeigt mehrere boudinierte Gipslagen. Diese haben über mehrere Teilstücke hinweg eine in sich einheitliche Ausbildung und eine einheitliche Orientierung der Spaltflächen. Bei diesen Gipsbändern handelt es sich wahrscheinlich um größere lagenförmige Einzelkristalle (Marienglasplatten?), die bei der Boudinierung zerlegt wurden. Nach Laborversuchen von Riley und Byrne (1961) entstehen solche Gefüge in Anhydritgesteinen auch im "halbflüssigen" Sediment durch Überlagerungsdruck (s. a. Füchtbauer und Müller, 1970, S. 450). Auch die hier gezeigten Boudinagen dürften am ehesten durch Druck auf das erst teilweise verfestigte Sediment entstanden sein.

## DISKUSSION

Martinez:

**Frage.**—Could some of the differences between cap rock on the Asse structure and U.S. Gulf Coast salt domes be due to the fact that Asse is an anticline and the Gulf Coast domes are true anticlines?

**Antwort.**—Wir haben vor allem über das Wachstum des Gips-hutes an der Asse gesprochen. Unterschiede in der Ausbildung des Gips-hutes an der Asse und auf den Salzstöcken der Golfküste sind wahrscheinlich auf unterschiedliche hydrogeologische Verhältnisse zurückzuführen. An dem schmalen, langgestreckten Sattel der Asse hat sich eine Grundwasserbewegung entlang der Sattelachse entwickelt. Es ist gut vorstellbar, daß an den anders geformten Salzstöcken der Golfküste auch die Grundwasserströmungen einen anderen Verlauf nehmen. Unterschiede in der lithologischen Ausbildung werden aber auch durch Art und Menge der verschiedenen Bestandteile der Salinarfolge sowie durch Unterschiede in der Struktur und Zusammensetzung des Deckgebirges und der Flankengesteine bedingt sein.

## LITERATUR

- Appel, D. 1971. Bericht über die geologische Neuaufnahme der Asse bei Wolfenbüttel (Ostniedersachsen) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Quartärbedeckung und der Tektonik der Südwestflanke. Diplomarbeit T.U. Hannover sowie unveröffentlichter Bericht Az. IV—1306/71 des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, 122 S., 5 Anlagen (Geol. Karte und Profile).
- Bloch, M.R. 1974. Salt Mirror and Petroleum Formation. Fourth International Symposium on Salt. Northern Ohio Geological Society, 1, 261–264.
- Borchert, H. u. Baier, E. 1953. Zur Metamorphose ozeaner Gipsablagerungen. Neues Jb. Mineral. Abh. 86, 103–154.
- Frank, H. 1971/74. Hydrogeologische und hydrogeochemische Untersuchungen an der Asse bei Wolfenbüttel. Dissertation Universität München 1971 und GSF-Bericht R 87, 208 S., 4 Anlagen, München 1974.
- Füchtbauer, H. und Müller, G. 1970. Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie II, 726 S., Stuttgart.
- Fulda, E. 1924. Salzauslaugung. Jb. d. Halleschen Verbandes f. d. Erforschung d. mitteldeutsch. Bodenschätze und ihre Verwertung, 4, 369–379.
- Goidman, M.J. 1933. Origin of the Anhydrite Cap Rock of American Salt Domes. Shorter Contributions to General Geology, U.S. Department of the Interior, Geological Survey, Professional Paper 175-D, 83–114.
- Harbort, E. 1931. Geol. Karte von Preußen, B1. Wolfenbüttel Nr. 2094, m. Erl. (P. Woldstedt).
- Kalka, N. 1963. Tektonische Analyse des Asse-Hesseberg-Zuges. Dissertation T.H. Braunschweig, 122 S.
- Kosmahl, W. 1969. Zur Stratigraphie, Petrographie, Paläogeographie, Genese und Sedimentation des Gebänderten Anhydrits (Zechstein 2), Grauen Salztones und Hauptanhydrits (Zechstein 3) in Nordwestdeutschland. Beih. Geol. Jb. 71, 129.
- Linck, G. 1941. Beobachtungen und ihre Ergebnisse an Gesteinen des mittleren Zechsteins (Hauptdolomit und Grauer Salzton) in Thüringen. Chemie der Erde 14, 312–357.
- Lotze, F. 1957. Steinsalz und Kalisalze, 1. Teil, 2. Aufl. 465 S.
- Noll, W. 1934. Zur Genesis porphyrischer Struktur in Gipssteinen. Chemie der Erde 9, 1–21.
- Richter-Bernburg, G. 1968. Salzlagertstätten. In: A. Bentz u. H.-J. Martini (Herausgeb.): Lehrbuch der Angewandten Geologie, 918–1061, Stuttgart.
- Riley, C.M. and Byrne, J.V. 1961. Genesis of Primary Structures in Anhydrite. J. Sediment. Petrol. 31, 553–559.
- Seedorf, H.H. 1955. Reliefbildung durch Gips und Salz im niedersächsischen Bergland. Veröffentl. Niedersächs. Amt für Landesplanung und Statistik, A1, 56, Bremen.
- Seidl, E. 1921. Schürfen, Belegen und Schachtabteufen auf deutschen Zechstein-Salzhorsten. Archiv für Lagerstättenforschung 26.
- Schwerdtner, W. 1961. Korngefügeuntersuchungen an Anhydritgesteinen im Benther Salzstock (Werk Ronnenberg) bei Hannover. Kali und Steinsalz 3, 173–182.
- Taylor, R.E. 1938. Origin of the Cap Rock of Louisiana Salt Domes. Louisiana Geological Survey, State of Louisiana Department of Conservation, Geological Bulletin No. 11.
- Walker, Ch. W. 1974. Nature and Origin of Caprock Overlying Gulf Coast Salt Domes. Fourth International Symposium on Salt. Northern Ohio Geological Society, 169–195.
- Woldstedt, P. und Harbort, E. 1931. Geol. Karte von Preußen, B1. Schöppenstedt Nr. 2095, m. Erl. (P. Woldstedt).