

# Zur Geologie des Salzfeldes Schweizerhalle-Zinggibrunn (Kt. Baselland)

Autor(en): **Hauber, Lukas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **64 (1971)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163977>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Zur Geologie des Salzfeldes Schweizerhalle–Zinggibrunn (Kt. Baselland)

Von LUKAS HAUBER

Geologisch-paläontologisches Institut der Universität,  
Bernoullistrasse 32, 4000 Basel

## RÉSUMÉ

A Schweizerhalle, à l'est de Bâle, se trouve un gisement de sel triasique (Muschelkalk) constitué d'une seule couche d'épaisseur variable. Ces variations doivent être causées par des mouvements synchrones à la genèse du sel. Dans la vallée du Rhin, ce gisement est traversé par des nombreuses failles. La région de Schweizerhalle–Zinggibrunn est située particulièrement favorable à l'exploitation de sel. L'anticlinal de l'Adlerhof qui suit le fossé de Schweizerhalle vers le sud, ne présente plus de failles. Le bombement y est restreint aux couches formant le toit du gisement de sel tandis que ce gisement de sel lui-même n'est pas déformé. Au sud de l'anticlinal, une faille de direction est-ouest, c'est-à-dire parallèle à l'anticlinal, traverse le gisement et doit affecter aussi le socle. Cette tectonique s'intègre dans le système des fossés du Rhin et de la Bresse et n'est pas en relation avec le plissement du Jura.

## 1. EINLEITUNG

Die Salzlager des mittleren Muschelkalkes reihen sich praktisch lückenlos vom Hochrhein bis zum Neckar aneinander (WILD 1968). Bekannt ist die Fortsetzung bis unter das schweizerische Molassebecken (BÜCHI et al. 1965), ebenso die Ausdehnung nach Westen (Buix, Lothringen), SCHMIDT et al. (1924), BENTZ und MARTINI (1968), S. 954. Obwohl es sich somit – grossräumig gesehen – um ein einheitliches Becken gehandelt hat, in welchem es zur Ausscheidung von Steinsalz gekommen ist, so folgen die heute bekannten Lagerstätten am Hochrhein doch teilweise eigenen geologischen Gesetzmässigkeiten, die auf den individuellen Charakter derselben im Rahmen des ganzen Beckens schliessen lassen. Im nachfolgenden soll versucht werden, dies anhand umfangreicher Bohrdaten für einen Ausschnitt des westlichsten Salzlagers am Hochrhein (Fig. 1) aufzuzeigen. Dieser Abschnitt wurde gewählt, weil es sich um den am besten dokumentierten Teil des Salzlagers von Schweizerhalle handelt und weil er für das Verständnis der regionalen Tektonik einen interessanten Beitrag liefern kann.

Der Hauptteil der Salzproduktion der Saline Schweizerhalle stammt aus der Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn. Zwar liegt die erste fündige Bohrung westlich der Wartenberg-Verwerfung: Am 30. Mai 1836 erbohrte Karl Christian Friedrich Glenk beim Rothaus westlich von Schweizerhalle nach zahlreichen Fehlbohrungen erstmals ein Salzlager am Hochrhein (= Bohrung 1 der Fig. 3–6). Er hat damit den

westlichsten Rand des Salzlagers erschlossen, denn die später nur 200 m weiter westlich abgeteufte Bohrung 16 wurde nicht mehr salzfündig. B. 1 wurde nur 1 $\frac{1}{2}$  Jahre genutzt. Schon 1838/39 wurden B. 2 und 3 in Betrieb genommen, die nun innerhalb der Scholle von Schweizerhalle liegen. B. 4–9 wurden zwischen 1840 und 1902 niedergebracht. Mit B. 10 und 11 (1902–1904) wurde erstmals die östliche Randverwerfung (= Cholholz-Verwerfung) der Scholle von Schweizerhalle durchfahren (Fig. 7, Profil 1). Die nächsten Bohrungen, B. 12, B. 14–15, B. 17–22 (1909–1930) liegen alle wieder innerhalb der Scholle von Schweizerhalle. Für lange Zeit war nun die Rohstoffbasis sichergestellt. Erst 1951 wurde die Bohrtätigkeit wieder aufgenommen und von 1955 an die Produktion teilweise in das Gebiet östlich der Scholle von Schweizerhalle verlegt. Doch nimmt die Mächtigkeit des Salzlagers in dieser Richtung wieder ab, so dass dort die Ausbeutungsmöglichkeiten beschränkt sind. Um weitere Salzreserven sicherzustellen, wurde die Exploration nun aus dem Hochrheintal südwärts in den anschließenden Tafeljura hinein verlagert. Diese Arbeiten sind heute soweit gediehen, dass es möglich ist, die Salzproduktion im industriell überbauten Gebiet von Schweizerhalle nach und nach einzustellen und in die unüberbauten Anhöhen südlich des

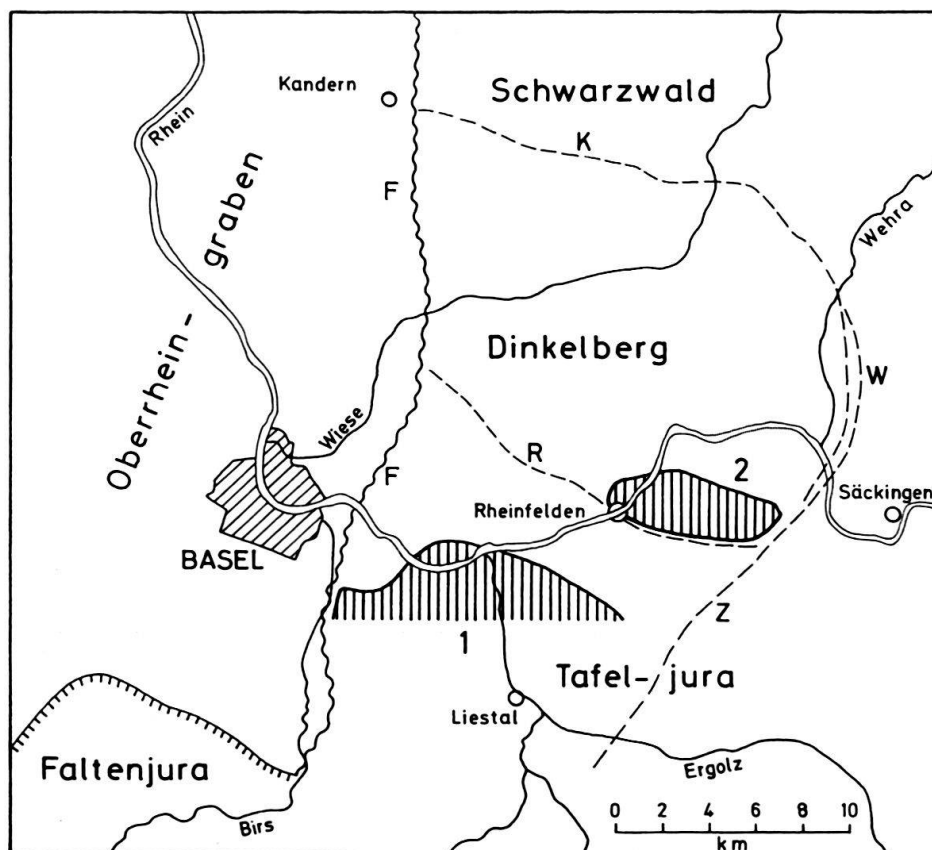


Fig. 1. Die allgemeine Situation der Salzlagerstätten am Hochrhein östlich von Basel.

- 1 = Salzlager von Schweizerhalle–Wyhlen–Kaiseraugst
- 2 = Salzlager von Rheinfelden–Riburg
- F = Rheintalflexur
- K, W, Z = Kanderner-Wehratal-Zeininger-Verwerfungszone
- R = Rheinfelder Verwerfung

Rheintales zu verlegen. Die Salzproduktion wird hier wiederum in der Scholle von Schweizerhalle, im Zinggibrunn und Umgebung, erfolgen.

Für die nachstehend verwendeten Lokalnamen sei auf das Blatt 1067, Arlesheim, der Landeskarte 1 : 25000 verwiesen.

## 2. ALLGEMEINE GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

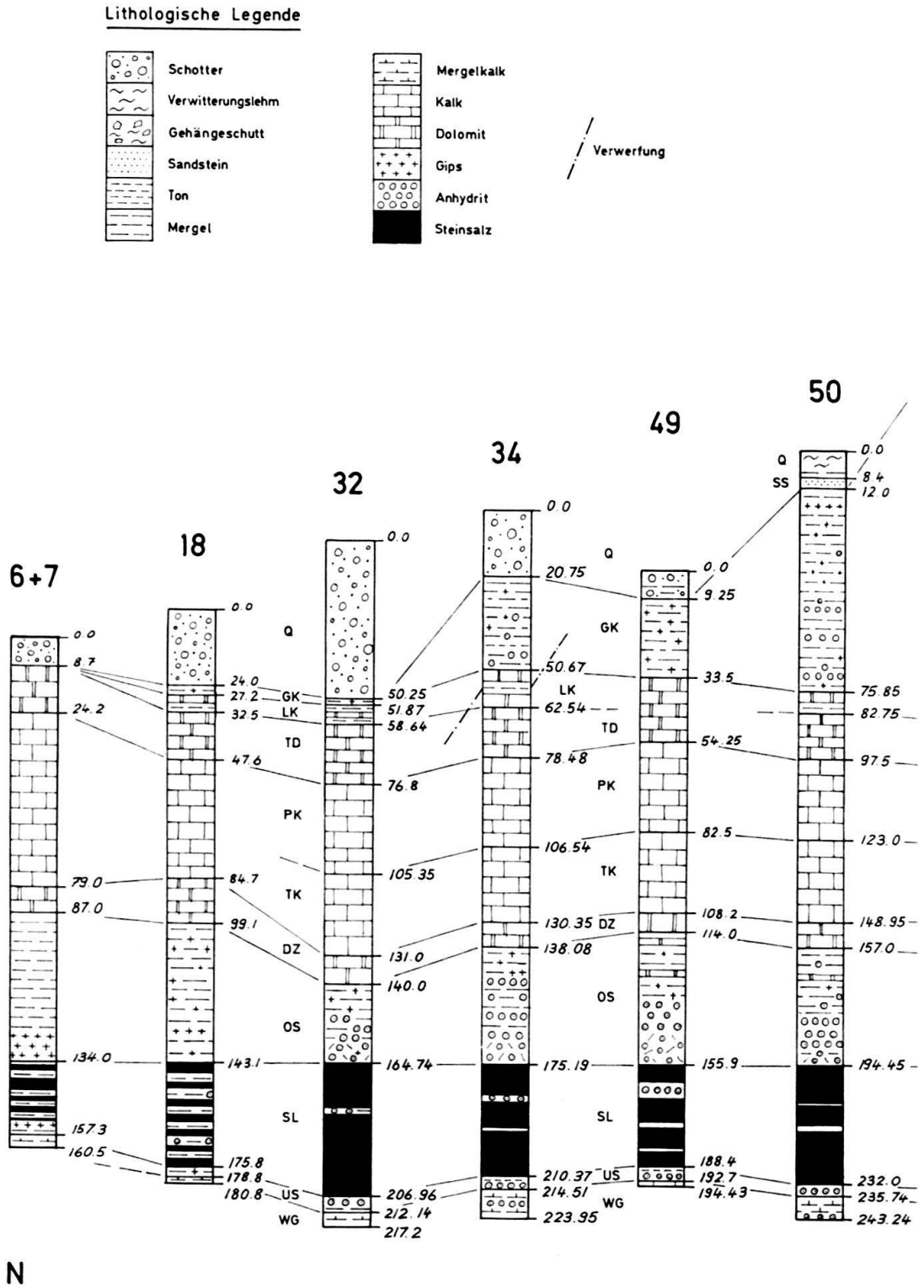
Die Geologie des Hochrheintales östlich von Basel und des südlich anschliessenden Tafeljuras ist in HERZOG (1956) ausführlich beschrieben. Die geologische Literatur über die Salzlager der Nordschweiz beschränkt sich im wesentlichen auf VERLOOP (1909) und auf ein Kapitel in HEIM (1919).

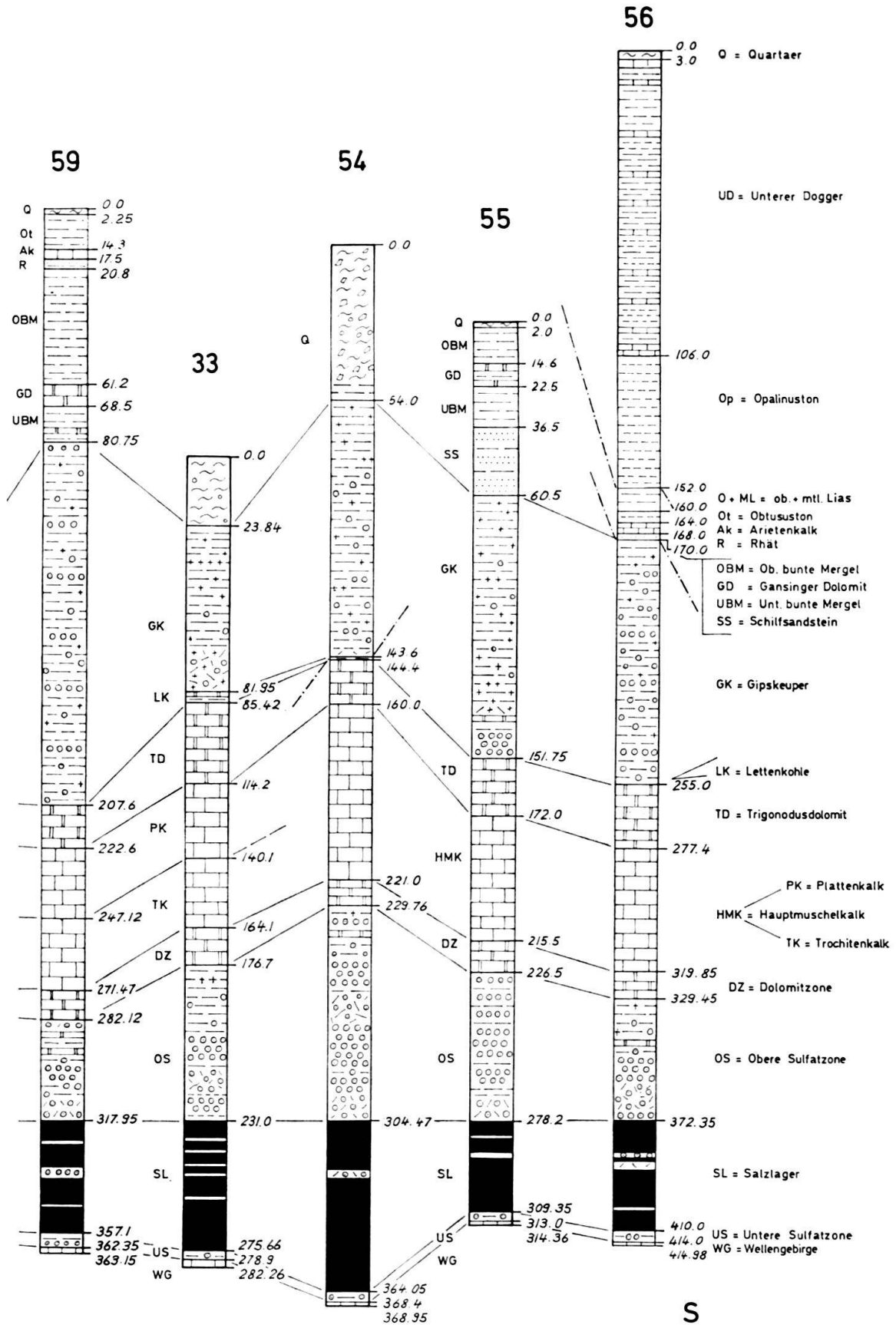
Figur 1 zeigt die Situation der Salzlager östlich von Basel im Sedimentmantel südlich des Schwarzwaldes. Nach den vorwiegend klastischen Sedimenten von kontinentalem Habitus des Rotliegenden und Buntsandsteins setzt mit dem Muschelkalk von Norden her eine marine Überflutung ein (GEYER und GWINNER 1968). Im unteren Muschelkalk (Wellengebirge) gelangen flachmeerische Karbonate (Kalke, Dolomite, Mergel) zur Ablagerung. Im mittleren Muschelkalk (Anhydritgruppe) herrschen lagunäre Verhältnisse, die nun saline Bildungen (Sulfate und Steinsalz) ermöglichen. Im oberen Muschelkalk werden die Sulfate von flachmeerischen Kalken und Dolomiten überdeckt. Im Keuper kommt es nochmals zur Entstehung von Evaporiten in lagunären Verhältnissen, wobei in unserer Gegend allerdings nur Sulfate ausgeschieden werden (Gipskeuper), während Steinsalz fehlt. Der Keuper weist einen deutlich detritischen Einschlag kontinentalen Charakters auf (Schilfsandstein, Rhät). Erst mit dem Lias setzt wieder eine rein marine Sedimentation ein, die bis in den Malm hinein anhält; es wechsellagern Kalke, Mergel und Tone mit einigen lokalen Sedimentationslücken oder -unterbrüchen. Vom obersten Malm an bleibt das Gebiet von Schweizerhalle Festland. Zu dieser Zeit ist das Salzlager von rund 800 m mesozoischen Gesteinen überdeckt.

Von den ehemals auch in diesem Gebiet vorhandenen, meist lakustrischen und fluviatilen Bildungen des Tertiärs ist heute als Folge der durch die Heraushebung des Schwarzwaldes einsetzenden Erosion nichts mehr vorhanden. In diese Zeit fällt auch das Einsinken des Oberrheingrabens zwischen Schwarzwald und Vogesen (oberes Eozän-Oligozän), der sich entlang der Rheintalflexur nach S bis zum Jura fortsetzt (Fig. 1). Im Zusammenhang mit diesem Einsinken des Grabens ist auch das Einbrechen der Dinkelberg-Scholle am SW-Ende des Schwarzwaldes entlang der Kanderer und Wehratal-Zeinger-Verwerfungszone zu sehen. Damit verknüpft ist auch die starke Bruchtektonik im Dinkelberg und südlich anschliessenden Tafeljura mit einer Zerlegung in Horste, Gräben und Schollen.

Als weiteres tektonisches Element ist ferner das von HERZOG (1956) ausführlich beschriebene Adlerhofgewölbe zu erwähnen. Seine Existenz kann nach den von LAUBSCHER (1970) entwickelten Vorstellungen mit dem Südende des Oberrheingrabens in Zusammenhang gebracht werden: Das Einsinken des Grabens ist mit einer seitlichen Dehnung von rund 5 km verknüpft. Auf der Linie Basel–Montbéliard lässt sich aber eine solche Dehnung nicht mehr nachweisen, erst der Bressegraben, rund 100 km weiter westlich, übernimmt die Fortsetzung des Oberrheingrabens. Dazwischen liegt

Fig.2. Profile ausgewählter Bohrungen aus der Scholle von Schweizerhalle-Zinggibrunn und dem südlich anschliessenden Abschnitt des Adlerhofgewölbes (B.6/7 nach VERLOOP 1909).





eine sinistrale Blattverschiebung, die sich in einander ablösenden Strukturen, wie die des Adlerhofgewölbes südlich von Schweizerhalle, abbildet. In diesen allgemeingeologischen Rahmen ist das Salzlager von Schweizerhalle zu stellen.

### 3. DIE BOHRUNGEN

In Figur 2 sind die wesentlichsten Bohrungen innerhalb der Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn und dem südlich anschliessenden Abschnitt des Adlerhofgewölbes zusammengestellt. Die Situation der Bohrungen geht aus den Figuren 3–6 hervor. Das Profil von B. 6/7 wurde aus VERLOOP (1909) übernommen. Über B. 18 liegen nur kursorische Angaben vor, während von allen übrigen Bohrungen detaillierte Bohrprofile 1:200 vorhanden sind. In Produktionsbohrungen werden in der Regel nur im Salzlager Kerne gezogen, während in Sondierbohrungen häufig das ganze Profil gekernt worden ist. Wo Kerne fehlen, wurden Spülproben untersucht. Sehr oft geht aber die Spülung im klüftigen und verkarsteten oberen Muschelkalk vollständig verloren, so dass – wenn nicht gekernt wird – hier überhaupt keine Proben vorliegen; solche Bohrungen sind aber in Figur 2 nicht berücksichtigt worden. In der Tabelle sind die allgemeinen Bohrdaten der in Figur 2 dargestellten Bohrungen zusammengestellt.

#### 3.1 Stratigraphische Resultate

Es besteht nicht die Absicht, eine genaue Beschreibung der in den Bohrungen durchteuften Schichten zu geben. Es sollen lediglich einige Hinweise zu einzelnen Schichtgliedern erfolgen, die von allgemeinerem Interesse sein könnten, handelt es sich doch teilweise um Formationen, die selten oberflächlich durchgehend abgeschlossen sind.

#### Quartär

Die Bohrungen auf der Scholle Schweizerhalle zeigen, dass die Oberfläche der präquartären Schichten unter den Schottern der Niederterrasse vom Rhein weg gegen S stark abfällt und in B. 19 (Kote 236,10 m ü.M.) und 32 (Kote 238,14 m ü.M.) ihren tiefsten Punkt erreicht. Diese Bohrungen liegen somit in einer diluvialen Rheinrinne mit einer Schottermächtigkeit von über 50 m in B. 32. Diese Rinne lässt sich westwärts bis in die Obere Hard nördlich des Rangierbahnhofes Muttenz verfolgen, steigt aber allmählich an.

Im weiteren besitzt auch B. 54 im Grosszinggibrunn eine erstaunlich hohe Mächtigkeit von quartären Bildungen. Erst in 54 m Tiefe ist der Keuper erreicht worden. Das ganze Gebiet wird von verrutschten Keupermergeln, verschwemmten Lehmen und Gehängeschutt mit Komponenten vorwiegend aus Hauptrogenstein und unterem Dogger eingenommen. Besonders auffällig ist eine stark lehmige Schotterlage in 24–30 m Tiefe mit gut gerundeten Geröllen wiederum vorwiegend aus Hauptrogenstein. Dies mag zeigen, dass die Talbildung im Kern des Adlerhofgewölbes SE von Muttenz recht komplex verlaufen ist.

## Unterer Dogger

Der untere Dogger wurde bis anhin nur in B. 56 erbohrt. Es wurde versucht, eine Gliederung anhand von Mikrofossilien vorzunehmen, doch erwies es sich einmal mehr, dass der untere Dogger unserer Region arm an Mikrofossilien ist. Die Grenze zum liegenden Opalinuston wurde deshalb an jene Stelle gelegt (106 m Tiefe), wo der Eisengehalt der Spülproben stark abnimmt.

## Opalinuston

Auch aus dem Opalinuston liegen nur Spülproben vor, die aber mittels charakteristischen Ostrakoden und Foraminiferen (Lageniden) eingestuft werden können.

## Lias

Im Bereich des Plateaus von Zinggibrunn E des Wartenberges ist nur noch der untere Teil des Lias erhalten. Auch in B. 56 wurde aus tektonischen Gründen nur der untere Lias durchfahren. Anhand von typischen zahlreichen Nodosarien kann der Obtususton nachgewiesen werden (s. FISCHER et al. 1965), gefolgt vom Arietenkalk. Auch in Bohrkernen aus diesem Kalk lassen sich Ammoniten, Gryphaeen und Belemniten erkennen.

## Keuper

### Rhät

Das Rhät ist auf engem Raum raschen Wechseln unterworfen; immer aber ist es eine Zeit starker Regression. Während in Pratteln oben etwa 25 cm sehr kalkarme Tone mit wenigen Foraminiferen, gefolgt von 40–50 cm bräunlichem Sandstein mit Bonebed, wenigen Foraminiferen und verkohlten Pflanzenresten vorhanden sind (FISCHER et al. 1965), besteht das Rhät im Zinggibrunn oben aus rostigem, lockerem Sandstein und unten aus schwarzen, kohligen Tönen mit einer Pollenflora, die für das Rhät charakteristisch ist (mündliche Mitteilung von Herrn Dr. B. Scheuring, Basel). Es weist eine totale Mächtigkeit von 3–5 m auf. In B. 56, südlich des Adlerhofgewölbes hingegen sind etwa 2 m eines hellen, zuckerkörnigen, sehr kompakten Sandsteines erbohrt worden.

### Mittlerer Keuper (ohne Gipskeuper)

Im Zinggibrunn sind vollständige Keuperprofile erschlossen worden (B. 59). Sie sind charakterisiert durch das Fehlen des Schilfsandsteines. Da es sich beim Schilfsandstein um eine Ablagerung handelt, die in Rinnen und Prielen erfolgt ist (Delta-System WURSTER 1964), muss mit raschem Wechsel von Sandsteinsträngen («Flutfazies») mit toniger Stillwasserfazies («Normalfazies») gerechnet werden. In einzelnen Bohrungen lassen sich über dem Gipskeuper dunkle Mergel mit viel kohligter Substanz beobachten, die etwa dem Schilfsandstein entsprechen könnten. In raschem Wechsel dazu ist in B. 55 rund 24 m rötlicher, glimmerhaltiger Sandstein durchteuft worden, eine Mächtigkeit, die über jener von 14,3 m der bekannten Pflanzenfundstelle der Neuen Welt liegt (SCHMASSMANN 1953).



Die Mächtigkeit des mittleren Keupers (ohne Gipskeuper) liegt im Zinggibrunn bei 60 m. Auch in B. 55 liegt eine Mächtigkeit von mindestens 60 m vor.

### Gipskeuper

Es liegen keine vollständig gekernten Profile aus dem Gipskeuper vor. Allgemein aber kann festgestellt werden, dass in allen südlich des Rheintales gelegenen Bohrungen neben Gips auch Anhydrit vorkommt; einzig in B. 49 mit nur 24 m Gipskeuper war der Anhydrit schon vollständig in Gips umgewandelt, während in B. 34 mit etwa 30 m Gipskeuper im unteren Teil schon Anhydrit neben Gips vorkommt. Bei genügender Überdeckung (B. 54–56) ist im basalen Teil lediglich Anhydrit vorhanden. Gips ist nur als Fasergips auf Klüften und Bewegungsfugen zu beobachten. Eine Feinkorrelierung der einzelnen Schichten im Gipskeuper von Bohrung zu Bohrung ist nicht möglich; die tektonischen Einflüsse (Bruchtektonik, Adlerhofgewölbe) sind zu stark. Im allgemeinen überwiegen im oberen Teil die Mergel, während im unteren Teil Sulfate vorherrschen, wo oft dicke Anhydritbänke auftreten. Auffällig sind die in B. 55 isoliert auftretenden Dolomitlagen im unteren Gipskeuper.

Die Mächtigkeiten des Gipskeupers sind in diesem Gebiet aussergewöhnlich hoch: Im Zinggibrunn (B. 59) wurden 126,85 m Gipskeuper durchfahren; südlich des Adlerhofgewölbes (B. 55) sind es noch 91,25 m. Auch B. 56 hat 85 m Gipskeuper erbohrt. Bei keiner dieser Bohrungen besteht aber die Gewissheit, dass diese hohen Mächtigkeiten nicht tektonisch beeinflusst sind. Zusammen mit dem oberen Teil des Keupers sind somit 150–185 m Keuper durchfahren worden.

### Lettenkohle (unterer Keuper)

Die Lettenkohle ist nur dort in den Bohrungen erkennbar, wo die bekannte Zweigliederung in Grenzdolomit oben und Estherienschiefer unten vorgenommen werden kann. Sind die Schiefer nicht feststellbar, ist es nicht möglich, den Grenzdolomit vom liegenden Trigonodusdolomit abzutrennen. Im allgemeinen sind etwa 3 m mergeliger Dolomit, häufig mit Bonebed-Resten oder kohligen Einschlüssen, vorhanden, gefolgt von grauen, schiefrigen, z.T. leicht bituminösen Mergeln, die häufig *Estheria minuta* (GOLDF.) enthalten und deren Mächtigkeit selten 1 m übersteigt. Die Mächtigkeit der Lettenkohle ist relativ grossen Schwankungen unterworfen.

### Oberer Muschelkalk

#### Trigonodusdolomit

Dieser graue bis beige, gebankte Dolomit ist ebenfalls grossen Mächtigkeitschwankungen unterworfen (s. Fig. 2, 15–25 m). Die Abgrenzung gegen den liegenden Hauptmuschelkalk erfolgt aber rein lithologisch mit dem Auftreten der ersten Kalkbänke. Für Detailbeschreibung und Gliederung des Trigonodusdolomites sei auf MERKI (1961) verwiesen.

Trigonodusdolomit wie Hauptmuschelkalk sind häufig stark kavernös angelaugt und zeigen Karstphänomene. Wahrscheinlich handelt es sich um einen alten Karst, der besonders im Rheintal rezent wieder reaktiviert worden ist und häufig zu oberflächlichen Einstürzen (Dolinen) führt.

## Hauptmuschelkalk

Auch für die Beschreibung des Hauptmuschelkalkes sei auf MERKI (1961) verwiesen. Überall wo Kerne vorliegen, ist die Unterteilung in Plattenkalk (Nodosuskalk) und Trochitenkalk möglich. Sie stützt sich auf das erste Auftreten von Trochiten (Stielglieder von *Encrinus liliiformis* LAM.) in den Kernen. Sie kommen zumeist in ausgesprochenen Schillkalkbänken vor (Lumachellen). Bezeichnend ist auch die weite Verbreitung von Stylolithen im Hauptmuschelkalk. Seine Mächtigkeit liegt zwischen 40–60 m, woran Plattenkalk und Trochitenkalk je etwa zur Hälfte beteiligt sind.

## Mittlerer Muschelkalk

### Dolomitzone

Der mittlere Muschelkalk (Anhydritgruppe) setzt mit stark in ihrer Mächtigkeit schwankenden Dolomiten ein (6–15 m). Wiederum erfolgt die Abgrenzung gegen den hangenden Hauptmuschelkalk nach rein lithologischen Kriterien. Es handelt sich um einen relativ dünnbankigen, oft feingeschichteten, häufig zellig angelaugten Dolomit mit Silexschnüren.

### Sulfatzone

Überall dort, wo in der Sulfatzone, der eigentlichen Anhydritgruppe, ein Salzlager vorhanden ist, kann die Sulfatzone in einen mächtigeren oberen, das Salzlager, und in einen dünnen, unteren Teil gegliedert werden. Dies trifft für die Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn überall zu.

Die obere Sulfatzone weist in ungestörtem Zustand eine Mächtigkeit von 35–40 m auf (Ausnahme: B. 32). Im allgemeinen lässt sich eine Dreigliederung vornehmen: oben vorwiegend mergelig-dolomitisch, oft mit bituminösen Lagen («Stinkmergel»), Sulfate nur untergeordnet, im mittleren Teil grobe, kompakte Anhydritbänke und unten vorwiegend anhydritisch, mit Mergel- und Tonzwischenlagen, oft unruhig gelagert (schlierig, wolkig, feingeschichtet, synsedimentäre Brekzien). Die Sulfate liegen durchwegs als Anhydrit vor; Gips tritt nur im Bereich von tektonischen Störungen auf.

Für die Beschreibung des Salzlagers sei auf Abschnitt 4 verwiesen.

Die untere Sulfatzone – meist zwischen 3–5 m mächtig – zeigt einen raschen Wechsel von Anhydritlagen mit dolomitischen Mergeln, wobei allgemein der Anhydrit etwas überwiegt.

## Unterer Muschelkalk

### Wellengebirge

Sobald die Bohrungen das oberste Wellengebirge (Orbicularismergel) erreichen, werden sie im allgemeinen eingestellt. Das Wellengebirge ist kenntlich am Auftreten von dunkelgrauen, bituminösen Kalkmergeln mit charakteristischen feinsedimentären Strukturen. Häufig können einzelne eingeschaltete Anhydritlagen beobachtet werden.

### 3.2 Bemerkungen zu den einzelnen Bohrungen

Zum besseren Verständnis von Figur 2 seien zu den einzelnen Bohrungen einige Erläuterungen gegeben:

#### B. 6/7

Das Profil dieser beiden nebeneinanderliegenden Bohrungen wurde VERLOOP (1909) entnommen. Insbesondere die Darstellung des Salzlagers ist rein schematisch.

#### B. 18

Auch über diese Bohrung existieren nur allgemeine Angaben. So ist auch hier die Darstellung des Salzlagers mit seinen Zwischenlagen schematisch.

#### B. 32

Im Trigonodusdolomit sind ausnehmend viele Silexschnüre beobachtet worden. Gegen S nimmt der Silexgehalt des Trigonodusdolomites rasch ab. Auffallend niedrig ist die Mächtigkeit der oberen Sulfatzone (24,74 m). Es scheint, dass es sich um eine normalstratigraphische Mächtigkeitsreduktion handelt, denn grössere Verwerfungen konnten nicht festgestellt werden. Auch in der benachbarten B. 27 weist die obere Sulfatzone eine niedrige Mächtigkeit von 34 m auf. Die normale Gliederung der Sulfatzone lässt sich auch in diesen beiden Bohrungen vornehmen. Die anhydritischen und mergeligen Zwischenlagen im Salzlager lassen sich gut mit jenen von B. 27 und B. 31 vergleichen.

#### B. 33

Die Lagerung des Gipskeupers ist sehr unruhig, brekziös und verfältelt. Im Trigonodusdolomit und Hauptmuschelkalk lassen sich Einfallen zwischen 15–30° feststellen. Auch die obere Sulfatzone ist oft brekziiert. Die untere Sulfatzone ist hingegen ungestört, Einfallen etwa 5°.

#### B. 34

Die Lettenkohle ist etwa doppelt so mächtig wie in den übrigen Bohrungen und stark brekziiert, so dass hier eine Störung (Bruch) vorliegt. Es handelt sich aber nicht um eine der grossen, an der Oberfläche auskartierbaren Verwerfungen. Auch an der Basis der Dolomitzone könnte eine unbedeutende Störung durchfahren worden sein.

#### B. 49

Das Quartär besteht im wesentlichen aus hangverrutschten Keupermergeln mit Kalkbruchstücken aus Lias und Hauptrogenstein, durchsetzt von Rheinschottern, die wahrscheinlich verschleppt sind (evtl. Relikte ehemaliger Hochterrassen- oder Deckenschotter). Die Lettenkohle ist nicht erkennbar. Die Sulfatzone ist generell ruhig gelagert.

#### B. 50

Auch diese Bohrung ist in hangverrutschten Keupermergeln angesetzt worden. Bemerkenswert ist das Vorhandensein von 3,6 m Schilfsandstein, graubraunem, Glimmer führendem Sandstein, denn in den weiter südlich gelegenen Bohrungen mit z.T. ganzen Keuperprofilen fehlt der Sandstein. Der darunter folgende Gipskeuper

ist lediglich etwa 64 m mächtig gegenüber mehr als 120 m im Zinggibrunn. Es wäre somit denkbar, dass auch der Schilfsandstein noch verrutscht ist. Die Lagerung der Sulfatzone ist im allgemeinen ruhig; vereinzelt können Einfallen bis zu 30° gemessen werden.

#### B. 54

Im nur teilweise gekernten Gipskeuper fallen die zahlreichen Fasergipslagen und -adern auf. An der Basis des Gipskeupers ist eine Störungszone mit aufgeweichten, plastischen Mergeln durchfahren worden. Auch das Fehlen des Grenzdolomites der Lettenkohle ist dadurch bedingt. Auffällig ist die grosse Mächtigkeit der oberen Sulfatzone. Sie ist durch Anschoppung im Kern des Adlerhofgewölbes verursacht. Dies zeigt sich in verschiedenen stark verfältelten und brekziösen Zonen an; die ausgeprägteste und mächtigste liegt unmittelbar über dem Salzlager. Diese ist stark bröckelig, und die Mergel enthalten kleine, fein verteilte Salzkristalle. Die untere Sulfatzone ist wiederum normal gelagert.

#### B. 55

Es kann nicht festgestellt werden, ob die hohe Gipskeupermächtigkeit von 91,25 m tektonisch bedingt ist, da keine vollständigen Kerne vorliegen. Die ab 123,55 m Tiefe gezogenen Kerne zeigen, ausser bei etwa 140 m, eine ungestörte Schichtfolge. Die obere Sulfatzone ist durchgehend anhydritisch ausgebildet. Es fehlen im oberen Teil die sonst üblichen Dolomitzwischenlagen. Die Mächtigkeit ist gegenüber B. 56 immer noch um rund 10 m erhöht. Die ganze Gesteinsserie ist aber relativ ungestört. Es fehlen auch die im Bereich von Störungen verbreiteten Faser-gipsadern.

#### B. 56

Diese bis anhin tiefste Bohrung der Vereinigten Schweizerischen Rheinsalinen wurde im unteren Dogger angesetzt, der eine Mächtigkeit von 106 m aufweist. Eine Gliederung konnte nicht vorgenommen werden. Die Mächtigkeit des Opalinustones liegt bei nur 46 m, also stark reduziert. Es muss mit mehreren Störungen gerechnet werden, wobei mit Sicherheit eine solche an der Basis des Opalinustones liegt, folgt doch darunter ein in seiner Mächtigkeit ebenfalls reduzierter oberer und mittlerer Lias.

Zwischen Rhät und Gipskeuper liegt eine weitere Störung, indem die ganze Serie von den oberen bunten Mergeln bis zum Schilfsandstein fehlt. Im sehr kompakten Quarzsandstein des Rhät kann auf Klüften Fasergips beobachtet werden. Aus dem Gipskeuper sind keine Kerne entnommen worden.

Die obere Sulfatzone liegt in normaler Mächtigkeit (42,9 m) vor, ist ungestört und zeigt die gewohnte Gliederung. Insbesondere ist der Kontakt zum Salzlager ruhig und weist keine Bewegungsspuren auf.

#### B. 59

Diese Bohrung hat eine durchgehende Schichtfolge vom Lias bis zum Wellengebirge durchfahren. Bemerkenswert ist die grosse Mächtigkeit des Gipskeupers von 120 m, die in den übrigen umgebenden Bohrungen bestätigt worden ist. Die Sulfatzone ist ruhig gelagert und liegt praktisch flach.

Allgemeine Daten zu den in Figur 2 dargestellten Bohrungen.

Bohrung Nr.	Art	Jahr	Koordination	OK Terrain (m ü.M.)	Mächtigkeit des Salzlagers in m
6/7	P	1852	617.830/264.510	270,20	23,3
18	P	1918	618.330/264.355	269,46	32,7
32	S	1952	618.000/264.070	288,39	40,2
34	S	1953	617.350/263.220	290,77	35,2
49	S	1964	616.938/263.354	291,45	32,5
50	S	1964	617.038/263.098	317,85	37,6
59	S	1969	616.754/262.873	439,78	39,2
33	S	1953	616.570/262.460	343,75	44,7
54	S	1967	617.930/262.110	402,17	59,6
55	S	1967	616.120/262.130	353,56	31,2
56	S	1967	616.247/261.596	410,22	38,0

P = Produktionsbohrung

S = Sondierbohrung

#### 4. DAS SALZLAGER

Die ungefähre Ausdehnung des Salzlagers von Schweizerhalle ist aus Figur 1 ersichtlich: Bei Schweizerhalle reicht es auf die rechte Seite des Rheins hinüber (Wyhlen). Ebenso steht es wahrscheinlich in Verbindung mit dem in der Zeit 1842–1909 ausgebeuteten Salzfeld von Kaiseraugst. Im Westen reicht es im Bereich des Adlerhofgewölbes bis an die Rheintalflexur. Es ist denkbar, dass es im Graben selbst eine Fortsetzung aufweist. Der südliche Rand des Salzfeldes ist noch unbekannt; wir kennen lediglich seine Ausdehnung bis auf die Südseite des Adlerhofgewölbes (B. 56).

Beim nördlichen Rand dieses Salzlagers handelt es sich nicht um den ursprünglichen Ablagerungsrand, sondern um eine durch unterirdische, natürliche Ablaugung des Salzlagers (Subrosion) entstandene Begrenzung. Die starke Bruchtektonik der Dinkelberg-Tafeljura-Scholle und das Einschneiden des Hochrheintales bis in den verkarsteten Muschelkalk hinunter ermöglichen eine Wasserzirkulation auf Klüften und Schichtfugen bis in grössere Tiefen, die zu einem langsamen, natürlichen Abbau des Salzlagers führt. In solchen Zonen ist die ehemalige Gegenwart des Salzlagers kenntlich an Residualbildungen wie weichen, plastischen Tonen mit Brekzien von Mergeln und Gips. Der Anhydrit ist zumeist völlig vergipst.

Das Salzlager setzt fast unvermittelt über einer ruhig gelagerten, vorwiegend aus Anhydrit bestehenden unteren Sulfatzone ein. Lediglich in den obersten 20–30 cm kündigt sich das Salzlager an: die untere Sulfatzone schliesst mit unruhig, oft brekziös gelagertem Ton ab, mit feinen Salzdrusen in den Zwickeln von Tonschollen. Diese «Salzunterlage» aus «verknetetem Ton» wurde auch im Salzlager von Rheinfeldern–Riburg (Nr. 2 in Fig. 1) beobachtet und von TREFZGER (1950) beschrieben. Sie ist aber auch von Heilbronn und Kochendorf bekannt, wo sie von SCHACHL (1952) als «Salzton» bezeichnet wird. Dieser Autor nennt aber auch die tonigen Einschlüsse im Salz «Salzton». Dieses Steinsalz ist meist rötlich verfärbt. Darüber folgt das Salz-

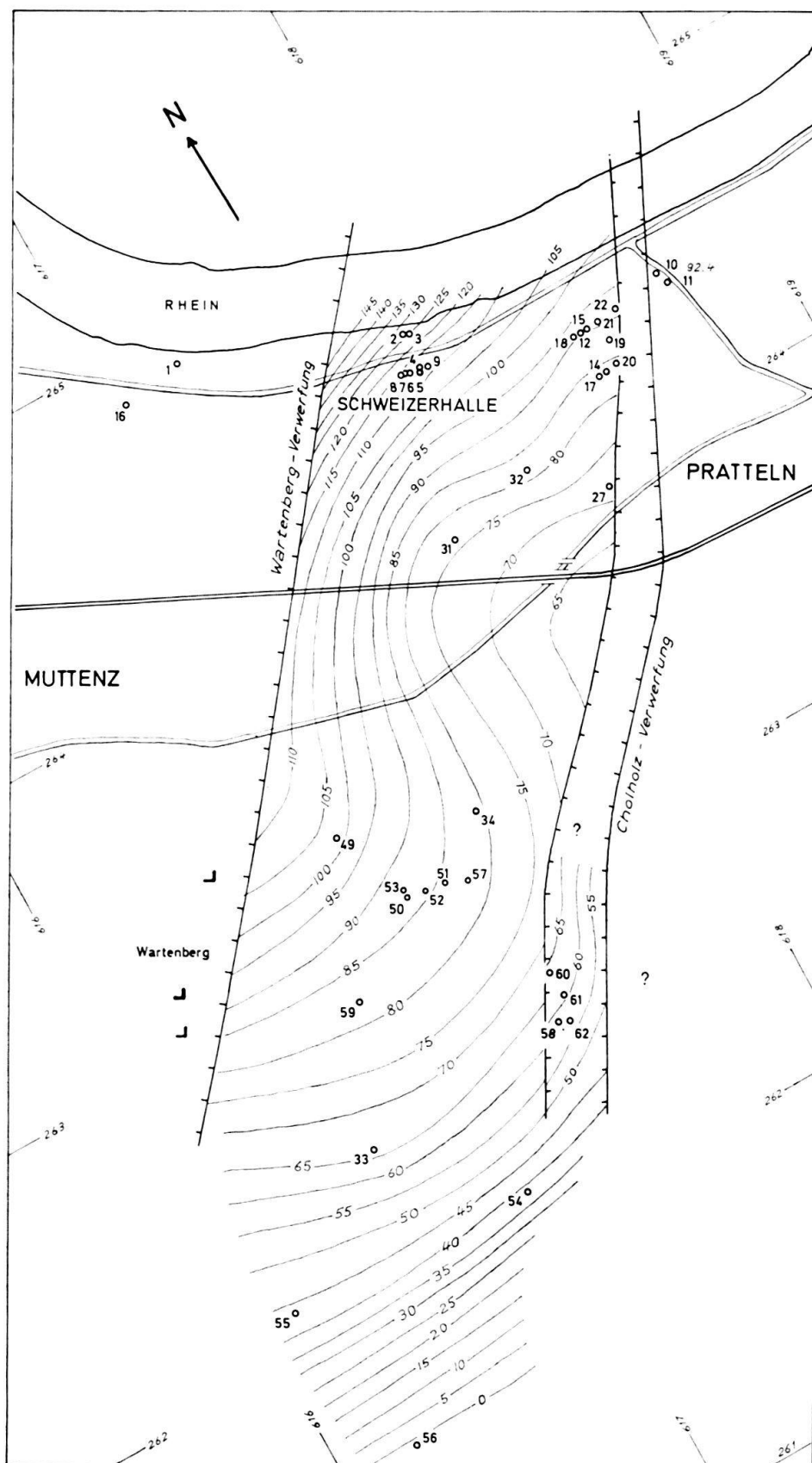


Fig.3. Strukturkarte der Salzbasis (in m ü. M.), 1:25000.



lager mit seiner recht variablen Mächtigkeit (max. B. 31 = 50,2 m, B. 54 = 59,58 m, s. auch Fig. 5).

Das Salzlager besteht ausschliesslich aus Steinsalz (Halit). K, Mg, aber auch Rb treten etwa als Spurenelemente auf. Relativ häufig ist das Steinsalz bräunlich oder rötlich verfärbt. Diese Färbung stammt von einem meist niedrigen Fe-Gehalt her, worauf schon VERLOOP (1909) hingewiesen hat. Das Eisen scheint häufig spätdiagenetisch aus tonigen Einschlüssen oder Zwischenlagen in das Salz eingewandert zu sein, denn es kann beobachtet werden, dass tonige Einschlüsse von einem rötlichen Saum umgeben sind. Das Steinsalz ist meist grobkristallin, seltener körnig oder feinkristallin ausgebildet. Tonige, mergelige oder auch anhydritische Einschlüsse in die Kristalle sind häufig, doch liegen Fremdbestandteile meist in den Zwickeln zwischen den Kristallen. Normalerweise lässt sich keine Einregelung der Salzkristalle feststellen, doch kann etwa einmal im Bereich des Adlerhofgewölbes oder in der Nähe von Verwerfungen eine parallele, meist schräge Anordnung der Salzkristalle beobachtet werden, wobei sich sofort die Frage nach der Entstehung der Einregelung stellt: Wenn ein Zusammenhang zu tektonischen Vorgängen besteht, muss das Salz in tertiärer Zeit wieder mobilisiert worden sein. Die «vertikale Streifung», wie sie SCHACHL (1952) von Kochendorf, Heilbronn und Stetten (Württemberg) beschreibt, konnte in Schweizerhalle bis anhin nicht beobachtet werden, so dass die dort beschriebene Gliederung des Salzlagers hier nicht verwendbar ist. Auch Klüfte oder feine Bruchsysteme sind im Salzlager erwartungsgemäss nicht vorhanden. Salz wandert aber in die Klüfte des Nebengesteines (Ton, Mergel, Anhydrit), wo es dann Kluffüllungen in Form von Fasersalz bildet. Partien völlig reinen Steinsalzes sind in Schweizerhalle sehr selten. Immer sind mehr oder weniger starke Verunreinigungen in Form von Tonbrocken, Mergelschollen oder Anhydrit in Schlieren, Schollen und Einschlüssen vorhanden. Meist ist der unterste Teil des Salzlagers der reinste oder hochwertigste. Im mittleren Teil sind Zwischenlagen von Anhydrit und Mergeln häufig, doch können sie in Schweizerhalle selten von Bohrung zu Bohrung parallelisiert werden (s. Fig. 2, wo die wichtigsten Zwischenlagen eingezeichnet sind). Selbst in eng benachbarten Bohrungen sind Verunreinigung, Zahl, Lage und Mächtigkeit der Zwischenlagen starken Schwankungen unterworfen – im Gegensatz zu Riburg, wo im oberen Drittel des Salzlagers eine starke Anhydritbank durchzuverfolgen ist. Demnach ist das Salzlager als eine einheitliche, durchgehende Salzablagerung zu verstehen, und nicht etwa als mehr oder weniger grosse Salzlinsen in der Anhydritgruppe, wie VERLOOP (1909) dies dargestellt hat. Es sollte deshalb auch nicht von Salzton gesprochen werden, handelt es sich doch nicht um einen salzführenden Ton oder um Salzlinsen in Ton, sondern um ein echtes Steinsalzlager, im Gegensatz etwa zur «Brèche salifère» oder «roc salé» von BADOUX (1966) in der Saline von Bex, wo unter völlig anderen geologischen Verhältnissen eine echte, salzführende Gesteinsbrekzie vorliegt.

Auffallend sind in der Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn die wechselnden Salzmächtigkeiten, die sich allein schon aus den Bohrprofilen der Figur 2 erkennen lassen, die aber auch auf Figur 5 in Form von Isopachen dargestellt sind. Für das Gebiet südlich von Schweizerhalle kann der Einfluss der Subrosion ausgeschlossen werden, so dass für diese Differenzen also primäre, während der Salzausscheidung



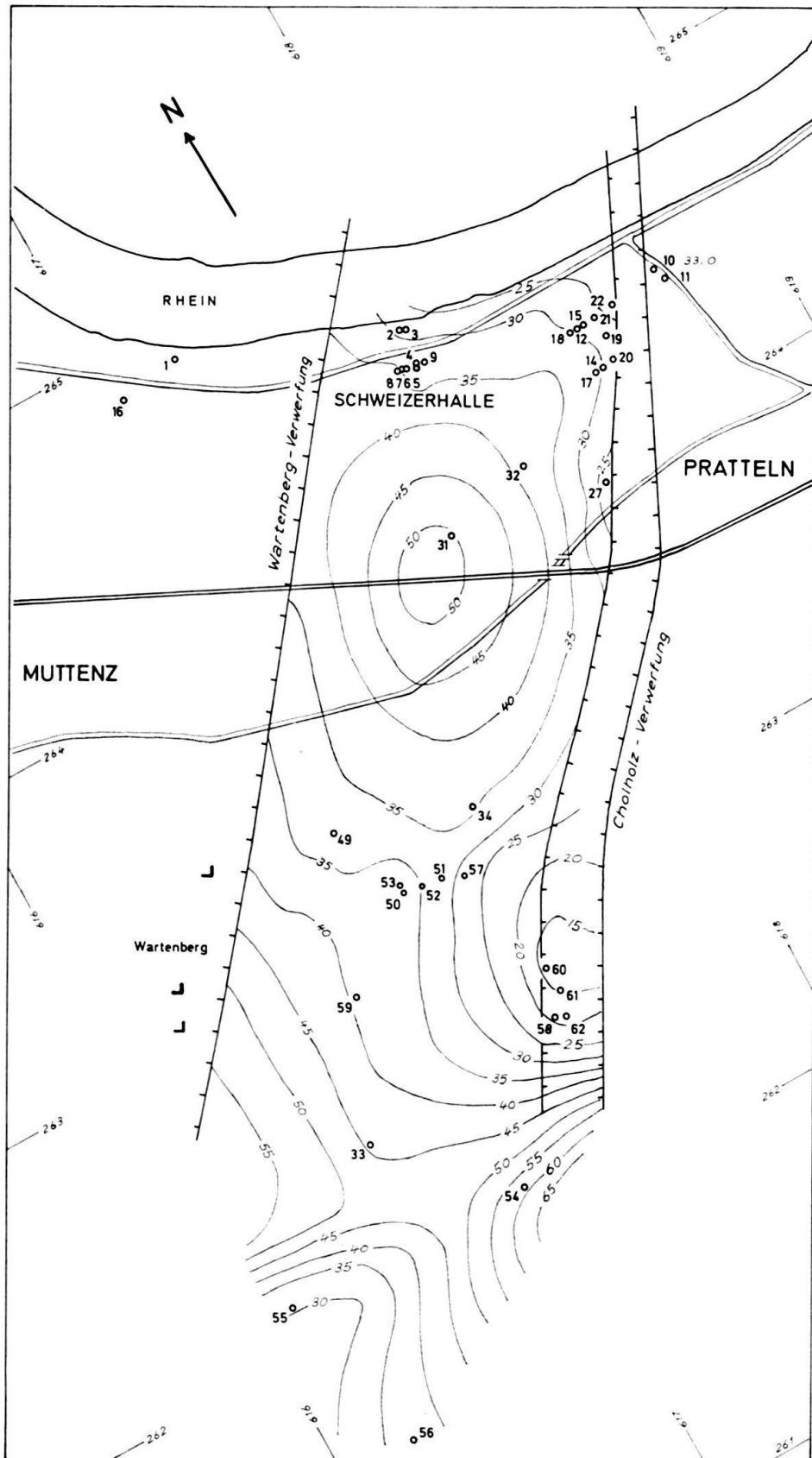


Fig. 5. Mächtigkeiten des Salzlagers (Isopachen in m), 1:25000.

ablaufende Vorgänge oder tektonische Einflüsse verantwortlich gemacht werden müssen. Um diese Frage zu klären, wurden Strukturkarten der Salzbasis (Fig. 3) und des Salzdaches (Fig. 4) erstellt. Diese beiden Karten zeigen z. T. beachtliche Differenzen; gemeinsam haben sie, dass sich faktisch kein Adlerhofgewölbe abzeichnet (s. auch Profile 6 und 7, Fig. 8). Beide zeigen auch die Kippung der Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn gegen SE und südlich des Adlerhofgewölbes ein Abtauchen des Salzlagers nach S. Im Gegensatz zum Salzdach, das lediglich die Kippung im Raume Schweizerhalle–Zinggibrunn aufweist, lassen sich an der Salzbasis markante Verbiegungen feststellen, die etwa in NW-SE-Richtung ausgerichtet sind. Es handelt sich dabei um eine Richtung, die auch für das Salzlager Rheinfelden–Riburg eine bedeutende Rolle spielt, entspricht sie doch der Rheinfelder Verwerfung, die das mächtige Salzlager von Riburg abrupt gegen S begrenzt (Fig. 1). Es liegt deshalb der Schluss nahe, dass syngenetisch zum Salzlager Bewegungen stattgefunden haben, die im Falle von Schweizerhalle zu Verbiegungen des Untergrundes – und damit zu unterschiedlichen Salzmächtigkeiten – geführt haben, im Falle von Rheinfelden–Riburg aber zu Verwerfungen, die im Zusammenhang mit dem Einbrechen der Dinkelberg-Scholle wieder aufgerissen sind. Es handelt sich dabei um eine Richtung (herzynische, NW–SE streichende Richtung der deutschen Autoren), die der Tektonik des Oberrheingrabens an sich fremd ist (LAUBSCHER 1971), die somit eher als Abklingen der varistischen Tektonik (asturische und saalische Phase, METZ und REIN 1958) anzusehen ist.

## 5. TEKTONIK

Zwei tektonische Elemente kennzeichnen das zu beschreibende Gebiet, die beide genetisch mit dem Oberrheingraben in Zusammenhang stehen (LAUBSCHER 1970, 1971).

### 5.1 Bruchtektonik (Fig. 6)

Das ganze Gebiet nördlich des Adlerhofgewölbes ist von zahlreichen NNE–SSW streichenden Verwerfungen durchsetzt, die zu einer Gliederung in Horste, Gräben und Schollen führt (HERZOG 1956). Die Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn grenzt im W mit der Wartenberg-Verwerfung an den schmalen Wartenberg-Graben. Im Osten ist es die von Parallelstörungen begleitete Cholholz-Verwerfung, die diese Scholle von der Scholle von Pratteln trennt. Die Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn weist eine starke Kippung nach SE auf (Fig. 4 und 6). Eine besondere Komplikation besteht im Begleitgraben der Cholholz-Verwerfung, indem in B. 60 ein tief eingebrochener Keil von Gipskeuper durchfahren worden ist (Profil 3 der Fig. 7; Strukturkarte Grenze Lettenkohle/Trigonodusdolomit, Fig. 6), was auf starke Dehnung deutet. Über das weitere Verhalten dieses Teilgrabens gegen N fehlen bis zum Bohrfeld von Schweizerhalle Aufschlüsse. Erst dort wurde er wieder durch Bohrungen nachgewiesen; er zeigt nun aber eine stärkere Kippung gegen E. Im Bereich des Adlerhofgewölbes lassen sich diese Bruchstrukturen nicht mehr nachweisen (Profil 4, Fig. 7); südlich davon ist wiederum eine ähnliche, doch unabhängige Bruchtektonik vorhanden (Profil 5, Fig. 7), worauf HERZOG (1956) schon hingewiesen hat.

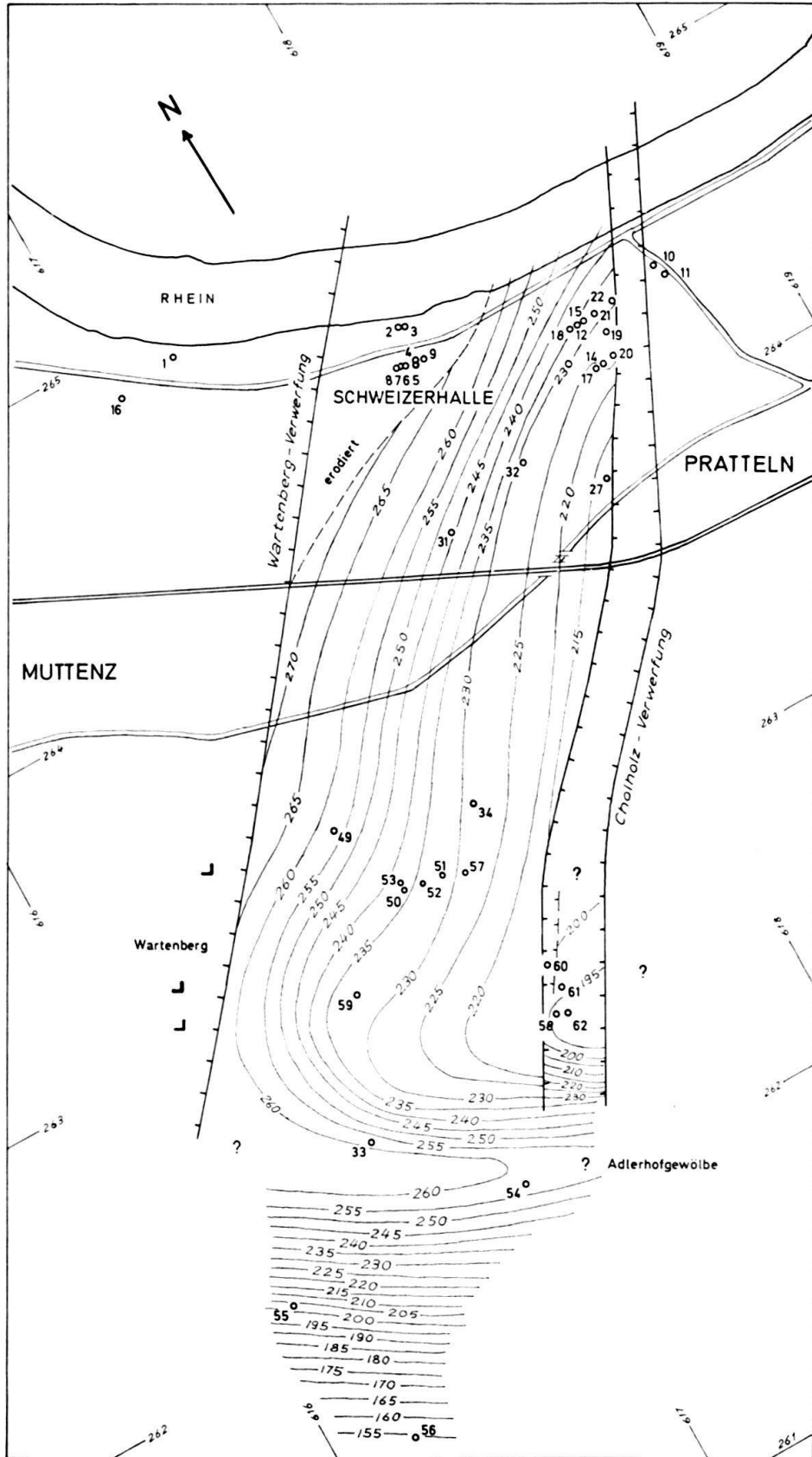


Fig.6. Strukturkarte auf die Grenze Trigonodusdolomit-Lettenkohle (in m ü.M.), 1:25000.

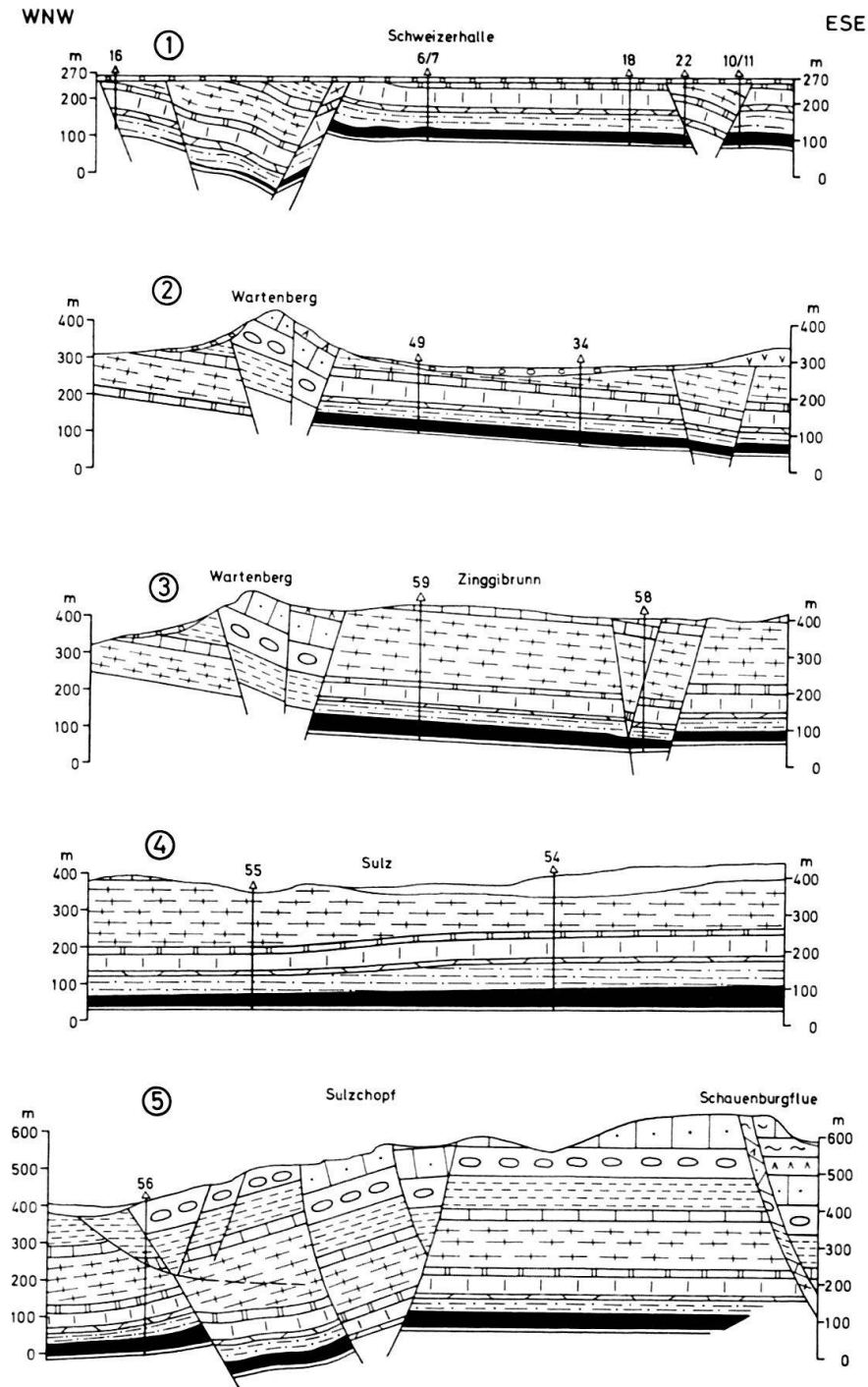


Fig. 7. Geologische Querprofile durch die Scholle Schweizerhalle–Zinggibrunn und des südlich anschließenden Abschnittes des Adlerhofgewölbes, 1:25 000 (Legende s. Fig. 8).

### 5.2 Adlerhofgewölbe (Fig. 8)

Das Adlerhofgewölbe lässt sich von der Rheintalflexur bis über die Ergolz hinaus nach Osten verfolgen (HERZOG 1956). B. 33 und B. 54 liegen etwa im Kern dieses Gewölbes und zeigen, dass sich diese Struktur in der Tiefe des Salzlagers praktisch nicht abzeichnet (Fig. 3 und 4). Erst in der oberen Sulfatzone lassen sich Anschop-

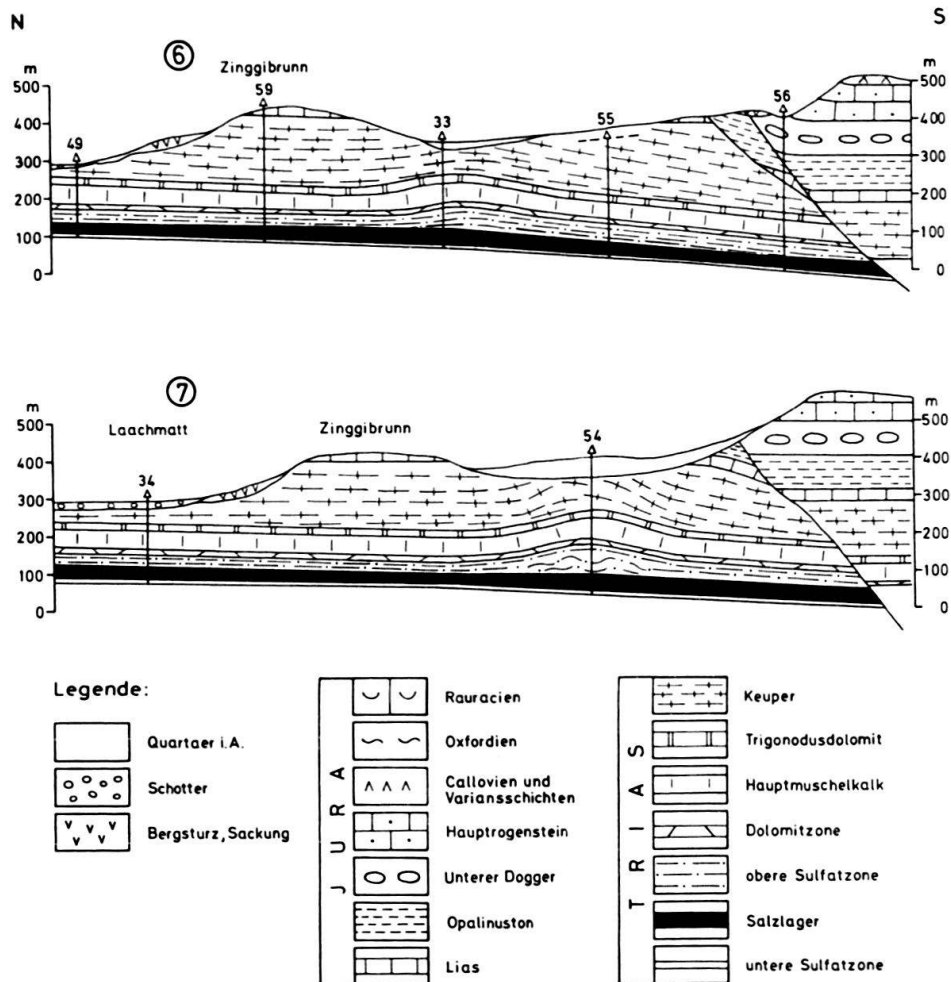


Fig. 8. Geologische Profile durch das Adlerhofgewölbe im Süden der Scholle von Schweizerhalle-Zinggibrunn, 1:25000.

pungen erkennen, so dass die Strukturkarte auf die Grenze Trigonodusdolomit/Lettenkohle eine deutliche Antiklinale abbildet (Fig. 6). Im Keuper verstärkt sich die Anschoppung weiter, so dass es zu den Steilstellungen beim Egglisgraben kommt. Es muss aber in der Südflanke des Adlerhofgewölbes eine starke Abschiebung angenommen werden (vgl. Profile), da der südlich anschliessende Tafeljura wesentlich tiefer liegt. Tatsächlich ist in B. 56 auch eine derartige Struktur durchfahren worden.

Diese beiden Elemente, Anschoppung im N und Abschiebung im S, sind im Zusammenhang mit einer Antiklinale schwer vereinbar. Sie finden aber eine plausible Deutung in den Vorstellungen von LAUBSCHER (1970 und 1971), der das Adlerhofgewölbe im Zusammenhang mit der Blattverschiebung zwischen Oberrheingraben und Bressegraben sieht.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

In Schweizerhalle liegt ein einheitliches Salzlager von variablen Salzmächtigkeiten vor. Es wird versucht zu zeigen, dass diese Mächtigkeitsschwankungen auf syngenetische Bewegungen während der Salzausscheidung zurückzuführen sind. Das Salz-

lager wird im Bereich des Rheintales von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt, wobei die Produktion zur Hauptsache aus der Scholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn erfolgt. Im südlich anschliessenden Adlerhofgewölbe ist diese Bruchtektonik nicht mehr erkennbar. Dieses Gewölbe ist nur im Deckgebirge über dem Salzlager vorhanden. Das Salzlager selbst macht diese Verbiegung nicht mit. Südlich davon ist aber eine markante Abschiebung anzunehmen, die das Salzlager durchsetzt und sich auch im Sockel abbilden muss. Dieses tektonische Erscheinungsbild wird in Zusammenhang zum Oberrhein-Bresse-Grabensystem gestellt.

Herrn Direktor K. Spinnler, Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen, Schweizerhalle, danke ich für die Erlaubnis zur Publikation dieser Arbeit. Herr Prof. Dr. L. Vonderschmitt, Basel, hat grossen Anteil an ihrem Erstehen, stand doch die Exploration von Schweizerhalle lange Zeit unter seiner Leitung. Ferner danke ich Herrn Dr. H. Oesterle, zurzeit Djakarta, für seine Hilfe in mikropaläontologischen Fragen und Herrn Dr. H. Fischer für die kritische Durchsicht des Manuskriptes dieser Arbeit.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BADOUX, H. (1966): *Description géologique des Mines et Salines de Bex et leurs environs*. Matér. Géol. Suisse, Sér. géotechn. 41.
- BENTZ, A., und MARTINI, H. J. (1968): *Lehrbuch der angewandten Geologie*, Bd. II, Teil I (Enke, Stuttgart).
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G., und ZIMDARS, J. (1965): *Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens*. Bull. Ver. Schweiz. Petroleum-Geol. und -Ing. 32, 82.
- FISCHER, H., HAUBER, L., und OESTERLE, H. (1965): *Das Rhät und der untere Lias in der Baugrube des Schulhauses Erlimatt in Pratteln*. Tätigkeitsber. naturf. Ges. Baselland 24.
- GEYER, O. F., und GWINNER, M. P. (1968): *Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg*. E. Schweizerbart, Stuttgart.
- HEIM, A. (1919): *Geologie der Schweiz*, Bd. 1: *Molasseland und Juragebirge* (Tauchnitz, Leipzig).
- HERZOG, P. (1956): *Die Tektonik des Tafeljura und der Rheintalflexur südöstlich von Basel*. Eclogae geol. Helv. 49, 2.
- LAUBSCHER, H. P. (1970): *Grundsätzliches zur Tektonik des Rheingrabens*. International Upper Mantle Project, sci. Rep. 27 (Schweizerbart, Stuttgart).
- (1971): *Das Problem von Rheintalflexur und Tafeljura*. Eclogae geol. Helv. 64, 1.
- MERKI, P. (1961): *Der Obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura*. Eclogae geol. Helv. 54, 1.
- METZ, R., und REIN, G. (1958): *Erläuterungen zur Geologisch-petrographischen Übersichtskarte des Südschwarzwaldes 1:50000* (Schauenburg, Lahr).
- SCHACHL, E. (1952): *Das Muschelkalksalz in Kochendorf, Heilbronn und Stetten/Hohenzollern*. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. [N. F.] 34.
- SCHMASSMANN, H. (1953): *Das Keuper-Profil von Neue Welt*. Tätigkeitsber. naturf. Ges. Baselland 19.
- SCHMIDT, C., et al. (1924): *Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel*. Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 10.
- TREFZGER, E. F. (1950): *Die Steinsalzlagerstätte von Rheinfeldern (Baden)*. Stratigraphie, Solung und Senkung. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. [N. F.] 32.
- VERLOOP, J. H. (1909): *Die Salzlager der Nordschweiz*. Diss. Univ. Basel.
- WILD, H. (1968): *Das Steinsalzlager des Mittleren Muschelkalkes, seine Entstehung, Lagerung und Ausbildung nach alter und neuer Auffassung*. Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 10.
- WURSTER, P. (1964): *Geologie des Schilfsandsteins*. Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg 33.

