

Ueber die mögliche Verbreitung von Steinsalzlager im nördlichen Bayern.

Von

Dr. Hans Thürach.

Abdruck aus den Geognostischen Jahresheften 1900. 13. Jahrgang.

München.

Verlag von Piloty & Loehle.

1900.

Ueber die mögliche Verbreitung von Steinsalzlageren im nördlichen Bayern.

Von

Dr. Hans Thürach (Heidelberg).

Das nördliche Bayern kann in verschiedenen geologischen Horizonten Steinsalzlager und Salzmergel umschliessen, nämlich in der Formation des Zechsteins, im Röth und unteren Muschelkalk, im mittleren Muschelkalk und im Gypskeuper.

I. Das Steinsalzlager der Zechsteinformation.

Das Steinsalzlager der Zechsteinformation besitzt bei der enormen Mächtigkeit von bis über 1000 m seine grösste Verbreitung in Norddeutschland und enthält daselbst auch reichlich die im Wasser leichter als Steinsalz löslichen Salze, die sogen. Abraumsalze mit den werthvollen Kalisalzlageren. Letztere werden häufig bis zu 60 m, stellenweise (Grube Hedwigsburg in Braunschweig) sogar bis zu 200 m mächtig.

Dieses Steinsalzlager ist (mit den dem Salz eingelagerten Gesteinen, Anhydrit, Gyps und Thon) in einer Mächtigkeit von über 200 m auch noch südlich des Thüringer Waldes, im Thalgebiet der Werra nachgewiesen worden, nämlich in der Umgegend von Salzungen, Vacha und Berka. Nicht weniger als sieben Bergbau-gesellschaften haben hier bereits zahlreiche Bohrungen ausführen lassen und einige tiefe Schachtbauten sind in Angriff genommen worden. Die Bohrungen haben ergeben, dass auch noch südlich des Thüringer Waldes in dem unteren Steinsalzlager in zwei Horizonten Kalisalzlager eingeschlossen sind, von denen das obere stellenweise noch eine Mächtigkeit von 12 m, das untere (bei Berka) sogar von 24 m erreicht. Auch ist der Gehalt der Lager an Kalisalzen noch ein sehr hoher (auf Grube Alexandershall bei Berka 19,2—65,5 % Chlorkalium), durchschnittlich weit grösser als das Kalisyndikat für Rohsalze, die zur fabrikatorischen Verarbeitung gelangen sollen, verlangt (16%, im Minimum 14%).

Zur Uebersicht und Vergleichung der Schichtenfolge können die Ergebnisse einer der von der Kalibohrgesellschaft „Sachsen-Weimar“ bei Vacha ausgeführten Bohrungen dienen, bei welcher folgende Schichten durchsunken wurden:

1. Von 0—4,50 m Lehm und Kies,
2. von 4,50—208,50 m mittlerer Buntsandstein,
3. von 208,50—472,50 m unterer Buntsandstein (entsprechend dem südwestdeutschen Pseudomorphosensandstein),

4. von 472,50—520,00 m obere Zechsteinletten (entsprechend den Leberschiefern des Spessarts, Bröckelschiefer und obere Zechsteinletten umfassend),
5. von 520,00—540,00 m Plattendolomit,
6. von 540,00—575,00 m untere Zechsteinletten,
7. von 575,10—593,50 m oberes Steinsalzlager mit Anhydrit und Thon,
8. von 593,50—680,00 m unteres Steinsalzlager, oberer Theil,
9. von 680,00—694,00 m Steinsalz mit Kalisalz-Einsprengungen,
10. von 694,00—705,50 m erstes Kalisalzlager,
11. von 705,50—771,36 m unteres Steinsalzlager mittlerer Theil,
12. von 771,36—775,90 m zweites Kalisalzlager,
13. von 775,90—804,30 m Steinsalz, roth und gelb gefärbt, von da ab grauweisses Steinsalz.

Dieses Salzlager der Zechsteinformation an der Werra ist jedenfalls nicht in einem engbegrenzten, isolirten Becken entstanden, sondern bildete einst einen Theil der entsprechenden Salzlager Norddeutschlands, von denen es später durch die Aufrichtung des Thüringer Waldes, die Abtragung der Schichten auf demselben und die randliche Auslaugung des Salzes in den nun getrennten Becken geschieden wurde. Das berechtigt zu der Annahme, dass es sich im Untergrund auch noch weiter gegen Süden verbreitet und mit dem Steinsalzlager, welchem die Kissinger Quellen entstammen, in direktem Zusammenhang steht.

Bei der Bohrung des Schönbornsprudels bei Kissingen, die eine Tiefe von 584 m erreichte, hat man das Salzlager der Zechsteinformation schon in seinen oberen Theilen durchsunken. Herr v. SANDBERGER,*) der die Bohrproben genauer untersucht hat, gibt darüber folgendes Bohrprofil:

1. Bis zur Tiefe von 1590' 9" (464,28 m) Buntsandstein (mittlerer Buntsandstein, einschliesslich des Pseudomorphosensandsteins und der dem Hauptconglomerat entsprechenden Schichten);
2. von 1590' 9" bis 1698' 10" (31,58 m) Leberschiefer des unteren Buntsandsteins mit sogen. Hornkalk und Gyps (entsprechend den Bröckelschiefern und oberen Zechsteinletten im Spessart, unterer Buntsandstein der südwestdeutschen Gebiete). Im Einzelnen wurde durchsunken: 5,23 m Kalkstein; 4,71 m körniger und krystallisirter Gyps; 1,19 m Kalkstein; 0,81 m dichter Gyps; 19,64 m rother Schieferthon, abwechselnd mit Kalk, Mergel und Gyps, darin bei 1680' 5" die Gasquelle;
3. von 1698' 10" bis 1740' (12,03 m) Plattendolomit des obersten Zechsteins, oben 0,92 m dichter Kalk mit Eisenkies, darunter 11,11 m blauschwarzer, bituminöser, dolomitischer Kalkstein;
4. von 1740' bis 1884' (42,01 m) Salzmergel des obersten Zechsteins und zwar von oben nach unten 10,22 m rother, gesalzener Thon mit Gyps; 10,19 m blauer Salzthon; 0,58 m bräunlicher Thon mit Gyps, gesalzen; 3,58 m Salzgebirge; 2,26 m Salzgebirge mit Gyps; 15,18 m Salzgebirge mit Gyps und Anhydrit;
5. von 1884' bis zur Sohle bei 2001' 9" (34,39 m) Anhydrit, zu unterst (0,81 m) mit Gyps wechselnd.

*) F. SANDBERGER, Ueber die geolog. Verhältnisse der Quellen zu Kissingen. Verhandl. der physikal.-medizin. Gesellschaft zu Würzburg. N. Folge I. 1869, S. 165. — Herr v. GÜMBEL hat die wesentlichen Daten des Bohrprofils im II. Bde. der Geologie von Bayern S. 670 mitgetheilt. Dazu ist zu bemerken, dass die Zahlen über die Tiefenlage der Schichten sich auf den Meeresspiegel, nicht auf die Tiefe unter der Oberfläche beziehen.

Das Bohrloch wurde mittels Meisselbohrung und ohne Lauchenspülung ausgeführt und nur zum Theil verrohrt. Daran mag es liegen, dass kein reines Steinsalz gefördert wurde, sondern nur salzhaltige Thone. Die Bohrergergebnisse sind daher in Bezug auf die Salzführung der tiefsten Schichten wenig zuverlässig. Wahrscheinlich entsprechen die Schichten Nr. 4 und 5 nur den unteren Letten des oberen Zechsteins (Nr. 6 bei Vacha) und dem oberen Steinsalzlager (Nr. 7), das auch in Norddeutschland häufig durch mächtige Salzthone mit Gyps und Anhydrit vertreten wird. Das untere mächtigere Steinsalzlager mit seinen Kalisalzlagern ist möglicherweise auch bei Kissingen noch entwickelt, durch die Bohrung aber nicht erreicht worden. *)

Solche Gebiete, wie das von Kissingen, sind jedoch für die Aufsuchung von Steinsalzlagern wenig geeignet. Wo so zahlreiche Verwerfungen **) den Untergrund durchsetzen, wie bei Kissingen, da sind die leicht löslichen Gesteine, wie Kalisalze und Steinsalz, von dem wohl schon seit sehr langer Zeit auf den Verwerfungsspalten und anderen offenen Klüften sich bewegenden und von oben und seitlich in die Salzlager eindringenden Wasser häufig zum Theil bis völlig aufgelöst und weggeführt worden. Den besten Beweis für diese auslaugende Thätigkeit des Wassers liefern die Soolquellen selbst, deren Auftreten nur möglich ist, wenn das Süßwasser auf Klüften und Spalten durch die sonst wenig oder undurchlässigen Gesteine (Schieferthone und Anhydrit) hindurch zum Salzlager gelangen kann, und ihre Nachhaltigkeit ist ein Beweis dafür, dass das Salzlager sich noch in der Nähe befindet.

Herr v. SANDBERGER hat (a. a. O. S. 164) angenommen, dass die unter dem Plattendolomit erbohrten Salzthone die Salze der Soolquellen liefern, obschon diese Thone nach seinen eigenen Untersuchungen neben Chlornatrium (3,21 %) nur sehr wenig Chlorkalium und wenig schwefelsaure Salze enthalten. Mir will es scheinen, dass Salzthone nicht gut so mächtige und nachhaltige Soolquellen zu liefern vermögen, sondern dass der hohe Gehalt derselben an Kali- und Magnesiumsalzen darauf hinweist, dass in der Nähe auch das untere Salzlager mit reinen Steinsalzschiechten und Abraumsalzen noch vorhanden ist und ausgelaugt wird, und dass die Soole durch die zerklüfteten Plattendolomite und die darüber liegenden Schichten beigeführt wird. Auch entspringt der Schönbornsprudel nicht auf einer Haupt-

*) Herr v. SANDBERGER (a. a. O. S. 162) vermuthete bereits, dass unter der Sohle des Schönbornbohrloches noch mächtige Steinsalzlager liegen könnten, da bei Salzungen früher 24 Fuss reines Steinsalz erbohrt wurde und bedauert, dass die Bohrung bei Kissingen wegen Bruch und Einklemmung des Meissels nicht fortgesetzt werden konnte. — Auch W. FRANTZEN hat sich (Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. 1894. S. 118) bereits dahin ausgesprochen, dass das untere Steinsalzlager sich südlich von Kaiseroda noch weithin erstreckt und wahrscheinlich den Main noch überschreitet.

**) Eine übersichtliche Darstellung der Verwerfungen bei Kissingen findet sich in der Geognostischen Beschreibung der fränkischen Alb S. 621 und auf der zugehörigen Uebersichtskarte der jurassischen und Keuperbildungen des nördlichen Bayerns, sowie auf der tektonischen Karte Südwest-Deutschlands, Blatt Frankfurt a/M. Die Hauptverwerfungen streichen in NW.-SO.-Richtung. Die bedeutendste ist die durch die Stadt setzende Kissinger Hauptspalte, auf welcher die Trinkquellen Rakoczy, Pandur und Maxbrunnen entspringen. Eine etwas südwestlich davon annähernd parallel verlaufende Verwerfung begrenzt das bis 600 m breite Kissinger Senkungsgebiet. Eine beträchtliche Sprunghöhe besitzen ausserdem die Hausener und die Bocklet-Nüdlinger Verwerfung. Für eine zu diesen Verwerfungen nahezu senkrecht in NO.-SW.-Richtung, von Münnersstadt über Nüdlingen und Kissingen nach Garitz verlaufende Schichtenstörung, welche früher angenommen wurde, haben die von mir im Jahre 1886 im amtlichen Auftrage vorgenommenen Untersuchungen ausser den Querbrüchen zwischen Kissingen und Garitz keine bestimmten Anhaltspunkte ergeben.

verwerfung — sofern nicht noch eine in süd-nördlicher Richtung verlaufende Verwerfung im Saaletale vorhanden ist, welche sich nur schwierig nachweisen lässt. Die nordwest-südöstlich streichende Hauptverwerfung setzt etwa 400 m nordöstlich vom Schönbornsprudel, am nordöstlichen Ende von Hausen durch die Erdrinde.

An der durch Kissingen setzenden Verwerfung und nahe der Hausener Verwerfung haben auch bedeutende unregelmässige Absenkungen stattgefunden. Die Niederbrüche von Wellenkalkschollen zwischen den Schichten des Buntsandsteins zwischen Kissingen und Garitz und im Nüdlinger Thale zwischen Hausen und Nüdlingen können in Folge von Gesteinsauslaugungen im Horizonte des Salzlagers entstanden sein und hier dürften sich auch noch offene Klüfte befinden, welche die Bewegung des Wassers zum und vom Salzlager gestatten.*) Aus diesem Grunde würde das Nüdlinger Thal zwischen Hausen und Nüdlingen und das von einer Hauptverwerfung durchsetzte Saaletal zwischen Hausen und Kleinbrach, weiterhin bis Grossenbrach,**) sich besonders zur Erschliessung von Soolquellen eignen. Bei Klein- und Grossenbrach dürfte schon das Salzlager erbohrt werden können, womit die Möglichkeit der künstlichen Herstellung concentrirter Soole, voraussichtlich ohne nachtheiliche Beeinflussung der natürlichen Soolquellen, für die Kissinger Bäder geboten wäre.

Der hohe Gehalt der Kissinger Mineral- und Soolquellen an Kali- und Magnesiumsalzen (vgl. die Analysentabelle) deutet an, dass auch diese Salze im Steinsalzlager bei Kissingen noch zur Abscheidung gelangen und vielleicht sogar in selbstständigen Lageren entwickelt sind, dass es also nicht unmöglich ist, auch in Bayern noch Kalisalzlager zu finden.

Zur Aufsuchung des Steinsalzlagers und der darin eingeschlossenen Kalisalzlager eignen sich nach den Erfahrungen in Norddeutschland besonders solche Gebiete, welche eine flache muldenförmige Lagerung der Schichten besitzen und nicht oder doch nur sehr wenig von Verwerfungen durchsetzt sind.

Zu den in dieser Hinsicht besonders günstig beschaffenen Gebieten Bayerns gehört die Umgegend von Mellrichstadt, südlich bis Oberstreu, nördlich bis Stockheim oder selbst bis Völkershäuser reichend. Das Muldentiefste liegt im Streuthale nahe bei Mellrichstadt, gegen Norden, Westen und Süden heben sich die Schichten flach heraus, gegen Osten und Südosten fallen sie noch weiter ein und nehmen gegen Königshofen im Grabfeld zu eine sehr flache regelmässige Lagerung an. Das Gebiet westlich von Mellrichstadt, die Umgegend von Ostheim ist nach den Aufnahmearbeiten von PROESCHOLDT und meinen Untersuchungen von sehr zahlreichen Verwerfungen durchsetzt, die zum Theil vielleicht auf Gebirgseinstürze im Horizonte des Salzlagers in Folge von Auslaugungsvorgängen in demselben zurückzuführen sind. Da diese Verwerfungen möglicherweise mit geringen Verschiebungen der Schichten auch noch in die Gegend von Mellrichstadt herein

*) Ob das Einzugsgebiet für die Kissinger Mineralquellen bei Kissingen selbst liegt und die Soole ausschliesslich durch den Druck der Kohlensäure emporgetrieben wird, oder ob das Süswasser aus grösserer Entfernung aus höher liegenden Gebieten, z. B. aus der Rhön, in der Tiefe (im Horizonte der Zechsteinformation) beiströmt und die Spalten bei Kissingen nur den Weg für die aufsteigende Soole bilden, das ist eine schwierig zu lösende Frage, die hier nicht weiter besprochen werden soll.

**) Nach den wahrscheinlich von v. SANDBERGER herrührenden Angaben PECHERS (Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens. Inaug.-Diss. Würzburg 1887.) treten auch im Nüdlinger Thale und bei Grossen- und Kleinbrach aufsteigende Quellen auf.

reichen können, so bedarf dieses Gebiet noch einer sorgfältigen geognostischen Durchforschung.

Um bei Mellrichstadt das Steinsalzlager zu erreichen, müsste man in der Thalsohle 600—700 m tief bohren, da an derselben Wellenkalk ansteht, also ausser dem wie bei Kissingen und Vacha wohl über 450 m mächtigen Hauptbuntsandstein noch der gegen 100 m mächtige obere Buntsandstein und Röth zu durchteufen wäre.

Das Gebiet zwischen Mittelstreu und Neustadt a/S. ist von mehreren, in NW.-SO.-Richtung, aus der Rhön nach den Hassbergen streichenden Verwerfungen mit bedeutender Schichtenverschiebung durchsetzt. Dass hier auf den Verwerfungsspalten und in deren Nähe sehr bedeutende unterirdische Gesteinsauslaugungen stattgefunden haben, beweist der Frickenhausener See südwestlich von Mellrichstadt, ein 60—100 m im Durchmesser haltender Einsturzkessel, der auf einer Verwerfungsspalte zwischen verstürztem Wellenkalk (nordöstlich der Spalte) und Röth (südwestlich der Spalte) liegt, und dessen Entstehung wohl nur durch den Zusammenbruch einer (über 500 m) mächtigen Gesteinsdecke über einem grossen Hohlraume zu erklären ist. Ein solcher Hohlraum kann hier aber kaum anders als durch Auslaugungen im Horizont des Steinsalzlagers der Zechsteinformation entstanden sein. Der See ist zweifellos in einer sehr naheliegenden Zeit, viel später als die Hauptverwerfungen, entstanden. Es geht dies schon daraus hervor, dass am nordwestlichen Rande des Sees auf der Verwerfungsspalte Löss mit Lössconchylien liegt, der am See abgebrochen ist. Die Salzauslaugungen reichen hier also bis in die jüngste Zeit und dauern möglicherweise noch an, so dass sich das Gebiet zwischen Mittelstreu, Unsleben und Heustreu besonders zur Erschliessung von Soolquellen, weniger oder gar nicht für die Ausbeutung des Salzlagers durch Bergbau eignen würde.

Eine verhältnissmässig regelmässige, flache Lagerung der Schichten herrscht dann wieder in dem Gebiete zwischen Neustadt a/S., Bocklet und Münnerstadt. Die Schichten steigen gegen Westen und Nordwesten allmählich an und senken sich gegen Osten und Südosten flach ein. Entlang der Eisenbahn von Neustadt nach Münnerstadt liegen zu Tage die obersten Schichten des Röths. Eine Bohrung würde daher auch hier eine Tiefe von etwa 600 m erhalten müssen, um bis zum Steinsalzlager zu gelangen. Regelmässige Schichtenlagerung herrscht auch noch im unteren Theil des Brendthales, an der Eisenbahn Neustadt-Bischofsheim, etwa bis Schönau. Da die Buntsandsteinschichten gegen Westen und Nordwesten stärker ansteigen als die Thalsohle der Brend, so würde sich für Punkte, die thalaufwärts liegen, die Bohrlochtiefe entsprechend vermindern, ebenso auch für Ansatzstellen im Saaletale unterhalb Neustadt.

Eine Schachtanlage von 500—600 m Tiefe in dem Gebiete zwischen Münnerstadt, Neustadt und Schönau dürfte jedoch voraussichtlich nicht ohne Einfluss auf die Mineral- und Soolquellen von Kissingen und Bocklet sein. Die enorme einseitige Entlastung des hydrostatischen Druckes bei einer derartigen Schachtanlage würde bei der Durchlässigkeit des zerklüfteten Buntsandsteins möglicherweise ein Sinken des Spiegels dieser Quellen, vielleicht sogar deren Versiegen bis zur völligen Schachtabdichtung zur Folge haben. Die Soolquellen brauchen dabei noch gar nicht in den Schacht einzutreten. Wie empfindlich die Kissinger Quellen in dieser Hinsicht sind, geht daraus hervor, dass ein Theil derselben schon durch den Wasserstand der Saale beeinflusst wird,*) dass der runde Brunnen bei Hochwasser

*) v. GÜMBEL, Geologie von Bayern, II. Bd., S. 685.

nicht mehr sprudelt. Die Abteufung von Bohrlöchern und die Soolegewinnung aus denselben würden dagegen voraussichtlich ohne schädigenden Einfluss auf die Quellen sein.

Die mögliche Verbreitung des Salzlagers der Zechsteinformation in der weiteren Umgebung von Kissingen. Wie weit das Salzlager östlich und südöstlich von Kissingen sich ausdehnt, darüber fehlen uns zunächst alle Anhaltspunkte. Am Rande des Thüringer und Frankenwaldes lässt sich die Zechsteinformation mit oberem, mittlerem und unterem Zechstein in Unterbrechungen bis Burggrub bei Kronach verfolgen. Weiter südöstlich ist Zechstein nicht mehr bekannt. Daraus kann man aber nicht schliessen, dass auch das Salzlager bis in die Gegend von Coburg oder Bamberg zur Entwicklung gekommen sein wird. Es kann schon viel näher bei Kissingen seine südöstliche Grenze besitzen. Eine bei Ingelfingen in Württemberg niedergebrachte, auf die Auffindung von Steinkohlen gerichtete Versuchsbohrung hat ergeben, dass an dieser Stelle zwar noch mächtige Kalke und Dolomite der Zechsteinformation, aber weder Steinsalzlager noch Salzthone vorhanden sind.

Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Salzlager sich südwestlich und westlich von Kissingen im Untergrund noch weiter verbreitet, da in grösserer Entfernung noch Salzquellen, die ihren Salzgehalt wahrscheinlich der Zechsteinformation entnehmen, zu Tage treten. Es sind dies:

1. Die Soolquellen von Soden bei Saalmünster im Kinzigthal;
2. die Soolquellen von Orb, welche auf einer sattelförmigen Aufbiegung der untersten Buntsandstein- und der Zechsteinschichten zu Tage treten;
3. die schwache Salzquelle bei Gelnhausen, die bei dem Bau der Eisenbahnbrücke über die Kinzig entdeckt wurde.
4. die an Wassermenge zwar schwache, an Salzen aber reiche Quelle von Sodenthal südlich von Aschaffenburg. Die Quelle entspringt auf einer nordwest-südöstlich streichenden Verwerfung im unteren Theil des Buntsandsteins. Kaum 500 m östlich davon ragt das Grundgebirge empor, dem die oberen Plattendolomite auf- und angelagert sind. Aehnlich tritt weiter gegen Norden und Nordosten, bei Schweinheim, Haibach, Strass- und Oberbessenbach, und gegen Westen im Odenwald das Grundgebirge zu Tage. Das salzhaltige Gebiet ist also eng buchtenförmig umschlossen und liegt der Küste sehr nahe. Und doch enthält die Quelle reichlich Kali- und Magnesiasalze, die sonach noch nahe der Küste im Zechsteinmeere zur Abscheidung gelangt sein können.

Nach den Lagerungsverhältnissen im Spessart ist es ausgeschlossen, dass das bei Soden, Orb und Büdingen als Salzthone noch vorhandene Salzlager sich einst über die Gegend von Schöllkrippen und das Aschaffthal hinüber bis nach Sodenthal ausgedehnt hat. Es liegen hier entweder getrennt entstandene Salzbecken vor oder wahrscheinlicher alte von Salzlager erfüllte Meeresbuchten, die erst weiter östlich eine Verbindung unter sich und mit der grossen südthüringischen Bucht besaßen. Das macht es wahrscheinlich, dass sich das Salzlager westlich und südwestlich von Kissingen noch weiter verbreitet.

Für die Erhaltung des Salzlagers sind die Lagerungsverhältnisse der Schichten im Saaletal unterhalb Kissingen sehr günstige. Die Schichten liegen flach mit leichter, wenn auch nicht völlig regelmässiger Neigung gegen Süden und Südosten. Bei Hammelburg macht sich eine deutliche Muldenbildung bemerkbar.

An der Oberfläche liegen hier nahe der Thalsole die obersten Schichten des Röths, so dass man hier wieder gegen 600 m tief bohren müsste, um den Horizont des Salzlagers zu erreichen. Bei Gemünden am Main heben sich die Buntsandsteinschichten dagegen stark heraus, der mittlere Buntsandstein tritt fast 200 m mächtig über die Thalsole des Mains, so dass eine Bohrung schon in etwa 350 m Tiefe den Horizont des Salzlagers erreichen würde. Ob das Salzlager bei Gemünden aber noch vorhanden ist, und, wenn dies der Fall ist, wie weit es reicht, welche Beschaffenheit es in seinem Fortstreichen gegen Westen und Südwesten annimmt, ob es auch am Main noch abbauwürdige Kalisalzlager einschliesst, darüber lässt sich nichts vorhersagen.

Gänzlich aussichtslos ist eine Bohrung am Main bei Gemünden oder im benachbarten Sinnthale jedenfalls nicht. Wird das Salzlager nicht angetroffen, so kann möglicherweise — nach den Lagerungsverhältnissen der Schichten — eine nachhaltige Soolquelle oder auch ein werthvoller Säuerling erschlossen werden.

Die hochsalzhaltige Beschaffenheit der Quelle von Sodenthal macht es zweifellos, dass das Salzlager oder salzhaltige Thone in der Nähe noch vorhanden sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass man dieselben mit einer Bohrung zwischen Sodenthal und Sulzbach a. M. oder im Leidersbacher Thale noch antreffen würde. Die Bohrung würde nur eine Tiefe von etwa 150 m zu erhalten haben, um den Horizont des Salzlagers zu erreichen.

Auch nordwestlich von Kissingen, in der Rhön, wird das Salzlager der Zechsteinformation ursprünglich zur Entwicklung gekommen und in weiter Erstreckung wohl auch jetzt noch vorhanden sein. Doch dürfte es in Folge der zahlreichen Verwerfungen in der Rhön und unter dem Einfluss der Basalt- und Phonolithdurchbrüche bedeutende Veränderungen erfahren haben.

In den Schichten zwischen dem Plattendolomit des Zechsteins und dem eigentlichen Buntsandstein, in den Leberschiefern des unteren Buntsandsteins, also in Schicht No. 2 des Profils, ist im Bohrloch des Schönbornsprudels reichlich Gyps angetroffen worden (vgl. S. 108). Steinsalz und Salzthone sind aus diesem Horizont in Franken und im südlichen Thüringen bis jetzt nicht bekannt.

Für die Aufsuchung der Kalisalzlager aber käme im nördlichen Bayern zunächst nur die Gegend von Mellrichstadt in Betracht.

II. Die Salzthone im Röth und unteren Wellenkalk.

Für die aus den unteren Schichten des Wellenkalks und vielleicht auch den obersten Schichten des Röths bei Neustadt a/Saale zu Tage tretenden Salzquellen hat man bisher angenommen, dass sie ihren Salzgehalt den Salzlager der Zechsteinformation verdanken und, ähnlich wie die Kissinger Quellen, auf Verwerfungsspalten aufsteigen.*) Bei Neustadt a/S. sind jedoch bedeutende Verwerfungen nicht vorhanden, dieselben liegen erst weiter nordöstlich, bei Heustreu, wo, wie bei Hollstadt, ebenfalls Salzquellen austreten, die mit den Verwerfungen in Zusammenhang zu stehen scheinen. Bei Neustadt ist eine Schichtenmulde entwickelt, welche sich in südöstlicher Richtung nach dem Bildhausener Forst zu fortsetzt.

*) Vgl. v. GÜMBEL, Geologie von Bayern, II. Bd., S. 684.

Eine den Neustadter Quellen ähnliche Zusammensetzung und hohen Salzgehalt besitzt auch die Karlsquelle bei Mergentheim*), welche ebenfalls an der Grenze von Wellenkalk und Röth und zwar aus grauen Schieferthonen mit Schnüren und Knollen von Gyps austritt. Diese grauen Schieferthone sind, einige Meter mächtig, auch in Unterfranken verbreitet. In den schönen Aufschlüssen bei Gambach kann man sie deutlich wahrnehmen, und in trockener Jahreszeit sind sie von reichlichen Salzausblühungen bedeckt. Im Neckarthale hat man bei Hassmersheim bei einer Tiefbohrung an der Grenze von Wellendolomit und Röth ein fast 18 m mächtiges Lager von Gyps und Gypsmergeln erbohrt.***) Zweifellos liegt hier meerisch abgediegener Gyps vor.

Für die Grenzregion zwischen Wellenkalk und Röth gibt Herr v. SANDBERGER vom rothen Berg bei Gambach folgendes Detailprofil. ***)

1. Unterster Wellenkalk, Kalkstein und geradschiefriger Mergel;
2. Wellendolomit 4,46 m (entspricht nur den untersten Bänken des badischen Wellendolomits in der Abgrenzung von Schalch), und zwar
 - a) gelber, harter Dolomit mit Saurierknochen 1,73 m
 - b) gelblicher Mergel 0,40 „
 - c) graue Mergelbreccie 0,40 „
 - d) schwarzer Schieferthon mit einer harten Zwischenlage voll *Lingula* 1,20 „
 - e) gelber, dolomitischer Mergel 0,35 „
 - f) grüner Schieferthon 0,02 „
 - g) grüner, dolomitischer Mergel 0,36 „
3. Röth, und zwar:
 - a) ockergelber, mürber Sandstein 0,86 „
 - b) rother Sandstein 0,26 „
 - c) dolomitischer Mergel 1,00 „
 - d) darunter rothe Schieferthone und Sandsteine in grosser Mächtigkeit.

Es ist sehr wohl möglich, dass die dolomitischen Mergel 2b, e, g und 3c und besonders die graue Mergelbreccie 2c einst Gyps und vielleicht auch Steinsalz enthalten haben.

Es ergeben sich somit genügend Anhaltspunkte für die Berechtigung der Annahme einer Salzabscheidung an der Grenze von Wellenkalk und Röth, sowie dafür, dass diese Salzmergel die Ursache des Salzgehaltes der Neustadter und Mergentheimer Quellen sein können. Man sollte nun allerdings erwarten, dass solche Salzquellen in diesem Horizonte dann viel verbreiteter wären, da die Grenze von Wellenkalk und Röth ein sehr verbreiteter und mächtiger Quellhorizont ist. Es muss jedoch die Salzabscheidung nicht überall stattgefunden haben und in vielen Fällen werden diese Salzmergel schon völlig ausgelaugt sein. Ist doch auch das im Untergrund des Neckarthales auffallend mächtige Gypslager dieser Region an der Oberfläche in Süddeutschland kaum irgendwo bekannt.

Wollte man annehmen, dass die Neustadter Quellen ihren Salzgehalt dem Salzlager der Zechsteinformation entnehmen — eine Annahme, die man dann auch für die Mergentheimer Karlsquelle machen könnte —, so müssen diese Quellen entweder aus dem Verwerfungsgebiet von Heustreu in den durchlässigen Schichten an der Grenze von Wellenkalk und Röth nach ihrem jetzigen Ursprungsort bei Neustadt beifliessen oder sie müssen auf Spalten im Röth emporsteigen. Die

*) Beschreibung des Oberamts Mergentheim, 1880, S. 354.

**) Nach freundlicher Mittheilung meines Collegen Herrn Dr. SCHALCH.

***) v. SANDBERGER, Die Lagerung der Muschelkalk- und Lettenkohलगruppe in Unterfranken. Verh. d. physik.-med. Ges. z. Würzburg, N. F. XXVI S. 3.

Schieferthone des Röths sind aber für Spaltenbildung, besonders in Schichtenmulden, wenn grössere Verwerfungen fehlen, sehr wenig geeignet; bei Berührung mit Wasser verlehmen sie leicht und die engen Klüfte schliessen sich dann wieder.

Wenn die Neustadter Quellen aus dem Horizont des Zechsteins kommen, dann müsste es sehr leicht sein, bei Neustadt durch Bohrungen bis auf den mittleren Buntsandstein an Salzen reiche und starke Soolquellen zu erschliessen. Kommen sie aber aus dem unteren Wellenkalk, dann würde mit Bohrungen im Wellenkalk, besonders in Schichtenmulden, aus denen nicht schon starke Süsswasserquellen austreten, darnach zu suchen sein.

Für die Mergentheimer Quelle hat man auch schon die Annahme gemacht, dass sie ihren Salzgehalt dem in nicht sehr grosser Entfernung vielleicht noch vorhandenen Steinsalzlager des mittleren Muschelkalks entnimmt. Das könnte man entsprechend auch für die Neustadter Quellen annehmen, da es durchaus nicht ausser der Möglichkeit liegt, dass nicht auch südöstlich von Neustadt, im Bildhausener Forst oder weiter südöstlich noch Reste dieses Salzlagers vorhanden sind. Der hohe Gehalt dieser Quellen an Kali- und Magnesiumsalzen macht es jedoch unwahrscheinlich, dass sie in Beziehung zu dem an diesen Salzen armen Salzlager des mittleren Muschelkalks stehen.

Die Bohrung im Neckarthale bei Hassmersheim hat ergeben, dass auch im Röth noch schwache Gypslagen entwickelt sind. Im Franken findet man in der Rhön, am Südrande der Eube,*) im Röth kleine Gypslinsen. An zahlreichen Orten sind Steinsalzpseudomorphosen im Röth und oberen Buntsandstein gefunden worden. Doch lässt sich daraus noch nicht auf das ursprüngliche Vorhandensein von Steinsalzlager schliessen, da das Steinsalz schon bei der Bildung der Pseudomorphosen, die in die Periode des Röths fällt, wieder gelöst wurde.

Tiefbohrungen, bei welchen der untere Wellenkalk und der Röth durchsunken wird, dürften noch interessante Resultate ergeben.

III. Das Steinsalzlager des mittleren Muschelkalks.

Das Steinsalzlager des mittleren Muschelkalks, das sich besonders durch sehr reines grobkristallinisches Steinsalz auszeichnet und wenig Magnesiumsalze beigemischt enthält, ist in Süddeutschland in fünf getrennten Gebieten bekannt, nämlich

1. zwischen Basel und Rheinfeldern im Rheinthal,
2. zwischen Donaueschingen, Dürnheim und Sulz a/N. im oberen Donau- und oberen Neckarthalgebiet,
3. bei Stuttgart,
4. bei Heilbronn, Jagstfeld und Rapp nau im Gebiet des mittleren Neckars, und
5. bei Wilhelmshluck unfern Schwäbisch-Hall am Kocher.

Für die Gegend von Mergentheim geben die württembergischen Geologen, die Herren REGELMANN und E. FRAAS, an, dass daselbst im mittleren Muschelkalk Mergel von einer Beschaffenheit vorkommen, welche den Schluss gestattet, dass hier einst ein Steinsalzlager vorhanden war und später der Auslaugung zum Opfer gefallen ist.

Die nächst benachbarten Orte Thüringens, wo dieses Salzlager wieder erschlossen worden ist, sind Erfurt, Buflieben und Stotternheim.

*) v. Gü. Geologie von Bayern, II. Bd., S. 672.

Zeichnet man diese Gebiete auf einer Uebersichtskarte ein, so ergibt sich sofort, dass sämmtliche in einer ziemlich geraden SW.-NO.-Richtung zu einander liegen, dass die süddeutschen Gebiete sich in nicht sehr grossen Abständen aneinander reihen, dass aber zwischen den württembergischen Vorkommen und Thüringen ein grosser Raum liegt, in dem das Salzlager nicht bekannt ist. Dazwischen befindet sich allerdings auch der Thüringerwald, der einst zweifellos noch vom Meere des Muschelkalks überdeckt war, später aufgerichtet und abgetragen wurde und jetzt nur mehr ältere Gesteine enthält. Aber das zwischen dem Thüringer Wald und Württemberg liegende Triasgebiet ist immer noch ein sehr grosses.

Es entsteht nun die Frage: Kann dieses Salzlager in der Trias Frankens noch zur Entwicklung gekommen sein und kann es in diesem Gebiete auch noch vorhanden sein?

Herr v. GÜMBEL sagt darüber im II. Bande seiner Geologie von Bayern S. 700: „Das durch das Vorkommen von Steinsalz, Gyps und Anhydrit in Württemberg und Baden ausgezeichnete und hier 75–87 m mächtige mittlere Stockwerk des Muschelkalks, die sog. Anhydrit-Schichten, setzt nordwärts in Bayern zwar fort, aber in sehr verkümmelter Entwicklung mit bloss 10–12 m Mächtigkeit und ohne Steinsalz-Einlagerungen. Nur Ausblühungen von Glaubersalz, Bittersalz und Chlorkalium in einem Gypsstock bei Schönharth (im unteren Wernthale) und am Stein bei Würzburg scheinen die vielleicht früher vorhandene Steinsalzformation zu verrathen.“ Auch Herr v. SANDBERGER, einer der besten Kenner der unterfränkischen Trias, war dieser Anschauung.

Bei der Bohrung im Tauberthale bei Rothenburg (in den Jahren 1864 bis 1866) sprach Herr v. GÜMBEL die Hoffnung aus, dass man vielleicht noch das Steinsalzlager finden würde, aber es wurde kein Steinsalz angetroffen, weder fest noch als Soole. Dr. PÜRKHAUER*) hat das Bohrprofil veröffentlicht, wonach unter dem zu Tage anstehenden, nach PÜRKHAUER 230' = 67,2 m mächtigen oberen Muschelkalk im mittleren durchsunken wurden:

- 2,9 m hellgraue, dolomitische Mergel mit Hornsteinnestern,
- 21,9 m graue, dolomitische Mergel, nach unten mit Gypsschichten wechselnd,
- 7,9 m blaugrauer Anhydrit mit Gyps und Mergeln wechselnd,
- 17,5 m Gypsthon,
- 2,3 m blauer, sehr harter Anhydrit.
- Darunter traf man den Wellenkalk an, insgesamt 65,1 m mächtig, mit
 - 18,7 m bituminösen, dolomitischen Mergeln von dunkelgrauer Farbe,
 - 13,4 m dunkelgrauen, sehr hartem Dolomit von krystallinischem Gefüge, nach unten milder werdend,
 - 33,0 m hellgrauen, thonreichen Mergeln mit einigen Dolomitschichten wechselnd.
- Darunter wurde noch der Buntsandstein angebohrt mit
 - 0,15 m rothem, grobkörnigem Sandstein,
 - 4,52 m rothem, sehr zähem Schieferletten,
 - 2,63 m blaugrauem Schieferletten, gleichfalls sehr zähe,
 - 4,96 m rothem Schieferletten, nach unten sandig, mit schwachen Sandsteineinlagerungen, zu unterst
 - 3,21 m rother und weisser Sandstein wechselnd.

Die Untersuchungen von LICHTENBERGER, BUSCHMANN und später besonders von Dr. K. ENDRISS**) über dieses Salzlager in Württemberg und die sich anschliessende

*) PÜRKHAUER, Ueber den Bohrversuch bei Rothenburg ob. d. Tauber. Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift, VI. Bd., 1866/67, S. 33.

**) K. ENDRISS, Die Steinsalzformation im mittleren Muschelkalk Württembergs, Stuttgart 1898.

lebhafteste Diskussion über die Gefährdung desselben bei Kochendorf durch Wasser, an der sich besonders noch die Herren v. BRANCO,*) E. FRAAS, MILLER**) und LUEGER beteiligten und zu denen später, nach Abschluss dieser Studien, auch Herr Dr. O. REIS***) noch einen wesentlichen Beitrag lieferte, regten die Frage der Entstehung und der ursprünglichen und der heutigen Verbreitung dieses Salzlagers wieder kräftig an und boten mir die Veranlassung, mich eingehender mit der Sache zu beschäftigen. Es ist dabei nicht meine Absicht, die einzelnen von den genannten Herren geäußerten Ansichten eingehend zu besprechen; das ist von Herrn v. BRANCO genügend geschehen. Es sollen hier nur die Gründe erörtert werden, welche mich bestimmen, das Vorhandensein dieses Salzlagers in Franken für möglich und wahrscheinlich zu erachten.

1. Die ursprüngliche Entwicklung des Salzlagers.

Die als meerische Bildung zu betrachtenden obersten Schichten des Wellenkalks, die Mergel mit *Myophoria orbicularis*, welche die Unterlage des mittleren Muschelkalks bilden, sind mit von Südwesten gegen Nordosten zunehmender Mächtigkeit (2 m am Rande des Schwarzwaldes, 6—7 m bei Würzburg) durch das ganze germanische Muschelkalkgebiet verbreitet. Das Meer war in dieser Zeit gleichmäßig über die ganze Fläche ausgebreitet. Darüber folgt der Grundanhydrit, 2—9 m mächtig und dann das bis 40,5 m mächtige Salzlager, das jedoch nur in kleineren Gebieten innerhalb des germanischen Muschelkalkbereiches vorhanden ist. Ueber ihm liegt der 30—52 m mächtige Hauptanhydrit, der auch da noch vorhanden ist, wo das Salzlager fehlt; bei allen Bohrungen auf das Steinsalzlager hat man ihn angetroffen und mehrfach geht er, meist in Gyps umgewandelt, zu Tage aus. Die darüber lagernde, am mittleren Neckar 8—11 m, am oberen Neckar und im badischen Oberland 14—36 m mächtige dolomitische Region mit dolomitischen Kalken und Mergeln, häufig mit Hornstein, ist, wie der obere Muschelkalk, zweifellos durch das ganze Muschelkalkgebiet zur Entwicklung gekommen. Wo der mittlere Muschelkalk zu Tage ausstreicht, sind diese Gesteine vorhanden und ausserdem fast stets noch Zellenkalke, welche als sekundäre, in Folge von Gesteinsauslaugungen entstandene Bildungen zu betrachten sind. Auch in Franken sind diese Zellenkalke am Ausgehenden des hier meist 10—15 m mächtigen mittleren Muschelkalks überall zu finden. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass zur Zeit der Entstehung dieser Schichten das Meer denselben Raum bedeckte, den es zur Zeit der Bildung des Wellenkalks einnahm und wahrscheinlich war dies auch zur Zeit der Entstehung des Hauptanhydrits der Fall.

Zur Erklärung der beschränkten Verbreitung des Salzlagers hat v. ALBERTI angenommen, dass dasselbe in linsenförmigen Massen, sog. Salzstöcken, zur Entwicklung gekommen ist. Auch die Herren v. BRANCO, E. FRAAS und O. REIS sind der Anschauung, dass ursprünglich solche linsenförmige Massen entstanden sind, und v. BRANCO hält es für recht wohl möglich, dass dieselben sich in getrennten Salzseen gebildet haben. Dabei wird angenommen, dass diese Salzseen eine

*) W. v. BRANCO, Das Salzlager bei Kochendorf am Kocher und die Frage seiner Bedrohung durch Wasser. Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 55. Jahrg. 1899.

**) K. MILLER, Die Lagerungsverhältnisse unseres Steinsalzes. Vortrag, gehalten im Verein für vaterl. Naturk., 12. Jan. 1899. Deutsches Volksblatt, Sonntagsbeilage vom 5. und 12. Febr. 1899.

***) O. REIS, Das Salzlager des mittleren Muschelkalks am Neckar. Zeitschr. für praktische Geologie 1899, 5. Heft, S. 153; ferner 8. Heft S. 295.

wesentlich grössere Ausdehnung hatten, als die gegenwärtig vorhandenen und ursprünglich entwickelten Salzlager, dass aber aus Flüssen und Bächen einströmendes Süsswasser, Regen und lokale Anhäufung des süssen oder weniger gesalzenen Wasser durch Sturm und Wind, sowie unterirdisch austretende Süsswasserquellen und das mit Beginn der Abscheidung des Hauptanhydrits wieder einbrechende weniger gesalzene Meerwasser, die Abscheidung des Salzes an vielen Stellen verhindert und schon abgelagertes theilweise bis völlig wieder zur Auflösung gebracht haben, so dass die Salzlager in einem wesentlich kleineren Umfang zurückblieben, als ihn die Salzseen besaßen.

Um sich die Entstehung getrennter Salzseen innerhalb des germanischen Bereiches vorstellen zu können, muss man annehmen, dass sich dazwischen trockenes Land befand. Dasselbe könnte — abgesehen von den Küstengebirgen des Muschelkalkmeeres — nur von aufragenden Theilen des Wellenkalks gebildet worden sein. Es müssten also entweder schon zur Zeit der Bildung des Wellenkalkes bedeutende Unebenheiten des Meeresbodens vorhanden gewesen sein, oder diese Unebenheiten müssten mit dem Eintritt der Periode des mittleren Muschelkalks durch ungleichmässige Bewegungen der Erdrinde entstanden sein. Für die erstere Annahme bieten sich in den Schichten des Wellenkalks und des oberen Buntsandsteins keine Anhaltspunkte, für die zweite sei darauf hingewiesen, dass im Keuper sehr wahrscheinlich solche ungleichmässige Bewegungen der Erdrinde eingetreten sind,*) die Möglichkeit für solche also auch für den mittleren Muschelkalk nicht ausgeschlossen ist. Es lässt sich auch ohne weiteres annehmen, dass der damalige Meeresboden keine völlige Ebene mit überall gleich tiefem Wasserstande war. Eine Einmündung des Muschelkalkmeeres aus dem Senkungsgebiet zwischen Schwarzwald und Odenwald und der Gegend von Heilbronn über Franken nach Thüringen gegenüber den Gebieten am Schwarzwald und am Rande des vindelicischen Gebirges ist mir nach der Mächtigkeitzunahme von Südosten gegen Nordwesten und der faunistischen und petrographischen Abweichung in einzelnen Schichten sogar sehr wahrscheinlich. Die Mulde würde annähernd mit der gleichartig verlaufenden Keupermulde zusammenfallen, jedoch abweichend von dieser östlich vom Schwarzwald zur Zeit der Entstehung des mittleren Muschelkalks noch eine erhebliche Vertiefung besessen haben.

Wenn während der Bildung der Salzlager solche getrennte Salzseen bestanden, die durch aufragende Gebiete des Wellenkalks geschieden waren, so musste auf diese die Erosion wirken, entweder die des abfliessenden Regenwassers, der Flüsse und Bäche oder bei Annahme eines trockenen Wüstenklimas die des Windes. Wir können nicht wohl annehmen, dass sich die Mergel der *Myoph. orbicularis*, der Wellenkalk und Grundanhydrit — soferne derselbe auch ausserhalb der Salzseen zur Ablagerung kam — zur Zeit der Salzbildung schon in einem etwa dem heutigen vergleichbaren stark verfestigten Zustand befanden, sondern sie werden eine Beschaffenheit besessen haben, wie etwa die Keupermergel bei der Erosion des Schilfsandsteinflusses, die sehr tief gewirkt hat (in Süddeutschland rechts des Rheins 5—30 m). Wir sollten desshalb erwarten, an der oberen Grenze des Wellenkalks Erosionsfurchen zu finden oder auch die Ausfüllungsmassen alter Fluss- und Bachbetten, nämlich Sandstein oder Mergel und Schieferthon mit Pflanzenresten, Süss-

*) Vgl. H. THÜRACH, Beiträge zur Kenntniss des Keupers in Süddeutschland. Dieses Jahreshft (1900) S. 48.

wasserconchylien und Landthieren. Das ist aber bis jetzt nicht beobachtet worden. Auch müssten die Salzseen eine beträchtliche Tiefe besessen haben, um das Salzwasser für die Bildung von bis 40 m mächtigen Salzlageren aufzunehmen, auch wenn wir voraussetzen wollten, dass das Meer vor seiner Einengung auf einzelne Seen bereits einen sehr hohen Salzgehalt erreicht hatte. Denn dass die Flüsse und Bäche aus den das germanische Muschelkalkgebiet umgebenden Festländern den grösseren Theil des Salzes gebracht haben, ist mir, wenn wir nicht eine Zufuhr von Salz durch Auslaugung der Salzmassen der Zechsteinformation annehmen wollen, nicht sehr wahrscheinlich. Das Salz wird aus dem Meere gekommen sein. Ständig getrennte, in sich oberflächlich abgeschlossene Salzseen würden aber auch eine erneute Zufuhr von Salzwasser aus dem Meere ausschliessen. — Jedenfalls kennen wir keine Thatsachen, welche die Existenz oberflächlich getrennter Salzseen während der Bildung der Salzlager des mittleren Muschelkalks beweisen würden.

Eine ähnliche Anschauung wie v. BRANCO hat E. FRAAS*) ausgesprochen. Darnach war ursprünglich ein grosser Binnensee vorhanden, der „dadurch entstand, dass das germanische Triasmeer vom offenen Ocean abgeschnürt wurde und durch Verdampfung einer Uebersättigung entgegenging. Die gesättigten Salzsoolen zogen sich am meisten nach den tiefsten Punkten des Meeres (den schon vorhandenen Mulden) und kamen dort bei weiterer Verdampfung und dadurch bedingter Uebersättigung zum Ausfällen. Nur dort konnte sich auch der schwefelsaure Kalk als Anhydrit ausscheiden, während er sonst gewöhnlich als Gyps zum Niederschlag kam.“ Das Meer war jedenfalls ein seichtes, da die Mulden eine bedeutende Tiefe nicht besessen haben können, sonst müssten wir auch im oberen Muschelkalk und besonders in der fluviatilen Ablagerung des Lettenkohlsandsteins noch Merkmale dafür finden, die aber nicht vorhanden sind.

Da wir somit bestimmte Anhaltspunkte für die Ausbildung zahlreicher Mulden zwischen der Schweiz und Thüringen, in denen allein die Salzabscheidung stattfand, nicht haben und der Anhydrit sich sehr viel weiter verbreitet zeigt als das Salz, ausserdem keine Beweise vorhanden sind, dass der im mittleren Muschelkalk zu Tage tretende Gyps nicht aus Anhydrit entstanden sein kann, so dürfte auch die Annahme von ENDRISS und MILLER, denen sich hierin später auch O. REIS**) angeschlossen hat, für berechtigt zu erachten sein, wonach während der Salzabscheidung von Thüringen bis in die Schweiz nur ein einziger grosser Salzsee***) vorhanden war. Ob dieser Salzsee so gross war, dass er die ganze Wellenkalkfläche überdeckte, ist jedoch zweifelhaft. Wenn man aus der Beschaffenheit des Salzlagers, der mächtigen Entwicklung des grosskrystallinischen Salzes, mit MILLER den Schluss ziehen will, dass das Wasser ein sehr tiefes gewesen ist (mindestens 200 m), so wird es jedenfalls die ganze Muschelkalkfläche bedeckt und auch den Fuss des vindelicischen Gebirges bespült haben. Doch möchte ich mich hierin der Auffassung v. BRANCO's anschliessen, dass durch Umkrystallisierung

*) E. FRAAS, Die Bildung der germanischen Trias, eine petrogenetische Studie. Jahreshfte d. V. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg. 1899. S. 69 u. f.

**) O. M. REIS, Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1899, 8. Heft, S. 295.

***) Ob dieser Salzsee als Binnensee oder als abgeschnürte Meeresbucht zu bezeichnen ist, hängt lediglich davon ab, ob er vom Meere gänzlich getrennt war oder noch zeitweilig damit in Verbindung stand. Jedenfalls war er vor und nachher mit dem Meere verbunden. — MILLER würde einräumen, dass zwei grosse Salzbecken vorhanden waren, eines wahrscheinlich in Thüringen, das andere in Württemberg, Baden und der Schweiz. Doch finden sich in Franken keine Merkmale dafür, dass hier zur Zeit der Salzbildung Festland bestand.

solches Salz auch in seichteren Becken entstehen kann. Ein seichter Salzsee aber muss nicht nothwendig die ganze Wellenkalkfläche bedeckt haben, er kann sich innerhalb derselben in einer grossen breiten Mulde von der Schweiz bis Thüringen erstreckt haben. Nimmt man an, dass die Abschnürung dieses Binnenmeeres vom offenen Ocean, die nach E. FRAAS im Osten, am östlichen oder nordöstlichen Rande des germanischen Triasbereiches gelegen hat, durch eine Hebung des ganzen Gebietes entstanden ist, so wird ein seichteres Meer entstanden sein, als zur Wellenkalkzeit vorhanden war. Ob die Abschnürung dieses Binnensees vom Ocean während der Bildung der Salzlager eine vollkommene war, oder ob sich daselbst nach der Barretheorie eine untermeerische „Barre“ befand, über welche die Wogen des Oceans in das germanische Becken hereinspülten und diesem wiederholt neue Mengen von Salz zuführten, ist eine Frage, die für die Ziele der vorliegenden Studie von geringer Bedeutung ist und deshalb nicht weiter besprochen werden soll.

Einen sehr grossen Einfluss räumen die Herren v. BRANCO, E. FRAAS und REIS der Einwirkung von süssem und mit Salz ungesättigtem Wasser auf die ursprüngliche Gestaltung des Salzlagers ein. Das Salzlager wurde durch Wasser während und kurz nach seiner Bildung (bei dem Einbruch der weniger gesalzenen Wasser, aus denen sich der überlagernde Anhydrit abschied) häufig wieder abgetragen und an vielen Stellen eng begrenzt. Ich kann mich den genannten Herren in dieser Anschauung in vielen Stücken anschliessen. Das Salzlager kann dadurch schon ursprünglich an verschiedenen Orten eine sehr verschiedene Mächtigkeit gewonnen haben. Auch die Endigungen des Salzlagers bei Wilhelmglück, wie sie v. BRANCO a. a. O. S. 37 und 39 abbildet, können primärer Entstehung sein. Ebenso dürfte es als möglich zu erachten sein, dass durch Wiederauflösung das Salzlager schon bei seiner Bildung in einzelne grössere und kleinere linsenförmige Massen getrennt wurde, besonders in den nahe der Küste liegenden Gebieten, in denen einströmende Süswasser örtlich besonders stark wirken konnten.

Auch bei Heilbronn hat das Wasser bei der Bildung des Salzlagers bereits lösend eingewirkt, obschon hier die am wenigsten gestörten Entwicklungsverhältnisse durch ENDRISS nachgewiesen sind. Nach ENDRISS kommen bei Heilbronn ebenso wie bei Wilhelmglück im grosskrystallinen Steinsalz gang- bis trichterförmige, von ihm als „Setzungen“ beschriebene Bildungen vor, die in ihrer Anordnung und Ausfüllung lebhaft an die sogen. geologischen Orgeln erinnern. Besonders anschaulich hiefür ist Fig. 13 auf Tafel IV, nach welcher im gewöhnlichen Steinsalz sich vertikal erstreckende, mit Anhydrit und Thon erfüllte Säcke finden, über denen sich über dem Steinsalz zunächst eine Thonschichte und dann Klarsalz ausbreitet. An andern Stellen sind die Trichter und Gänge mit Klarsalz selbst erfüllt und nur an der Basis stellt sich ein Thonnest ein (Tafel IV Fig. 1). Immer aber sind die darin enthaltenen Thonlagen nach unten abgebogen, ganz wie in den Ausfüllungsmassen geologischer Orgeln. Jedenfalls hat bei der Bildung dieser Gänge zunächst eine unregelmässige trichterförmige Auflösung des Steinsalzes stattgefunden, in welche sich Thon und Anhydrit einsenkte. Der noch übrige Raum scheint dann durch innere Bewegungen der Steinsalzmasse sich öfters verengt, zuweilen oben mehr oder weniger geschlossen und mit aus der ruhig stehenden concentrirten Salzlösung abgeschiedenem Klarsalz erfüllt zu haben. Solche trichterförmige Auflösungen des Steinsalzes dürften wahrscheinlich nur in einem seichten Salzsee stattfinden, im tieferen Meere, in dem über dem am Grunde abgeschiedenen Salzlager stets eine concentrirte, unbewegte Salzlösung steht, können sie wohl kaum entstehen. Dass im Steinsalzlager unregelmässige innere Bewegungen stattfanden, lassen die von ENDRISS gegebenen Abbildungen (besonders auf Tafel V) deutlich erkennen. Das macht es mir wahrscheinlich, dass im Salzlager bei seiner Bildung Umkrystallisierungen des ursprünglich vielleicht (wie im mittleren Salzhorizont Heilbronn) in mehr körniger Form abgelagerten Salzes eingetreten sind. Auch die Bildung der im grosskrystallinen, schichtunglosen Steinsalz eingeschlossenen „Anhydritsporaden“ kann damit in Zusammenhang stehen.

2. Die sekundären Auslaugungserscheinungen am Salzlager durch Tiefenwasser.

Die Herren BUSCHMANN und ENDRISS sind durch eingehende Untersuchungen zu dem Resultate gelangt, dass in der Tiefe sich bewegendes Süßwasser in späterer Zeit, lange nach der Ablagerung des Muschelkalks, auf die heutige Begrenzung der Salzlager des mittleren Muschelkalks einen grossen Einfluss gewonnen haben. Nach ENDRISS (S. 34) ist insbesondere „die Stockform des Wilhelmsglücker Salzlagers nicht als eine ursprüngliche Bildung anzusehen. Die seitliche und obere Abgrenzung des Steinsalzes ist durch die Thätigkeit von Tiefenwasser und zwar namentlich durch lösende Wirkung desselben zu erklären.“ Und weiter sagt er (S. 76): „Es ist entschieden die Ansicht zu vertreten, dass in der Verbreitung, bezw. in dem Fehlen der Steinsalzformation im Wesentlichen sekundäre Verhältnisse zu erblicken sind.“ Auf diese sekundären Einflüsse führt er dann auch die Tektonik der Salzlager zurück und sagt S. 95: „Von dem allgemeinen Gefüge des Gebirges aus können somit auch auf die Verhältnisse des in der Tiefe ruhenden Salzhorizontes wohlgegründete Schlüsse gezogen werden.“

Man kann den speziellen Ausführungen von ENDRISS in vieler Hinsicht zustimmen,*) aber — abgesehen von seiner Annahme einer möglichen Bedrohung des Salzwerkes Kochendorf durch Tiefenwasser — ist er in manchen Stücken zu weit gegangen, besonders auch darin, dass er die verschiedene Mächtigkeit des Salzlagers am mittleren Neckar und bei Wilhelmsglück wesentlich auf sekundäre Einflüsse zurückführt und diese selbst in die Gegenwart oder doch in eine sehr nahe liegende Periode versetzt.

Im entgegengesetzten Sinne dürfte aber auch mein College Herr Dr. O. M. REIS zu weit gegangen sein, wenn er (a. a. O. S. 166) die Anschauung ausspricht, „dass die Verbreitung der Salzlager im mittleren Muschelkalk Württembergs eine wesentlich ursprüngliche ist und bis heute keine Ereignisse namhaft gemacht werden können, welche an ihr verändernd gewirkt haben“. Ich möchte mich in dieser Sache Herrn v. BRANCO anschliessen, wenn er (a. a. S. 26) unter Betonung der Möglichkeit einer ursprünglichen Entwicklung getrennter linsenförmiger Salzmassen schreibt: „Es kann also gar keinem Zweifel unterliegen, dass unser Steinsalzlager im mittleren Muschelkalk Württembergs nicht mehr in dem Umfange vorhanden ist, welchen es ursprünglich bei seiner Bildung besass. Es wird dasselbe wohl auch nicht nur in seinem äusseren Umfange auf solche Weise (durch auslaugende Tiefenwasser) beschnitten worden sein; auch nach innen hinein mag das Wasser sich gefressen haben; dergestalt also, dass der äussere Umfang zerlappt, dass das Lager z. T. gar in voneinander getrennte Theile zerschnitten wurde.“

Wo der mittlere Muschelkalk in Württemberg, Baden und Franken zu Tage ausgeht, fehlt das Salzlager und zwar meist auf ein paar bis mehrere Kilometer weit nach innen zu. Es fehlt überall da, wo die oberen Schichten des mittleren Muschelkalkes zu Tage treten, wie z. B. im Tauberthale bei Rothenburg, und es fehlt meist auch an den Orten, wo der Enkrinitenkalk an der Oberfläche liegt. Zwischen Donaueschingen, Dürrheim und Rottweil verläuft die westliche Grenze

*) Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass die steilen Endigungen des Salzlagers bei Wilhelmsglück, wie sie ENDRISS auf Tafel II und III abbildet, insbesondere auch die in Fig. 2 und 3 Tafel III wiedergegebenen Niederbrüche des Deckengesteins, auf sekundäre Einflüsse zurückzuführen sind. Auch die oberflächlich sackförmige Abtragung des Steinsalzes, wie er sie in Fig. 4 Tafel III abbildet, kann hiedurch veranlasst worden sein.

des Salzlagers annähernd parallel dem Ausstrich des mittleren Muschelkalks. Dieser aber ist in seinem Verlauf eine Folge der Aufrichtung der mesolithischen Schichten am östlichen Rande des Schwarzwaldes, die wesentlich in die Tertiärzeit fällt, und der dann folgenden Erosion. Da liegt es doch sehr nahe zu vermuthen, dass zwischen der äusseren Erosion des Gebirges und der heutigen Begrenzung des Salzlagers ein ursächlicher Zusammenhang besteht, der auf eine spätere innere Abtragung des Salzlagers durch Tiefenwasser zurückzuführen ist.

Auch das Gyps-Anhydritflötz, das in der Tiefe eine sehr viel grössere Verbreitung besitzt als das Salzlager, tritt nur an wenigen Stellen, meist nur an steilen Gehängen zu Tage, in Franken z. B. bei Schönhards im Wernthale, am Stein bei Würzburg und bei Döhlau unfern Bayreuth, im nördlichen Baden bei Obrigheim unfern Neckarelz und bei Hassmersheim. An allen diesen Orten zeigen die Gypsmassen eine linsenförmige Begrenzung. Es ist für mich nun gänzlich unannehmbar, dass diese Begrenzung eine ursprüngliche Bildung sein kann. Diese Gypslinsen sind der der Auslaugung entgangene Rest einer einst ausgedehnten flötzartigen Masse. Untersucht man den mittleren Muschelkalk in guten Aufschlüssen, wie z. B. in den Cementsteinbrüchen bei Eschelbronn in Baden oder bei Karlstadt a. Main, so zeigt er in den verstürzten, löcherigen Massen von gelblichen, dolomitischen Kalken und Mergeln, durchsetzt von sekundär entstandenen Zellenkalken, die deutlichsten Merkmale einer intensiven Gesteinsauslaugung. Es kann an diesen Stellen recht wohl einst ein Gypsflötz und selbst ein Salzlager vorhanden gewesen sein. Die verstürzten Schichten des überlagernden Enkrinitenkalkes lassen vermuthen, dass bei dieser Gesteinsauslaugung sich auch Hohlräume bildeten und Einstürze der Decke stattfanden.

Der obere Muschelkalk nimmt mit seiner Schuttdecke und in seinen Klüften das atmosphärische Wasser, das auf ihn niedergeht, leicht auf und führt es in die Tiefe. Die Höhen des Muschelkalkes sind daher, soweit sie nicht von Lettenkohlschichten und Diluviallehm gedeckt werden, trocken. Bäche, die rein aus dem Gebiete des oberen Muschelkalkes kommen, sind durch einen grossen Theil des Jahres wasserleer, sofern nicht in der Thalsohle aufsteigende Quellen austreten. Man findet im oberen Muschelkalk nur wenige und schwache Quellhorizonte, z. B. auf den Bairdienthonon, auf den Ostracodenthonon im mittleren Nodosuskalk, auf den Mergeln im unteren Nodosuskalk und im unteren Enkrinitenkalk. Aber diese thonigen Schichten sind zu wenig mächtig, um dem niedergehenden Wasser einen bedeutenden Widerstand bieten zu können. Die von ihnen hervorgerufenen Quellen sind meist nur sogen. Hungerquellen, die nur einen Theil des Jahres hindurch fliessen. Die Hauptmasse des Wassers sinkt in die Tiefe und sammelt sich über dem Gypsanhydritflötz oder, wo dieses fehlt, über den Mergeln mit *Myophoria orbicularis* in den durch sekundäre Dolomit- und Zellenkalkbildung porös und zellig gewordenen dolomitischen Kalken und Mergeln*) zu einem und stellenweise auch zwei bedeutenden Quellhorizonten.

*) Es ist für mich gänzlich ausgeschlossen, dass das im mittleren Muschelkalk über dem Anhydritflötz in bedeutenden Mengen vorhandene Wasser ausschliesslich oder auch nur vorwiegend aus dem verhältnismässig kleinen Einzugsgebiet stammt, in dem der mittlere Muschelkalk an die Oberfläche tritt. So gewaltige Quellen, wie sie in diesem Horizonte stellenweise (z. B. bei Ispringen, Ersingen, Stein, Eutingen und Niefern in der Umgegend von Pforzheim) austreten, bedürfen ein grosses Einzugsgebiet, das nur im oberen Muschelkalk liegen kann. Das Vorkommen oberflächlich abflussloser Gebiete in diesem, z. T. von mehreren Quadratkilometern Grösse, wie bei Pforzheim, in denen alles Wasser in der Tiefe versinkt, weist ganz direkt darauf hin.

Das Wasser dieser Quellen enthält stets mehr oder weniger schwefelsauren Kalk. Derselbe kann doch nur von dem in der Tiefe noch vorhandenen Gyps-anhydritflötz stammen und beweist, dass die Gesteinsauslaugung noch stattfindet. Dabei können sich leicht auch Hohlräume bilden und die zahlreichen aus früherer und jüngster Zeit stammenden Erdfälle im Gebiet des oberen Muschelkalkes, die sich sowohl in Baden wie in Württemberg und Franken finden, beweisen, dass auch Einstürze der oft sehr mächtigen Gesteinsdecke über solchen Hohlräumen vorkommen.

Mit v. BRANCO erachte auch ich die Anhydritdecke über dem Salzlager von Natur aus für wasserdicht, aber nur so lange, als sie sich im Zustande ungestörter ruhiger Lagerung befindet. Erfährt die Erdrinde aus weiterreichenden Ursachen ungleichmässige Bewegungen, so wird die Anhydritdecke, da der Anhydrit ein starres Gestein bildet, zerbrochen. Es bilden sich offene Klüfte, und ist über der Anhydritdecke Wasser vorhanden, und kann es zum Salzlager gelangen, so wird Salz gelöst werden. Später werden die Klüfte durch die Umwandlung des Anhydrits in Gyps wieder zuheilen. Aber neue Bewegungen der Gesteinsmassen können sie wieder aufreissen, und da das Wasser auf den Gesteinsklüften auch den Gyps zu lösen vermag, so kann schliesslich auch der Fall eintreten, dass offene Klüfte bestehen bleiben, welche dem Wasser dauernd den Zutritt zum Salzlager gestatten.

Solche ungleichförmige Bewegungen der Erdrinde haben in Süddeutschland, im Bereich der Verbreitung des mittleren Muschelkalks, schon zur Keuper-, Jura- und Kreidezeit stattgefunden, in der Tertiärzeit haben sie unter Bildung zahlreicher Verwerfungen eine bedeutende Steigerung erfahren und am Rhein haben sie bis in die jüngste Diluvialzeit angedauert. Sobald der Muschelkalk und Anhydrit so verfestigt war, dass er zerklüftet werden konnte, sobald sich Wasser auf diesen Klüften bewegen und zum Salzlager gelangen konnte, musste auch die sekundäre Umwandlung und Auflösung des Salzlagers beginnen. Sie kann also schon in eine sehr entlegene Zeit zurückreichen.

Auch seitlich kann von dem für Wasser sehr durchlässigen Gestein des ausgelaugten mittleren Muschelkalks vom Ausgehenden her eine Auflösung und Wegführung des Salzes eintreten. In allen Fällen wird, wenn die Auflösung des Salzes einen grösseren Umfang annimmt, ein Hohlraum entstehen, in den schliesslich die Decke des Salzlagers nachsinkt. Ist diese Gesteinsdecke verhältnismässig schwach und der Hohlraum hoch, so wird sie sich an der Oberfläche als Erdfall äussern, ist sie mächtig, so wird, wie beim Zusammenbruch des Friedrichshaller Salzwerkes, eine flache Mulde entstehen, besonders dann, wenn der Hohlraum niedrig ist. In der Tiefe aber werden in der Anhydritdecke neue offene Klüfte entstehen, die eine weitere Kommunikation des Wassers im Dolomithorizont zum und vom Salzlager ermöglichen. So mag sich am Rande des Salzlagers allmählich eine Absenkung an die andere reihen und die Folge wird eine unregelmässige wellenförmige Lagerung der Schichten sein, die sich um so stärker ausprägt, je näher wir uns dem mittleren Muschelkalk befinden, während sie sich im nachgiebigen bunten Keuper allmählich verwischt. Sie wird sich einigermaßen auch wieder ausgleichen, wenn das Salzlager aus der Nähe gänzlich verschwunden ist, am Rande desselben aber schärfer ausprägen. Sie wird ferner um so deutlicher sein, je mächtiger das Salzlager ursprünglich war und bei geringer Mächtigkeit desselben, wie bei Wilhelmglück, sich nur wenig bemerkbar machen.

Solche unregelmässige Lagerungsverhältnisse sind in dem Gebiet am nördlichen Rande des Heilbronn-Jagstfelder Salzlagers thatsächlich vorhanden. Doch muss man in der Deutung derselben sehr vorsichtig sein, da auch weiterreichende tektonische Störungen mit Mulden- und Sattelbildung und geneigten Schichten vorkommen können und im mittleren Neckargebiet auch vorhanden sind.**) Auch im badischen Oberland, bei Dür rheim, beobachtete Herr SAUER bei der geologischen Aufnahme des Gebietes nach einer mündlichen Mittheilung ähnliche Verhältnisse. Wo das Salzlager dort fehlt, ist die Schichtenlagerung an der Oberfläche häufig eine unregelmässige, eine sehr merkbar regelmässiger aber da, wo das Salzlager noch vorhanden ist. Ich glaube daher, dass ENDRISS nicht zu weit gegangen ist, wenn er annimmt, dass man aus den Lagerungsverhältnissen der Schichten an der Oberfläche gewisse Rückschlüsse auf die Verbreitung des Salzlagers in der Tiefe ziehen kann.

Auch die Entstehung aufsteigender Soolquellen im Gebiete des Muschelkalks erachte ich für durchaus möglich. Nehmen wir an, dass das Ausgehende des mittleren Muschelkalks erheblich höher liegt als die Stelle, an der die Soolquelle zu Tage tritt, dass vom Ausgehenden bis zum Rande des Salzlagers noch offene Kanäle vorhanden sind und ebensolche in der Anhydritdecke, so sind die wesentlichen Bedingungen gegeben. Solche Bedingungen scheinen aber bei Offenau thatsächlich vorhanden zu sein. Bei Offenau setzt durch das Neckarthal in nördlicher Richtung eine gegen Gundelsheim zu sich allmählich verlierende Lagerungsstörung tektonischen Ursprungs; die gleichen Schichten befinden sich bei Offenau östlich des Neckars in um 40—50 m tieferer Lage als westlich davon. Ob eine Verwerfung vorliegt oder eine Flexur, eine starke Schichtenabiegung, lässt sich wohl kaum nachweisen. In der Wirkung, in der Zertrümmerung der Anhydritdecke, dürfte die Flexur eine einfache Verwerfung noch überragen. Der nordsüdliche Verlauf der Störung weist, wie bei den Verwerfungen bei Sinsheim, auf einen Zusammenhang derselben mit der Entstehung des Rheinthaales hin, sie kann also zum Theil noch jugendlichen Alters sein. Da das Salzlager hier in einem scharf eingeschnittenen Bogen fehlt, so kann dies eine Folge der in Verbindung mit der Zertrümmerung der Anhydritdecke eingetretenen Auslaugung des Salzes sein, die wiederum zu weiteren Zusammenbrüchen der Gesteinsdecke, zu einer Steigerung des Betrages der Störungen führte. Ich wüsste keinen Grund, warum es nicht möglich sein kann, dass bei Offenau jetzt noch offene Klüfte bis in den Horizont des Salzlagers hinabführen, auf denen die Soolquelle aufsteigt.

Will man nach den Verhältnissen bei Wilhelmglück und den Ergebnissen zahlreicher Bohrungen, wonach bei fehlendem Salzlager Hauptanhydrit, Gyps- und Salzthone und Grundanhydrit jetzt eine geschlossene, vom Wasser nicht durchdrungene Masse darstellen, annehmen, dass ein seitliches Eindringen des Wassers bis zum Salzlager gegenwärtig, wenigstens im grösseren Theil des Gebietes, nicht möglich ist, so reicht auch ein einziger offener Kanal, der durch die Anhydritdecke hindurchführt, hin, die Entstehung einer Soolquelle zu ermöglichen. Am Salzlager selbst wird sich eine concentrirte, ruhig stehende Salzlösung bilden. Durch Diffusion aber wird, wie im ersoffenen Friedrichshaller Schacht, das Salz in verdünnter Lösung nach oben gebracht und kann dann durch den Quellhorizont der dolomitischen Kalke, wenn aus diesem aufsteigende Quellen vorhanden sind, in noch weiter verdünnter Lösung zu Tage gebracht werden, während in der Tiefe trotz der schützenden, gesättigten Salzlösung immer noch eine Auflösung des Salzes stattfindet.

Die thatsächlichen Verhältnisse in Württemberg und Baden weisen darauf hin, dass die oberflächliche Verbreitung des Muschelkalkes und seine Ueberdeckung mit Lettenkohlschichten oder Keuper nicht gänzlich ohne Einfluss auf die Verbreitung des Salzlagers sind. Die starke Wasseraufnahme der Gebiete, in denen der Muschelkalk zu Tage tritt,**) bedingt eine starke Wasser-

*) KÖKEN führt nach einer Zeitungsnotiz (Schwäbischer Merkur, Kronik Nr. 605, 28. Dez. 1899) sogar die verschiedene Höhenlage der altdiluvialen Schotter zwischen Heilbronn, Jagstfeld und Neckarelz auf tektonische Bewegungen der Erdrinde zurück, worin ich ihm allerdings nicht völlig beistimmen kann.

**) Die jetzt vorhandene, gegen das Eindringen des Wassers in den Muschelkalk theilweise

ansammlung in der Tiefe, über dem Hauptanhydrit, und damit die Ausbildung der darüberlagernden dolomitischen Schichten zu Quellhorizonten. Wo Lettenkohlen-schichten den Muschelkalk decken, kann das Wasser nur in geringem Maasse in diesen eindringen, es wird sich auch in der Tiefe in geringerer Menge ansammeln, sofern es nicht aus den Muschelkalkgebieten hereindringt. Treten dann Lagerungsstörungen mit Spaltenbildung in der Anhydritdecke ein, so wird da, wo über derselben sich bewegendes Wasser vorhanden ist, die Auslaugung des Salzlagers stärker vor sich gehen als da, wo solches fehlt, oder wo nur stagnirendes Wasser sich findet, da eine ruhig stehende concentrirte Salzlösung eine bedeutende Abtragung des Salzlagers verhindert. Es scheint also, dass das Vorhandensein einer Decke von Lettenkohlen-schichten für die Erhaltung des Salzlagers einen wesentlichen Schutz bedeutet.

Die Zerspaltung der Anhydritdecke wird überall da stattgefunden haben, wo sich an der Oberfläche Lagerungsstörungen nachweisen lassen, für die wir sichere Anhaltspunkte besitzen, dass sie nach der Tiefe fortsetzen; also da, wo wir tektonische Verwerfungen feststellen können. Sie wird auch da stattgefunden haben, wo in der Erdrinde eine Faltung mit Sattel- und Muldenbildung nachweisbar ist. Besonders wird eine sattelförmige Schichtenaufbiegung im starren Gestein sehr leicht die Entstehung offener Klüfte zur Folge haben. In der That fehlt in Württemberg das Steinsalz im Laufener Sattel und — nach freundlicher Mittheilung von Herrn Oberbergrath HONSELL — auch in dem Sattel, der in nordsüdlicher Richtung zwischen Hall und Oehringen durchsetzt.*) Bei der Muldenbildung werden die starren Gesteine ebenfalls zerbrochen, aber durch den vorhandenen Seitendruck können nur enge, nicht, wie bei der Sattelbildung, klaffende Spalten entstehen.

Enge Spalten aber vermögen im Anhydrit wieder viel rascher zuzuheilen als weite. Eine muldenförmige Schichtenlagerung ist daher der Erhaltung des Salzlagers günstiger als Sattelbildung. Noch günstiger ist natürlich eine völlig regelmässige Lagerung, bei der eine Zerspaltung der Anhydritdecke überhaupt nicht stattgefunden hat. Eine horizontale Lagerung der Schichten bis zum Ausgehenden des mittleren Muschelkalkes ist dagegen der Erhaltung des Salzlagers ungünstig, weil die seitliche Auslaugung desselben durch das wenig gehinderte Abfliessen der Soole eine zu starke werden kann. Bei muldenförmiger Schichtenlagerung aber kann sich, wie O. REIS (a. a. O. S. 160) ausgeführt hat, vor dem Salzlager eine gesättigte Soole bilden, die die weitere Abtragung desselben hindert oder (nach meiner Anschauung) doch wenigstens sehr erschwert.

In der That finden sich alle Salzlager Württembergs und Badens in Schichtenmulden, und es ist gewiss kein Zufall, dass in den Salzgebieten zwischen Rottweil und Donaueschingen und zwischen Rheinfeldern und Basel, wo die Schichten steiler gestellt sind, die Grenze des Salzlagers dem Ausgehenden des mittleren Muschel-

schützende Löss- und Lehmdecke ist dabei von nicht sehr grosser Bedeutung, da dieselbe erst seit der Mitteldiluvialzeit vorhanden ist, wenn wir nicht gewisse, völlig entkalkte Höhenlehme noch in das ältere Diluvium stellen wollen. Zur Mitteldiluvialzeit war aber die Abtragung des Gebietes am mittleren Neckar schon fast ebensoweit vorgeschritten als jetzt. Der Muschelkalk lag also während der sehr wasserreichen Glacialzeit der Hochterrassenschotterbildung schon in grosser Ausdehnung zu Tage.

*) REIS (a. a. O. S. 153) hat es als fraglich bezeichnet, ob das Heilbronner und das Wilhelmglücker Salzlager in ununterbrochenem Zusammenhang stehen. Der Nachweis des Fehlens des Salzlagers in dem angeführten Sattel scheint erst durch die jüngsten Bohrungen dargethan worden zu sein.

kalks beträchtlich näher liegt als in dem Gebiet am mittleren Neckar, in dem die Schichtenlagerung eine flachere ist.

Herr E. FRAAS hat (a. a. O. S. 30) sich dahin ausgesprochen, dass die bei der getrennten Entwicklung der Salzlager vorhandenen Mulden sich später durch weitere Absenkung zu tektonischen Mulden ausgestaltet haben — ein Vorgang, an dessen Möglichkeit nicht zu zweifeln ist. Doch wird die spätere Absenkung nicht in allen Fällen mit der früheren zusammenfallen. Auch O. REIS hat sich in ähnlichem Sinne wie FRAAS ausgesprochen. Damit würden die Bedingungen für die Entstehung des Salzlagers in getrennten Massen mit den günstigen Bedingungen für die Erhaltung desselben gegenüber der auslaugenden Thätigkeit der Tiefenwasser örtlich zusammenfallen.

Welcher Anschauung man aber auch mehr zustimmen mag, eine regelmässige, wenig gestörte, muldenförmige Schichtenlagerung scheint die Grundbedingung für das Vorhandensein des Salzlagers im mittleren Muschelkalk zu sein.

3. Die mögliche Verbreitung des Salzlagers in Franken.

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass die Annahme, die Abscheidung des Steinsalzes sei in einem einzigen, von Thüringen bis in die Schweiz ausgedehnten Salzsee erfolgt, nicht ohne Berechtigung ist. War dies der Fall, dann war der Salzsee auch in Franken vorhanden. Will man aber an der Entstehung der Salzlager in getrennten Salzseen festhalten, so liegt auch kein Grund vor, dass solche Salzseen in Franken nicht vorhanden gewesen sein können.

Um sich über die ursprüngliche Entwicklung des Salzlagers in Franken und den Einfluss einströmender Süsswasser klar zu werden, ist es nöthig, zunächst die Küstengebiete des Muschelkalkmeeres kennen zu lernen. Im Ries ist kein Muschelkalk mehr vorhanden, die Küste lag also nördlich davon. In der Oberpfalz reicht der Muschelkalk südlich bis gegen Eschenbach und Kemnath. Im böhmischen Becken fehlt er und dafür, dass das Muschelkalkmeer einst noch die centralen Theile des Fichtelgebirges und des Erzgebirges überdeckte, haben wir keine Anhaltspunkte. Frankenwald und Thüringerwald waren dagegen überflutet (vgl. dieses Jahresheft S. 42). Die Küste wird sich also zunächst in südost-nordwestlicher Richtung, wahrscheinlich nicht in ganz gerader Linie, sondern mit zahlreichen kleineren Buchten, etwa aus der Gegend von Ellwangen über Dinkelsbühl, Nürnberg nach Eschenbach und Kemnath in der Oberpfalz erstreckt haben. Im ostbayerischen Grenzgebirge bog sie wahrscheinlich in nördlicher oder nordwestlicher Richtung nach dem Fichtelgebirge um und hat nördlich von diesem wieder einen mehr nordöstlichen Verlauf genommen. Nördlich von Unterfranken lag die Küste in weiter Entfernung, ebenso gegen Nordwesten, wo sie sich vielleicht am rheinischen Schiefergebirge, vielleicht in noch grösserer Entfernung befand. Im Westen lag sie am Rande der Ardennen. Die 50—60 m mächtigen bunten Mergel mit Gypslinsen und Steinsalzpseudomorphosen, die im Horizonte des Salzlagers im westlichen Lothringen und in Luxemburg auftreten, lassen sich als eine Bildung nahe der Küste betrachten. Dafür, dass sich im vindelicischen Gebirge Meerengen befanden, die zum alpinen Meere hinüberführten, oder gar eine „Barre“ da war, liegt kein Anhaltspunkt vor.

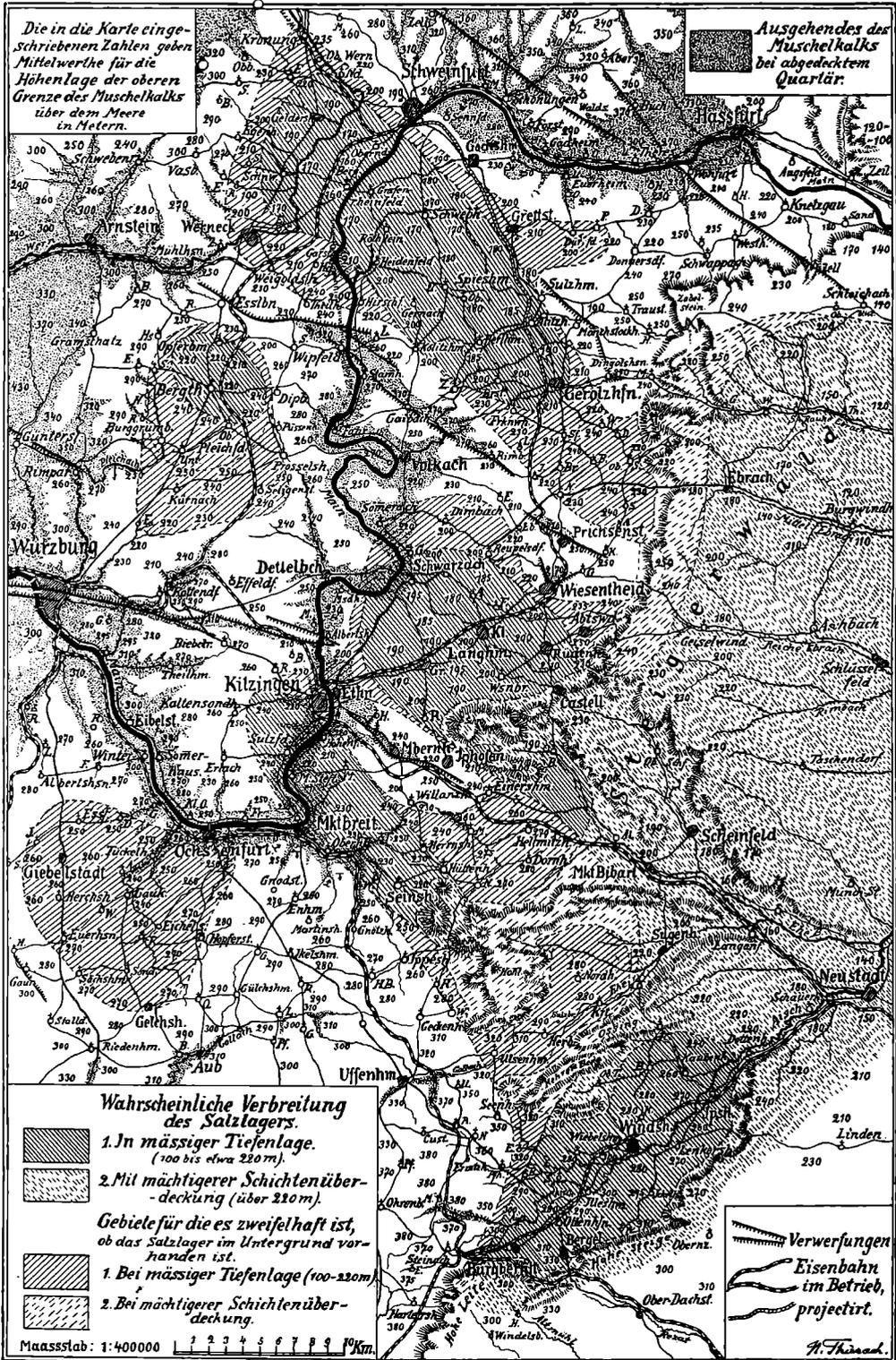
Wir finden also im nördlichen Bayern eine deutliche grosse Triasbucht. In dieselbe ist zur Keuperzeit weit mehr Sand und gröberes Material eingeschwemmt

worden als vom vindelicischen Gebirge her in die württembergischen Gebiete. Die Einströmung von Süßwasser aus dem bayerisch-böhmischen Gebirge war anscheinend in Bayern stärker als in Württemberg. Das wird vermuthlich auch zur Zeit der Bildung des mittleren Muschelkalks der Fall gewesen sein. Wir dürfen daher erwarten, dass der nachtheilige Einfluss der Süßwasser auf die primäre Entwicklung des Salzlagers, wenn er in bedeutendem Maasse wirklich vorhanden war, sich in Bayern stärker geäußert hat als in Württemberg. Damit im Zusammenhang steht ferner zu erwarten, dass das Salzlager näher der Küste von geringerer Reinheit und geringerer Mächtigkeit sein wird als entfernter davon. Wollte man dem Einfluss einströmenden Süßwassers und weniger gesalzenen Wassers jedoch einen solchen Betrag einräumen, wie dies von REIS geschehen ist, dann stünde zu befürchten, dass in Bayern nur wenig ausgedehnte Salzlager zur Entwicklung gekommen sind oder dass solche zur Zeit der Entstehung des Hauptanhydrits schon überhaupt nicht mehr vorhanden waren.

Nach meiner Anschauung haben jedoch auch die sekundären Einflüsse des Wassers, die Auslaugung des Salzlagers durch Tiefenwasser, ganz wesentlich an der heutigen Begrenzung der Salzlager mitgearbeitet. Dieselben werden in Bayern ebenso zur Wirkung gekommen sein wie in Württemberg. Wenn in Franken gegenwärtig Soolquellen, welche aus dem mittleren Muschelkalk kommen, so gut wie gar nicht vorhanden sind, dieser ehemalige Leitstern für das Vorhandensein der Salzlager also fehlt, so beweist dies nur, dass das Wasser gegenwärtig am Salzlager nicht thätig ist, nicht dass dieses fehlt. Aber es beweist, wenn es da ist, dass sich seine Umhüllung gegenwärtig in wasserdichtem Zustande befindet.

In Bezug auf die sekundäre Auslaugung des Salzlagers durch Tiefenwasser dürften sich die in Franken in Betracht kommenden Gebiete günstiger verhalten als die württembergischen. Verwerfungen und andere Lagerungsstörungen fehlen zwar auch in Franken nicht, aber solche flache tektonische Mulden, wie am mittleren Neckar, sind in Franken in grösserer Zahl und in ihrer Gesammtheit in grösserer Ausdehnung entwickelt und, was ganz besonders wichtig ist, da entwickelt, wo sich, wie bei Heilbronn, über dem Muschelkalk noch eine Decke von Lettenkohlschichten ausbreitet, eine mächtige Ueberdeckung durch Schichten des bunten Keupers aber fehlt.

Bei der Berechnung der Gebiete Frankens, in deren Untergrund das Salzlager vorhanden sein kann, bin ich von der Voraussetzung ausgegangen, dass das Salzlager ursprünglich in dem Gebiete zwischen Rothenburg o. T., Bamberg, Schweinfurt, Kissingen und Würzburg zur Entwicklung gekommen ist. Es kann auch noch südöstlich der Linie Rothenburg-Bamberg sich gebildet haben, möglicherweise ist es selbst in der Triasbucht, z. B. in der Umgegend von Bayreuth, noch vorhanden. Aber je näher der Küste, um so zweifelhafter wird es, ob es sich ursprünglich entwickelt hat. Ich habe daher die der südöstlichen Küste zunächst liegenden Gebiete und die Triasbucht vorerst gänzlich ausser Acht gelassen, zumal diese Gebiete grösstentheils eine mächtige Keuper- und selbst Juradecke tragen, also für die Aufsuchung und Ausbeutung des Salzlagers kaum in Betracht kommen. Je näher der Küste, um so mehr werden sich die Einschwemmungen von Thon bemerkbar machen; bei Rothenburg (vgl. S. 116) liegen im Horizont des Salzlagers bereits 17,5 m Gypsthon und das Anhydritflötz ist reichlich von Mergeln durchsetzt. Doch liegt Rothenburg von der ehemaligen Küste noch ungefähr ebenso entfernt als Wilhelmglück und Hall



Darstellung der hauptsächlichsten Gebiete der muthmasslichen Verbreitung des Steinsalzlagers im mittleren Muschelkalk in Franken.

(etwa 30 km); Bamberg befindet sich weit ausserhalb der Triasbucht und in westlicher Richtung fast 60 km vom Fichtelgebirgsrande entfernt.

In welchem Maasse das Salzlager auch in dem Gebiete zwischen Rothenburg, Bamberg, Kissingen und Würzburg primär noch durch Süsswasser beeinflusst wurde, das lässt sich nicht mehr berechnen. Es scheint mir nicht gerechtfertigt zu sein, für jede jetzt vorhandene Schichtenmulde eine Mulde im Salzsee anzunehmen, in der allein die Salzabscheidung erfolgt wäre, so dass in den zwischenliegenden, höher aufragenden Theilen schon am Ende der Periode des mittleren Muschelkalks kein Salzlager vorhanden gewesen wäre. Ich nehme an, dass in dem bezeichneten Gebiete nur ein einziger Salzsee vorhanden war. Sind die in Franken möglicherweise vorhandenen Salzlager jetzt ähnlich wie in Württemberg in linsenförmige Massen getrennt, so kann dies vielleicht schon ursprünglich geschehen sein, es kann aber auch eine Folge der sekundären Auslaugung durch Tiefenwasser sein. Den Bereich dieser sekundären Auslaugung kann man an der Oberfläche an der Schichtenlagerung einigermaßen feststellen, es lässt sich die Lagerung der Schichten berechnen und daraus können dann Rückschlüsse auf das Vorhandensein und die wahrscheinliche Verbreitung des Salzlagers gezogen werden.

Für die Berechnung der Lagerungsverhältnisse der Schichten diene mir als Grundlage eine geologische Uebersichtsaufnahme, die ich im Jahre 1886 im amtlichen Auftrage des königl. Oberbergamts hergestellt habe und die für das vorliegende Gebiet als Uebersichtskarte der jurassischen und Keuperbildungen des nördlichen Bayerns im IV. Bande der geognostischen Beschreibung Bayerns veröffentlicht wurde. Von der Unvollkommenheit derselben, besonders für den vorliegenden Zweck, überzeugt, habe ich später, im Herbst 1899 und im Frühjahr 1900, wesentliche Theile des hauptsächlich in Betracht kommenden Gebietes zwischen Ochsenfurt, Kitzingen, Wiesentheid, Gerolzhofen und Schweinfurt nochmal begangen.

Zur Uebersicht der möglichen Verbreitung des Salzlagers in Franken kann nebenstehende Skizze dienen. Sie enthält durch die Eintragung der Verwerfungen und vieler Zahlen für die Höhenlage der oberen Grenze des Muschelkalkes einen grossen Theil der Daten, welche für die Berechnung gedient haben. Diese Zahlen lassen insbesondere die flachen Mulden deutlich erkennen, sowie deren Begrenzung durch die Verwerfungen und die höher aufragenden Gebiete. Sie dürften im Bereiche des Muschelkalks und der Lettenkohlschichten den thatsächlichen Werthen nahe kommen, in den Gebieten mit mächtiger Keuperüberdeckung lassen sie sich dagegen nur sehr schwer feststellen, da die Mächtigkeit der Keuperschichten stark wechselt; sie sind also im Steigerwald nicht völlig zuverlässig.

Das auf der Kartenskizze weiss gelassene Gebiet enthält wesentlich solche Landestheile, in deren Untergrund das Salzlager zweifellos bis sehr wahrscheinlich fehlt, wie z. B. in der Umgegend von Würzburg und Arnstein und nördlich des Mainthales zwischen Schweinfurt und Hassfurt. Es ist aber recht wohl möglich, dass auch hierin das Salzlager stellenweise noch vorhanden ist, so z. B. zwischen Ochsenfurt und Uffenheim, bei Dettelbach und zwischen Gerolzhofen und Hassfurt. So genau lassen sich in der Tiefe liegende Salzlager in ihrer Verbreitung nicht vorausberechnen, besonders nicht auf Grund einer in wenigen Monaten hergestellten Uebersichtsaufnahme, dass die hier gezogenen Grenzen überall zutreffen werden; sie mögen häufig um einen, stellenweise um ein paar Kilometer von der wirklichen

Grenze abweichen. Die Karte gibt also nur ein ungefähres Bild der möglichen Verbreitung des Salzlagers in Franken. Der Zweck der Karte ist hauptsächlich der, zu zeigen, wo es sich empfiehlt, nach dem Salzlager zu suchen, wo Aussicht auf Erfolg vorhanden ist, wo Zweifel hiefür bestehen und für welche Gebiete vorerst von Bohrversuchen abzurathen ist (in den weiss gelassenen Theilen). In jedem Falle wird es sich empfehlen, vor Beginn einer Bohrung noch eine sorgfältige geologische Untersuchung der nächsten Umgebung vorzunehmen. Zur Erleichterung derselben wird vom königl. topographischen Bureau für die entlang dem Main liegenden Gebiete gegenwärtig eine detaillirte Höhengichtenkarte im Maassstabe von 1:25000 (in der Aufnahme 1:5000 und 1:2500) hergestellt. Damit wird es dann möglich sein, die Untersuchungen so sorgfältig auszuführen, dass Fehlbohrungen vermieden werden können.

Aus den in die Karte eingeschriebenen Zahlen für die Höhenlage der oberen Grenze des oberen Muschelkalks lässt sich im Vergleich mit der topographischen Karte (1:50000) und den in dieselbe eingezeichneten Zahlen für die Höhen der Oberfläche und der nachstehenden Schichtenmächtigkeit auch leicht berechnen, wie tief zu bohren ist, um den Horizont des Salzlagers zu erreichen. Nach der Mächtigkeit der Schichten im Tauberthale bei Rothenburg und Röttingen und im Mainthale bei Würzburg, sowie im Saaletale, würden zu durchbohren sein:

	Bei Burgbernheim- Windsheim	Entlang dem Mainthale zwischen Ochsenfurt und Schweinfurt
Das Grundgypsflötz des bunten Keupers mit etwa	10 m	10—12 m
Die Lettenkohlschichten mit etwa	30	40—45
Der obere Muschelkalk*) mit	70—80	80—100 „
Die oberen Schichten des mittleren Muschelkalks (oben dolomitische Mergel, darunter das Anhydritflötz) mit etwa	50	50—60

Die ersten Bohrungen werden diese Zahlen genauer feststellen lassen.

Kurze Beschreibung der einzelnen Gebiete.

1. Die Mulde südlich von Schweinfurt.

Für die Erhaltung des Salzlagers bieten sich sehr günstige Lagerungsverhältnisse in der Schichtenmulde, welche sich in nordwest-südöstlicher Richtung südlich von Schweinfurt, vom Wernthale bis Gerolzhofen, erstreckt. An der Oberfläche liegen — abgesehen von der ausgedehnten Diluvialüberdeckung — die Schichten der Lettenkohlengruppe und die untersten Glieder des unteren Gypskeupers. Am regelmässigsten ist die Mulde im südöstlichen Theil, zwischen dem

*) Für die Mächtigkeit des oberen Muschelkalks bei Rothenburg hat PÜRKHAEUER 230 Fuss = 67,2 m angegeben. Bei Würzburg beträgt dieselbe nach den Höhenzahlen der topographischen Karte und meinen geologischen Aufnahmen gegen 100 m, vielleicht sogar noch etwas mehr. Die von Herrn v. SANDBERGER (Gemeinnützige Wochenschrift 1882) und von PECHER (a. O. S. 46) mitgetheilten Zahlen, aus welchen sich für den gesammten oberen Muschelkalk nur eine Mächtigkeit von 45,54 m ergibt, sind zweifellos in einzelnen Schichten viel zu niedrig angesetzt. Auch die von Herrn v. GÜMBEL (Geologie von Bayern II. Bd. S. 715 und 716) von Rothenburg und Uffenheim mitgetheilten Spezialprofile können nur einen Theil der Schichten des Muschelkalks wiedergeben.

Main bei Bergheinfeld und Gerolzhofen, gestaltet. Die Lagerung der Schichten ist hier in weiter Ausdehnung so regelmässig und flach, wie zwischen Heilbronn und Neckarsulm. Im nordwestlichen kleineren Theil der Mulde, zwischen Schweinfurt und Werneck, liegen die Schichten in geringem Maasse stärker geneigt, aber ebenfalls ziemlich regelmässig. Doch ist die Feststellung der Lagerungsverhältnisse durch die Lössüberdeckung sehr erschwert und auf weite Strecken unmöglich. Bei Garstadt sind bereits Störungen vorhanden. Das von buntem Keuper gedeckte Muldentiefste befindet sich bei Oberndorf und Bergheinfeld, woselbst die gleichen Schichten erheblich tiefer liegen als östlich des Mains bei Schwebheim.

Der geradlinige Verlauf des rechtsseitigen Mainthalrandes zwischen Bergheinfeld und Wipfeld könnte vermuthen lassen, dass hier im Mainthal eine schwache nordsüdlich streichende Verwerfung durchsetzt, welche die Verbreitung oder doch die Mächtigkeit des Salzlagers ungünstig beeinflussen könnte. Die Quartärüberdeckung verhindert, sie an der Oberfläche nachzuweisen. Sie könnte nur durch einige Flachbohrungen festgestellt werden.

Die Mulde ist, wie die Karte erkennen lässt, nach allen Seiten hin von ansteigenden Schichten umschlossen. Besonders stark heben sich die Schichten gegen Nordosten heraus und damit treten auch zahlreiche lokale Störungen ein, die möglicherweise mit Auslaugungsvorgängen am Salzlager im Zusammenhang stehen. Bei Schweinfurt, Sennfeld, Gochsheim und Grettstadt und an zahlreichen Stellen zu beiden Seiten des Mains zwischen Schweinfurt und Hassfurt sind solche Störungen vorhanden, so dass es sehr zweifelhaft ist, ob das Salzlager in diesem Theil des Mainthales noch zu finden sein wird. Auch unter der Stadt Schweinfurt dürfte es bereits fehlen. Gegen Nordwesten, von der Linie Kronungen-Werneck an, heben sich die Schichten ebenfalls stark heraus. Doch tritt der mittlere Muschelkalk erst in weiter Entfernung, im Saaletal und unterhalb Arnstein zu Tage.

Eine verhältnismässig tiefe Lage besitzt dagegen das sich östlich an die Mulde anschliessende Gebiet zwischen Grettstadt, Gerolzhofen und Hassfurt, das bis auf die am Mainthalrand liegenden Striche von Lettenkohlen- und Keuperschichten gedeckt ist. Aber die Lagerung der Schichten ist, wie schon die Höhenzahlen der Karte (S. 128) erkennen lassen, an vielen Stellen unregelmässig. Zwischen Sulzheim, Mönchstockheim und Dingolshausen liegt eine schwache Verwerfung mit grabenförmiger Schichteneinsenkung, an die sich bei Dingolshausen ein Sattel anschliesst, auf dem hier noch einmal der Muschelkalk zu Tage tritt. Weiter nordöstlich durchsetzen mehrere Verwerfungen das Gebiet; zunächst die grosse Kissinger Spalte, die sich über Zell, Wonfurt und Schleichach ins Aurachthal verfolgen lässt, eine andere bei Buch. Eine bedeutende Verwerfung liegt im Mainthal südöstlich von Hassfurt, von der sich bei dieser Stadt weitere Verwerfungen gegen Norden abzweigen, die weiterhin parallel den grossen Verwerfungen im Hassberg verlaufen. Oestlich von Hassfurt fallen die Schichten stark gegen Osten ein. Bei Grettstadt und Dürrfeld durchsetzen schmale Gänge von Hauyn-führendem Nephelinbasalt in nördlicher Richtung die Erdrinde. In den Hassbergen sind solche sehr verbreitet.

Es ist daher sehr zweifelhaft, ob das Salzlager in dem Gebiete zwischen Gerolzhofen und Hassfurt noch eine erhebliche Verbreitung besitzt. Am wahrscheinlichsten dürfte es noch in der Mulde bei Dürrfeld zu finden sein. Doch sind schon bei Grettstadt lokale Schichtenstörungen vorhanden.

Bei Wonfurt und Hassfurt treten auf den Verwerfungsspalten schwache Salzquellen zu Tage (vgl. die Analysentabelle), für welche PECHER annimmt, dass sie ihren Salzgehalt dem ausgelaugten mittleren Muschelkalk, bzw. Resten des ehemals vorhandenen Salzlagers verdanken. Da, wo diese Quellen zu Tage treten, ist im Untergrund das Salzlager höchst wahrscheinlich nicht mehr vorhanden. Es ist mir daher sehr zweifelhaft, ob hier Bohrungen bis auf den Horizont des Salzlagers salzreichere Quellen ergeben würden. Auch bei Sennfeld unfern Schweinfurt treten schwach salzhaltige Quellen aus, die, da das Salzlager noch in der Nähe vorhanden sein kann, durch Bohrungen eine Verstärkung erfahren könnten.

Südöstlich von Gerolzhofen, gegen Ebrach und Prichtsenstadt zu, nehmen die Schichten eine höhere, flach sattelförmige Lagerung an. Doch sind lokale Störungen selten, so dass es recht wohl möglich ist, dass das Salzlager hier im Untergrund noch vorhanden ist. Aehnliche Verhältnisse kehren am westlichen Rande der Mulde bei Werneck und Weigoldshausen wieder; auch bei Zeitzeben und bis nahe gegen Essleben liegen die Schichten noch regelmässig. Bei Mühlhausen und Arnstein aber sind lokale Störungen sehr verbreitet, woraus man schliessen darf, dass das Salzlager hier fehlen wird.

Das die Schweinfurt-Gerolzhofener Mulde gegen Südwesten begrenzende, höher aufragende Gebiet ist von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt, besonders bei Essleben, Wipfeld, Gaibach und Rimbach, dann wieder bei Prichtsenstadt und Wiesentheid. Auch entfernter von diesen Verwerfungen sind lokale Schichtenstörungen verbreitet, besonders in der Umgebung von Wipfeld und Volkach, so dass hier das Salzlager vermuthlich in weiter Erstreckung fehlt. Dagegen sind seitlich der unbedeutenden Verwerfungen bei Prichtsenstadt und Wiesentheid lokale Störungen selten; das Salzlager kann hier weiter verbreitet sein, als die Karte S. 128 angibt.

2. Die Mulde zwischen Kitzingen und Wiesentheid.

Sehr regelmässige Lagerungsverhältnisse der Schichten herrschen wieder in der weiten Ebene zwischen Kitzingen, Wiesentheid, Stadt-Schwarzach und Castell. Auf grosse Erstreckung liegen die Schichten hier ohne irgend welche Störung nahezu horizontal. Wenn das Salzlager in Franken in dem angegebenen Umfang zur Entwicklung gekommen ist, so muss es hier ebenso wie zwischen Schweinfurt und Gerolzhofen noch in grosser Ausdehnung in seiner ursprünglichen Mächtigkeit vorhanden sein. Gegen Norden, Westen und Süden ist die Mulde von ansteigenden Schichten umschlossen, nur gegen Südosten besitzt sie im Keupergebirge, gegen Scheinfeld und Neustadt a/Aisch zu, eine weitere Vertiefung.

Die Oberfläche der Mulde wird ausser von diluvialen Sanden, besonders auch Flugsanden, wesentlich von Lettenkohlschichten gebildet. Nur entlang dem Main hebt sich der Muschelkalk durch die Abtragung der Lettenkohlschichten bis an die Oberfläche heraus, während sich gegen Südosten, bei Rödelsee, Wiesenbronn, Rüdtenhausen und Abtswind, der bunte Keuper den Lettenkohlschichten auflagert.

Bei Stadt-Schwarzach dürfte das Salzlager noch unter den Main hindurch reichen. Bei Sommerach und Dettelbach aber zeigen sich im Muschelkalk bereits beträchtliche lokale Störungen, die mit Auslaugungsvorgängen im Horizonte des Salzlagers in Verbindung stehen können. Bei Albertshausen und Mainstockheim sind Verwerfungen und eine grabenförmige Einsenkung der Schichten nachgewiesen, welche sich gegen Westen an die bedeutenden Verwerfungen bei Rottendorf und

Würzburg anschliessen. Dagegen liegen bei Kitzingen die Schichten ziemlich regelmässig, so dass das Salzlager hier noch unter dem Main fortsetzen könnte. Jedenfalls dürfte es bis nahe an Etwashausen heranreichen. Südwestlich der Mulde, zwischen Kitzingen und Iphofen, aber sind wieder Verwerfungen und Sattel- und Muldenbildungen vorhanden, welche sich bis gegen Willanzheim und Einersheim erstrecken. Bei Hoheim ist bunter Keuper zwischen Muschelkalk und Lettenkohlschichten eingesunken. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass das Salzlager zwischen Kitzingen und Iphofen in grösserer Ausdehnung fehlt.

Gegen Südosten schliesst sich daran ein ausgedehnter flacher Sattel, der sich über Mönchsontheim, Nenzenheim und Hellmitzheim nach Nordheim im Ehegrund und von hier, gegen Südwesten umbiegend, über Herbolzheim, Seenheim nach Steinach - Ohrenbach und Rothenburg o/T. verfolgen lässt. Dabei steigen die Schichten allmählich an, wie die Karte S. 128 deutlich erkennen lässt; die obere Grenze des Muschelkalks liegt bei Kitzingen ungefähr in 230, bei Mönchsontheim in 260, bei Nordheim in 280, bei Seenheim in 350, bei Hartershofen in 380 und bei Rothenburg in 400—420 m Meereshöhe. Die Oberfläche wird meist von den Schichten der Lettenkohle und des bunten Keupers gebildet. Zwischen Einersheim, Hellmitzheim, Nenzenheim und Herrnsheim liegen die Schichten flach, lokale Störungen sind sehr selten, so dass das Salzlager hier noch vorhanden sein könnte. Auch im Ehegrund, zwischen Nordheim und Ulsenheim, woselbst das Grundgypsflötz des Keupers in grösserer Ausdehnung an die Oberfläche tritt, ist die Schichtenlagerung im Ganzen noch regelmässig. Doch stellen sich hier und da bereits Störungen ein, z. B. bei Deutenheim, bei der Ruine Hohenkottenheim, bei Ulsenheim und Seenheim. Zwischen Uffenheim und Steinach sind dann Lagerungsstörungen sehr verbreitet, die es mir sehr wahrscheinlich machen, dass das Salzlager hier in weiter Erstreckung der Auslaugung zum Opfer gefallen sein kann.

3. Das Gebiet zwischen Burgbernheim und Windsheim.

Wie bereits angegeben, setzt die Schichtenmulde zwischen Kitzingen und Wiesentheid über Castell und Scheinfeld nach Neustadt a/Aisch zu fort. Hierin wird das Salzlager, wenn es zur Entwicklung gekommen ist, noch in weiter Erstreckung vorhanden sein. Doch nimmt die Keuperüberdeckung gegen Südosten allmählich zu. In mässiger Tiefenlage dürfte das Salzlager aber noch im Thale hinter Iphofen und im Bibarththale zwischen Birklingen und Altmannshausen bei Markt Bibart vorhanden sein, während es bei dem zuletzt genannten Orte und bei Scheinfeld schon gegen 250 m, bei Neustadt a/Aisch gegen 280 m tief unter der Thalsole liegen würde.

An diese Schichtenmulde schliesst sich gegen Süden ein Gebiet mit sehr flacher regelmässiger Schichtenlagerung im oberen Aischgrund, zwischen Burgbernheim und Windsheim, an. Lokale Schichtenstörungen sind hier ausserordentlich selten. Die Oberfläche wird von den Schichten der Lettenkohle und den untersten Gliedern des unteren Gypskeupers gebildet. Eine flache Mulde verläuft in südsüdwest-nordnordöstlicher Richtung zwischen Burgbernheim und Wiebelsheim; daran schliesst sich gegen Osten ein gleich gerichteter flacher Sattel zwischen Markt Bergel und Windsheim, der sich nur etwa 15 m über die genannte Mulde erhebt, also so flach ist, dass er die Verbreitung des Salzlagers kaum beeinflussen dürfte. Auch weiter östlich, bis über Ipsheim hinaus, ist die Schichten-

neigung gegen Osten noch sehr gering und wird erst näher der Mulde Scheinfeld-Neustadt etwas stärker, wodurch sich dort mächtigere Keuperschichten auflegen.

Wenn das Salzlager hier zur Entwicklung gekommen ist, so wird es sich wahrscheinlich durch den ganzen oberen Aischgrund, von Burgbernheim bis Ipsheim und Neustadt verbreiten. Gegen Westen aber dürfte durch den hochaufragenden Schichtensattel zwischen Seenheim, Steinach und Rothenburg, in dem sich schon bei Pfaffenhofen, Hochbach, Hilpertshof, Habelsee und Steinach lokale Störungen in den ziemlich stark (mit 20–40 m auf den Kilometer) ansteigenden Schichten bemerkbar machen, eine deutliche Grenze des Salzlagers gegeben sein. Günstige Ansatzstellen für Versuchsbohrungen würden bei der Aischquelle bei Illesheim und in den Thalgründen bei Schwebheim und Wiebelsheim liegen.

Zwischen Steinach, Taubertzell und Rothenburg liegen die Schichten durchweg hoch (obere Grenze des Muschelkalks 380–410 m) und steigen gegen Westen noch weiter an. Im Tauberthal tritt zwischen Rothenburg und Taubertzell bereits der mittlere Muschelkalk zu Tage. Bei Rothenburg fehlt das Salzlager; doch machen sich lokale Schichtenstörungen nur wenig bemerkbar, woraus man schliessen darf, dass das Salzlager, wenn es überhaupt noch zur Entwicklung kam, nur noch geringe Mächtigkeit besass.

Das Gebiet zwischen Uffenheim, Aub und Röttingen liegt tiefer (obere Grenze des Muschelkalks 300–330 m); lokale Lagerungsstörungen sind deutlich und sehr verbreitet, so dass es mir sehr zweifelhaft ist, ob das Salzlager in der Umgegend von Uffenheim und Aub noch irgendwo zu finden sein wird. Der Muschelkalk ist zwar in grosser Ausdehnung noch von Lettenkohlschichten überdeckt, aber die Schichten liegen gegenüber dem Ausgehenden des mittleren Muschelkalks im Tauberthale zu flach; es fehlt ein deutlicher muldenförmiger Abschluss des Gebietes. Auf dem benachbarten württembergischen Gebiet wird das Salzlager jedenfalls nicht mehr vorhanden sein.

4. Das Gebiet zwischen Kitzingen und Seinsheim.

Eine bedeutend tiefere und sehr regelmässige Lagerung besitzen die Schichten zwischen Kitzingen und Seinsheim. Sie liegen um 30–60 m höher als zwischen Kitzingen und Wiesentheid, was zur Folge hat, dass das Mainthal zwischen Kitzingen und Marktbreit ziemlich tief in den sonst von Lettenkohlschichten gedeckten oberen Muschelkalk eingeschnitten ist. Doch sind lokale Lagerungsstörungen sehr selten, nur einmal beobachtete ich solche im oberen Muschelkalk bei Marktstett, so dass es mir sehr wahrscheinlich ist, dass das Salzlager — immer unter der Voraussetzung, dass es ursprünglich zur Entwicklung kam — entlang dem Main zwischen Kitzingen und Marktbreit noch in beträchtlicher Ausdehnung vorhanden ist. Es kann gegen Nordwesten bis über das Kaltensondheimer Thal hinaus, bis Reppendorf und vielleicht bis nahe an Biebelried heranreichen. Unter Kitzingen hindurch könnte es mit dem Salzlager von Gross- und Kleinlangheim in direkter Verbindung stehen. Gegen Südosten dürfte es bis Seinsheim und Frankenberg sich erstrecken.

Als günstiges Gebiet für Bohrungen könnte die Umgegend von Sulzfeld*) bezeichnet werden. Doch würde es sich empfehlen, zuerst in einem Seitenthälchen

*) Der Name Sulzfeld deutet auf das Vorkommen von salzigem Wasser hin. Es ist nicht ausgeschlossen, dass hier in früherer Zeit einmal eine schwache aufsteigende Quelle salzhaltigen Wassers, vielleicht nahe dem Mainfluss, vorhanden war, welche später durch Schliessung der Klüfte im Anhydritflöz versiegte oder sich im Mainkiez verlor.

zu bohren, da unter der quartären Ueberdeckung der Thalsohle des Mains sich etwa vorhandene Lagerungsstörungen nicht nachweisen lassen. Man würde bei Sulzfeld schon in 100—120 m Tiefe den Horizont des Salzlagers erreichen.

5. Das Gebiet zwischen Ochsenfurt, Giebelstadt und Gelchsheim.

Südwestlich der Linie Ippesheim, Wässerndorf, Obernbreit, Marktbreit und Kaltensondheim sind in den ansteigenden Schichten Lagerungsstörungen sehr verbreitet; theils sind sie wohl weiterreichenden Ursprungs, einer flachen sattelförmigen Schichtenaufbiegung zwischen Würzburg und Uffenheim entsprechend grossentheils aber anscheinend lokaler Natur und vielleicht durch Auslaugungsvorgänge im Horizont des Steinsalzlagers entstanden. Besonders stark sind diese, Störungen zwischen Marktbreit, Ochsenfurt, Erlach, Sommerhausen und weiterhin bis gegen Würzburg, so dass in diesem Gebiete und im Mainthal abwärts von Ochsenfurt, woselbst bereits der Enkrinitenkalk an die Thalsohle tritt, das Salzlager kaum noch zu finden sein wird. Zwischen Marktbreit, Aub und Uffenheim ist die Lagerung der Schichten in grosser Erstreckung noch ziemlich regelmässig und es ist nicht ausgeschlossen, dass das Salzlager hier stellenweise, z. B. bei Herrenbergtheim, noch in einiger Verbreitung vorhanden ist.

In grösserer Ausdehnung sind bei flacher muldenförmiger Gestaltung sehr regelmässige Lagerungsverhältnisse der Schichten zwischen Ochsenfurt, Giebelstadt und Gelchsheim nachzuweisen. Doch ist die Eintiefung der Mulde gegenüber dem Ausgehenden des mittleren Muschelkalks im Tauberthal und am Main bei Würzburg nicht beträchtlich. Zu einer ersten Versuchsbohrung würde sich das Thal bei Gaukönigshofen, in der Mitte und im tiefsten Theil der Mulde gelegen, eignen. Ist das Salzlager hier vorhanden, dann kann es sich bis an den Main bei Ochsenfurt, gegen Süden bis Gelchsheim, gegen Westen bis über Giebelstadt hinaus erstrecken. Doch wird es nur wenig über den Main hinüberreichen.

In der Linie Aub, Riedenheim, Stalldorf, Gaurettersheim, Bütthardt, Kirchheim, Klein-Rinderfeld und Rottenbauer, also rings um die Mulde herum, sind Lagerungsstörungen sehr verbreitet; theils sind sie weiterreichenden Ursprungs, wie z. B. bei Gaurettersheim, theils lokaler Natur und vielleicht durch Auslaugungsvorgänge im Horizonte des Salzlagers entstanden. Es lässt sich mit ziemlicher Sicherheit vorhersagen, dass das Salzlager, wenn es in der genannten Mulde überhaupt vorhanden ist, die westliche Grenze Unterfrankens nicht erreicht.

6. Das Gebiet zwischen Würzburg, Dettelbach und Essleben.

Eine der vorstehend geschilderten ähnlich beschaffene flache Mulde breitet sich ferner zwischen Würzburg, Dettelbach und Essleben aus. Das Muldentiefste liegt bei Bergtheim und Opferbaum, woselbst den Lettenkohlschichten noch bunter Keuper bis hinauf zur Bleiglanzbank aufgelagert ist. Die Lagerung der Schichten ist mit geringen Ausnahmen eine sehr regelmässige, ebenso weiter südlich bei Ober- und Unter-Pleischfeld, Seligenstadt, Kürnach und Burggrumbach. Westlich von letzterem Ort steigen die Schichten stark an, zeigen vielfach unregelmässige Lagerung und bei Güntersleben tritt bereits der mittlere Muschelkalk an die Oberfläche. Zwischen Kürnach, Estenfeld und Rottendorf sind dagegen flache Mulden vorhanden, in denen noch bunter Keuper liegt; sie erstrecken sich bis zum Faulen Berg und zur Rosenmühle bei Würzburg. Ob auch in diesen Mulden zwischen Würzburg und Estenfeld das Salzlager noch

vorhanden sein wird, ist zum mindesten sehr zweifelhaft. Solange das Salzlager bei Bergtheim nicht nachgewiesen ist, sollte man Bohrversuche unterhalb Kürnach nicht vornehmen. In Würzburg tritt bereits der Wellenkalk zu Tage. Auf den durch den Untergrund der Stadt setzenden Verwerfungsspalten und aus den dolomitischen Schichten des mittleren Muschelkalk treten daselbst starke Quellen aus, deren Gehalt an Chlornatrium sehr gering ist (vgl. die Analysentabelle). Doch lässt sich daraus nicht der Schluss ziehen, dass das Salzlager erst in einigen Stunden Entfernung noch vorhanden sein kann.

Zwischen Wipfeld und Dettelbach sind die Schichten in nord-südlicher Richtung sattelförmig aufgebogen; lokale Störungen sind daselbst sehr verbreitet. Wahrscheinlich steht das Salzlager von Stadt-Schwarzach mit dem von Bergtheim, wenn beide vorhanden sind, in keinem direkten Zusammenhang, sondern ist zwischen Volkach und Dettelbach auf grössere Erstreckung unterbrochen.

7. Das Gebiet des Steigerwaldes.

Eine sehr regelmässige Lagerung mit flacher Neigung gegen Osten besitzen die Keuperschichten im Steigerwald, und es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sich hier das Steinsalzlager des mittleren Muschelkalks noch grösstentheils in der Verbreitung vorfindet, in der es ursprünglich entstanden ist. Seine Ueberdeckung ist jedoch meist zu mächtig, um noch eine gewinnbringende Ausbeutung des Salzes zu gestatten. Bei Neustadt a./Aisch müsste man nur etwa 280 m tief bohren, um das Salzlager zu erreichen, bei Bamberg aber schon gegen 500 m tief. Es erscheint daher überflüssig, dieses gegen 1000 Quadratkilometer grosse Gebiet eingehender zu schildern.

Die günstigsten Bedingungen für die Entwicklung des Salzlagers bieten diejenigen Gebiete, welche von der südöstlichen Küste am entferntesten liegen, also die Gebiete entlang dem Mainthal, besonders dasjenige zwischen Schweinfurt und Gerolzhofen. Hier wird das Salzlager voraussichtlich auch am mächtigsten und reinsten sein. Weniger günstig sind diese Bedingungen für das Gebiet zwischen Burgbernheim und Windsheim, da dieses der ehemaligen Küste viel näher liegt. Für die Erhaltung des Salzlagers gegenüber der Auslaugung durch Tiefenwasser bieten die Gebiete zwischen Schweinfurt und Gerolzhofen, zwischen Kitzingen und Wiesentheid und zwischen Burgbernheim und Windsheim in gleicher Weise günstige Lagerungsverhältnisse.

Für die erste Aufsuchung des Salzlagers würde es sich daher am meisten empfehlen, eine Bohrung in dem Gebiete bei Schweinfurt, etwa bei Bergtheimfeld oder besser bei Schwebheim oder Spiesheim, oder in dem Gebiete zwischen Kitzingen und Wiesentheid, etwa bei Kleinlangheim, vorzunehmen. Fehlt das Salzlager an diesen Punkten, dann ist es in Franken wahrscheinlich überhaupt nicht zur Entwicklung gekommen. Ist es vorhanden, so lässt sich daraus noch nicht schliessen, dass es sich auch zwischen Windsheim und Burgbernheim finden wird. Würde aber eine Bohrung in dem letztgenannten Gebiete das Salzlager feststellen, dann dürfte es am Mainthal höchstwahrscheinlich ebenfalls vorhanden sein.

Die vorstehenden Ausführungen wurden in dem Sinne geschrieben, in dem ich sie in wesentlich kürzerer Form im August 1899 dem königl. bayer. Staatsministerium vorgelegt habe. Kurz vorher wurde von Seiten des königl. Staatsärars

mit einer Bohrung bei der Aumühle bei Burgbernheim begonnen, welche bereits zu Anfang September das Salzlager erreichte und für dasselbe, nach freundlicher Mittheilung der Herren Oberbergrath KRAMER und ATTENKOFER in München, eine Mächtigkeit von 15 m ergab. Eine zweite Bohrung bei der Aumühle und eine dritte, 3 km weiter nordöstlich, bei Schwebheim, niedergebrachte, hatten das gleiche Ergebnis. Das Salz ist grobkristallinisch, etwas thonig und enthält Anhydritsporaden, besitzt also etwa dieselbe Beschaffenheit wie das Salzlager bei Wilhelmglück.

Dieses gleichartige Ergebnis der drei Bohrungen gestattet den Schluss, dass die festgestellte Mächtigkeit des Salzlagers von 15 m für dieses Gebiet die ursprüngliche ist, dass hier also wahrscheinlich sekundäre Auslaugung noch gar nicht stattgefunden hat. Auf Grund dieses Resultates habe ich dann vorausgesagt, dass das Salzlager in den Gebieten am Main, den Verhältnissen in Württemberg entsprechend, eine ursprüngliche Mächtigkeit von 30—40 m besitzen und auch in seiner Reinheit dem Salzlager bei Heilbronn und Jagstfeld nahe stehen dürfte. In der That hat eine daraufhin bei Kleinlangheim niedergebrachte Bohrung eine sehr grosse Mächtigkeit des Salzlagers ergeben; wie viel in Metern ist mir zur Zeit nicht bekannt.

Bei der noch bedeutenden Mächtigkeit des Salzlagers im Aischgrund ist es nicht unwahrscheinlich, dass es sich noch weiter südöstlich, gegen die alte Küste zu, verbreitet und im obersten Theil der Thalgebiete der fränkischen Rezat und der Altmühl in noch thonigerer Beschaffenheit als bei Burgbernheim und der Keuperüberdeckung entsprechend tieferer Lage zu finden sein wird. Besonders wahrscheinlich ist es mir, dass das Salzlager unter der Frankenhöhe in der südwestlich streichenden, jedoch allmählich ansteigenden Mulde Wiebelsheim-Burgbernheim sich noch weiter, über Windelsbach hinaus, verbreitet. Es könnte sich noch zwischen Kirnberg und Gebattel bei Rothenburg finden, vielleicht auch noch bei Bockenfeld im oberen Tauberthal, jedoch voraussichtlich in einer Beschaffenheit, die es nur mehr zur Soolegewinnung tauglich erscheinen lässt. Bei Diebach, zwischen Rothenburg und Schillingsfürst, wird die Mulde von Querverwerfungen durchsetzt, weiter südwestlich verengert sie sich stark und geht auf württembergischem Gebiet in eine Verwerfung über, die bis Hall verfolgt wurde. Bei Diebach und weiter westlich und südwestlich wird das Salzlager jedenfalls fehlen. Lokale Störungen, die eine Folge der sekundären Auslaugung des Salzlagers sein können, machen sich im Muschelkalk des Tauberthales bei Rothenburg unterhalb der Einmündung des Schandtauberthales, in diesem und im Vorbachthälchen deutlich bemerkbar; weiter gegen Südosten liegen die Schichten, von einer leichten Flexur beim Siechenhaus abgesehen, ziemlich regelmässig gegen Südosten geneigt, so dass das Salzlager bis nahe an die Stadt Rothenburg heranreichen könnte.

Die Bohrerergebnisse machen es mir in hohem Maasse wahrscheinlich, dass meine Vorausberechnung in ihrem ganzen Umfang richtig sein wird. Es lässt sich nun voraussagen, dass das Salzlager des mittleren Muschelkalks in Franken eine grössere Verbreitung besitzen wird, als für Württemberg und Baden zusammen genommen bekannt ist und zwar nicht nur absolut, einschliesslich der Gebiete mit mächtigerer Schichtenüberdeckung, sondern auch in Bezug auf diejenigen Gebiete, welche nur eine Decke von Lettenkohlschichten und wenig mächtiger Keuperschichten tragen, in denen sich also das Salzlager in mässiger Tiefenlage befindet, und auch hinsichtlich der Lage der Verkehrswege, der bestehenden

und projektirten Eisenbahnen*) und des Mains, für den in diesem Theile, zwischen Würzburg und Schweinfurt, gegenwärtig die Kettenschleppschiffahrt eingerichtet wird.

IV. Die Steinsalz- und Salzmergellager des bunten Keupers.

1. Des unteren Gypskeupers.

Bei einer in den Jahren 1818 und 1819 in der Nähe von Vic in Lothringen niedergebrachten, auf die Auffindung von Kohlen gerichteten Bohrung fand man in einer Tiefe von 65 m unter der Oberfläche, etwa 60 m unter dem Schilfsandstein beginnend, im Salzkeuper (unteren Gypskeuper) Steinsalz. Seitdem wurde dasselbe in einer Längserstreckung von 25 km, von Pettoncourt, westlich von Vic, bis Dieuze reichend, durch Bohrungen nachgewiesen. Das Steinsalz tritt in zahlreichen (12—13) Lagerstätten auf, welche durch Zwischenmittel von Mergeln mit Gyps und Anhydrit getrennt werden und ist selbst häufig damit stark durchsetzt. Nach den Ergebnissen einer Bohrung bei Remilly**) liegt das Salz in grauen Mergeln zwischen Anhydrit und Gyps wenige Meter über dem Grenzdolomit der Lettenkohle, also in dem Horizont, der ungefähr der fränkischen Grundgypsschicht (vgl. diese Jahreshefte, I, 1888, S. 85) entspricht. Dem gleichen Horizont gehören vielleicht die untersten Salzlager im Schachte Saint-Etienne bei Dieuze an. Darüber folgen dann 50 m Mergel mit Gyps und Anhydrit und dann der obere Salzhorizont, der in zwölf einzelne, zum Teil bis 14,5 m, insgesamt bei Vic bis 65 m, bei Dieuze 49 m mächtige Salzlager getrennt ist. Auch diese Schichten liegen noch unter dem Horizonte der fränkischen Corbulabank (den unteren Estheriensichten), ob unter oder über der Bleiglanzbank, lässt sich, da die Bleiglanzbank in Lothringen nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist, jedoch nicht bestimmt angeben.

Auch in der Umgegend von Göttingen ist im Bohrloch der Saline Louisenhall nach den Mittheilungen von A. TORNQUIST***) in der Tiefe von 427,8—446,5 m im unteren Gypskeuper ein mächtiges Salzlager erbohrt worden. TORNQUIST stellt dasselbe in die Region der Mergel über der Bleiglanzbank, doch ist letztere nicht mit Sicherheit festgestellt. Nach den Ergebnissen der Bohrung am Pfingstanger bei Harste kommen dort dicht unter dem Schilfsandstein schon Mergel mit Gyps und Salz vor.

Diese Salzmergel fehlen auch in Bayern und Württemberg nicht gänzlich. Die Saline Wimpfen hat lange Zeit hindurch eine schwache Salzquelle versotten, welche aus dem Keuper kommt und zwar aus den tiefsten Schichten, da bei Wimpfen der bunte Keuper nur in unter der Bleiglanzbank liegenden Gliedern vorhanden ist. Auch in Bayern finden sich im unteren Gypskeuper schwache

*) Ausser der Linie Gerolzhofen-Schweinfurt ist vom letzten bayerischen Landtag auch noch der Bau einer Eisenbahn von Ochsenfurt nach Röttingen genehmigt worden, welche das Gebiet Ochsenfurt—Giebelstadt—Gelchsheim durchschneidet.

**) Nach VAN WERVENKE in den Erläuterungen zur geolog. Uebersichtskarte des westlichen Deutsch-Lothringens S. 24.

***) A. TORNQUIST, Der Gypskeuper in der Umgebung von Göttingen. Inaugural-Dissertation 1892, S. 14. Die dünnen, „bis 1 cm starken Lagen von weissem Pulver, welches aus kleinsten Dolomit- und Quarzkryställchen besteht“, deutet TORNQUIST (S. 25) als Auslaugungsrückstand von Steinsalzlagerstätten. Doch sind solche Quarzkryställchen auch in den Gypslagerstätten reichlich enthalten, nicht selten ohne die grösseren porösen Quarze, so dass daraus noch nicht auf ursprünglich vorhandene Steinsalzlagerstätten geschlossen werden darf.

Salzquellen nur nahe der Grundgypsschichte. Solche sind bekannt bei Oestheim und Diebach unfern Schillingsfürst, unfern der Aumühle bei Burgbernheim, in Windsheim, als Sulzbrunnen bei Herbolzheim im Ehegrund, bei Bergtheim und Opferbaum, bei Hofheim und bei Königshofen im Grabfeld.

Das Wasser der Windsheimer Quelle ist von Dr. H. STOCKMEIER*) analysirt worden und hat fast $\frac{1}{2}$ Procent Chlornatrium (Kochsalz) und fast ebenso viel schwefelsaures Natrium (Glaubersalz) neben schwefelsaurem Magnesium (Bittersalz), Chlorkalium, Bromnatrium und Chlorlithium ergeben (vgl. die Analysentabelle). Das Wasser kommt nach den Angaben des Analytikers in einem $17\frac{1}{2}$ m tiefen Schacht aus Keupersandstein, der weiter oben von einer beträchtlichen Gypsschicht (jedenfalls der Grundgypsschicht) überlagert wird.**). Es dürfte seinem Ursprunge nach aus dem Gypskeuper stammen. Eine aufsteigende Quelle, die ihren Salzgehalt etwa dem in der Tiefe liegenden Salzlager des mittleren Muschelkalks verdankt, ist keinenfalls anzunehmen.

Die an Wassermenge beträchtlich stärkere Königshofener Quelle kommt direct aus der Grundgypsschicht. Die von Herrn A. SCHWAGER im chemischen Laboratorium des kgl. Oberbergamts in München ausgeführte Analyse ergab eine Zusammensetzung, die der des Windsheimer Wassers sehr ähnlich ist (vgl. die Analysentabelle). Beide Wasser sind schwache Bitterwasser. Ihre Zusammensetzung ist auch ähnlich der des Mergentheimer Wassers.

Bei einer Brunnenbohrung bei dem ersten Bahnwärterhaus von Hellmitzheim nach Marktbibart (an der Strecke Würzburg—Nürnberg) hat man nach der Aussage der Bahnbeamten ein wesentlich salzreichereres Bitterwasser erschlossen, das „ganz abscheulich“ geschmeckt haben soll, so dass der Brunnen wieder zugeworfen wurde. Wahrscheinlich hatte der Bohrer noch stark salzhaltige Mergel angetroffen. Ueber einzelne Bestandtheile des Wassers vgl. Anhang S. 148, Nr. 18.

Diese Salzquellen beweisen, dass auch in Franken im Gypskeuper Steinsalz abgeschieden wurde und stellenweise noch vorhanden ist. In einem Gypsbruche bei Opferbaum***) (zwischen Würzburg und Schweinfurt) sieht man über den Gypsbänken der Grundgypsschicht 4,7 m hellgraue und dunkelgraue Gypsmergel, reich an ausblühenden Magnesiumsalzen und Chlornatrium, welche den Horizont der Salzabscheidung bezeichnen. Auch die Mergel innerhalb der Grundgypsschicht lassen bei trockenem Wetter häufig Salzausblühungen erkennen. In den Gypslagen und Mergeln zwischen der Bleiglanzbank und der Corbulabank machen sich am Schwanberg bei Iphofen ebenfalls Salzausblühungen bemerkbar, welche wenigstens andeuten, dass auch hierin, in bedeutend höheren Schichten, noch Salzabscheidung stattgefunden haben kann, wofür auch die zahlreichen Bänkchen mit Steinsalzpsedomorphosen einen gewissen Anhalt bieten.

Ob in Franken auch noch mächtigere Lagen von reinem Steinsalz zur Abscheidung gelangt sind, ist zunächst noch zweifelhaft. Es ist recht wohl möglich, dass eine mächtigere Salzablagerung nur in der äusseren Keuperzone erfolgt ist,

*) H. STOCKMEIER, Ueber eine brom- und lithiumhaltige Bitterquelle in Windsheim. Forschungsberichte über Lebensmittel und ihre Beziehungen zur Hygiene, über forense Chemie und Pharmakognosie I, 4. Heft.

***) Die Angaben über die Schichtenfolge sind nicht ganz zuverlässig, da zwischen dem Keupersandstein und der Grundgypsschicht doch noch der bei Windsheim sehr deutlich entwickelte Grenz dolomit liegen müsste, der in zahlreichen Brunnen Windsheims erschlossen wurde.

****) Vgl. H. THÜRACH, Uebersicht über die Gliederung des Keupers in Franken. Geognostische Jahreshefte I, Profil II, S. 87.

wozu nach meiner Auffassung die Gebiete Lothringens und die Umgegend von Göttingen*) gehören und dass in der fränkischen Keuperbucht, dem Ueberwiegen klastischer Einschwemmungen entsprechend, der Einfluss einströmender Süßwasser zu stark war, um eine bedeutende Salzabscheidung zu ermöglichen. Damit steht jedoch in Widerspruch, dass die Salzquellen von Windsheim und Königshofen neben Kochsalz bedeutende Mengen der leichtlöslichen Kali- und Magnesiasalze und Chlorkalium enthalten, woraus hervorgeht, dass der Salzsee eine sehr hohe Concentration erreichte und vielleicht nahezu oder völlig austrocknete und dass die weitere Einschwemmung von thonigem Material, das sich später über die Salzlager ausbreitete, in eine gesättigte Salzlösung erfolgt sein muss.

Es ist aber auch denkbar, dass sich in Lothringen und bei Göttingen Mulden befanden, die, mit grösseren Mengen gesättigter Soole erfüllt, eine bedeutendere Salzabscheidung gestatteten, als ein seichter Salzsee, wie er vielleicht in Franken vorhanden war. Sehr wohl möglich ist es ausserdem, dass wir die Salzlager im Gypskeuper Frankens nur noch nicht kennen, dass sie in der Tiefe noch vorhanden sind. Die Salzlager im Keuper Lothringens und bei Göttingen sind auch nur durch Tiefbohrungen gefunden worden.

Für die allenfallsige Aufsuchung dieser möglicherweise vorhandenen Salzlager und die Bestimmung geeigneter Ansatzstellen für Tiefbohrungen ist zunächst zu erwägen, dass der nachtheilige Einfluss einströmender Süßwasser auf die Entwicklung der Salzlager nahe der Küste und in der oben geschilderten Keuperbucht am bedeutendsten gewesen sein wird. Diese Küste lag am vindelicischen Gebirge nur wenig (vielleicht 10 km) weiter südöstlich als zur Muschelkalkzeit. Aber die Einschwemmungen waren zur Keuperzeit viel bedeutender als zur Zeit der Bildung des mittleren Muschelkalks. Es steht daher nicht zu erwarten, dass nahe der Küste Steinsalzlager zur Entwicklung gekommen sein werden. Doch hat eine in der Rosenau in Nürnberg vorgenommene, bis 195 m tief reichende Bohrung, die noch etwa 140 m tief den unteren Gypskeuper durchteufte, also nahezu bis zur Sohle desselben reichte, ein nach Bittersalz schmeckendes Wasser ergeben.***) Auch bei Erlangen und Ansbach hat man im unteren Gypskeuper, in dem hier bereits der Benker Sandstein entwickelt ist, gebohrt und noch Gyps, aber keine Salzlager angetroffen.

Mit der Entfernung von der Küste nimmt die Gypsabscheidung im unteren Gypskeuper bedeutend zu und erreicht für Franken ihr Maximum am westlichen Rande des Steigerwaldes und der Hassberge und im Grabfeld in der früher (S. 49) geschilderten Mulde. Auch die quarzigen Ausscheidungen im Gyps sind in diesem Gebiete viel reichlicher erfolgt als näher der Küste, wo sie z. B. schon im Aischgrund kaum mehr zu finden sind, während sie sich am Schwanberg bei Iphofen und besonders im Grabfeld deutlich bemerkbar machen. Wenn daher in diesen Schichten in Franken Salzlager zur Entwicklung gekommen sind, so wird dies am

*) TORNQVIST stellt (a. a. O. S. 36) den Gypskeuper der Gegend von Göttingen noch zur mittleren Keuperzone. Doch sind meines Erachtens durch das Fehlen der charakteristischen fossilführenden Bänke Frankens in ihrer typischen Ausbildung, wie Bleiglanzbank, Corbulabank, Lehrbergschicht und der Semionoten führenden Sandsteine, sowie durch das Auftreten der Muschelbänke im Steinmergelkeuper auch eine Reihe von Merkmalen gegeben, welche mehr auf die Ausbildung des Keupers in der äusseren Keuperzone verweisen. Scharfe Grenzen lassen sich zwischen den einzelnen Zonen nicht ziehen.

***) v. GÜMBEL, Geologie von Bayern, II. Bd., S. 744.

wahrscheinlichsten im Grabfeld, in den westlichen Theilen der Hassberge und des Steigerwaldes der Fall gewesen sein.

Die auslaugende Thätigkeit der Tiefenwasser wird auf die Salzlager des Keupers ähnlich gewirkt haben wie auf das des mittleren Muschelkalks. Wo wir im Keuper beträchtliche Lagerungsstörungen finden, wie z. B. bei Neuhoftun fern der Station Dettelbach, an der grossen Hassbergspalte und im Kraichgau, da ist nicht nur oberflächlich, sondern auch bis in grosse Tiefen aller Gyps verschwunden. Dass er vorhanden war, beweisen die quarzigen Auslaugungsrückstände. Die pseudomorph in Kalkspath umgewandelten, häufig hohlen Gypsknollen, wie sie z. B. bei Neuhoftun und im Kraichgau vorkommen, deuten an, dass die Auslaugung grösstentheils in einer längst vergangenen Periode stattfand, als die Keuper-schichten noch nicht so weit abgetragen waren als jetzt. Wo die Lagerung der Schichten dagegen nicht oder nur wenig gestört wurde, da ist der Gyps vorhanden. Wenn schon der Gyps in solchem Maasse der Auslaugung anheimfällt, um wie viel ausgedehnter kann dies beim Salz der Fall sein!

Die Mergel des unteren Gypskeupers nehmen das Wasser nur langsam auf, so dass ein grosser Theil der atmosphärischen Niederschläge oberflächlich abfliesst. Doch dringt noch ziemlich viel Wasser ein, sinkt in die Tiefe und kommt, meist im Horizont der Gypslager, als hoch gypshaltiges Quellwasser wieder zum Vorschein. Im Einzugsgebiet dieser oft sehr starken Quellen (mit 10—50 Sekundenlitern) wird man daher nach mächtigen Salzlagern vergebens suchen.

Für die Erhaltung dieser Salzlager dürfte, wie für das Salzlager des mittleren Muschelkalks, eine flache, wenig gestörte, muldenförmige Schichtenlagerung eine wesentliche Bedingung sein. In der That liegen die Salzlager zwischen Vie und Dieuze in einer solchen Mulde, von der aus die Schichten gegen Norden, Osten und Südosten ansteigen, während sie sich unter mächtiger Ueberdeckung gegen Westen weiter einsenken. Eine weitere Bedingung scheint das Vorhandensein einer mächtigeren, wasseraufhaltenden Decke zu sein. Dieselbe kann theilweise schon durch Schichten des unteren Gypskeupers gegeben sein. Vollkommener dürfte sie durch die rothen Keupermergel der Berggypsschichten erreicht werden, da diese durchschnittlich thoniger sind als die des unteren Gypskeupers, leicht verlehmen und das Wasser dann noch weniger aufnehmen. Ausserdem wird das Ausgehende des unteren Gypskeupers, bzw. der salzföhrnden Schichten, wenigstens ein paar Kilometer entfernt liegen müssen, wenn noch mächtige Steinsalzlager vorhanden sein sollen.

Diesen Bedingungen entsprechen die westlichen Theile des Steigerwaldes in grösserer Ausdehnung. Südwestlich, westlich und nordwestlich des Gebirges heben sich die Schichten heraus, gegen Osten senken sie sich unter mächtiger Ueberdeckung weiter ein. Im Thale der rauhen Ebrach treten bei Geussfeld und Wustviel noch die Estheriensichten des unteren Gypskeupers zu Tage, bis Untersteinach der Schilfsandstein, weiter abwärts bis Schönbrunn am Thalgehänge nur Berggypsschichten. Im Thal der Mittel-Ebrach taucht bei Ebrach noch gerade der Schilfsandstein auf, abwärts bis weit unterhalb Burgwindheim nur noch die Berggypsschichten. An der reichen Ebrach breitet sich zwischen Geiselwind und Schlüsselfeld nahe der Thalsole der Schilfsandstein aus. Diese drei Thäler dürften für die etwaige Aufsuchung von Steinsalzlagern im Gypskeuper, der am Ausgehenden eine Gesamtmächtigkeit von gegen 200 m erreicht, in erster Linie in Betracht zu ziehen sein. Im Scheinbachthal zwischen Stierhofstetten, Oberscheinfeld und Schein-

feld ist der untere Gypskeuper bereits bis auf die Corbulabank abgetragen, noch tiefer im Bibartthale zwischen Birklingen (bei Castell) und Marktbibart. Hier werden etwa in den Gypshorizonten zwischen Bleiglanzbank und Corbulabank entwickelte Salzlager schon kaum mehr zu finden sein. Dagegen dürften, den Verhältnissen am Bahnwärterhaus oberhalb Hellmitzheim entsprechend, auch im Thale hinter Iphofen (am Vehrach), bei Rödelsee, Wiesenbronn und Castell noch Bitterwasser aus den Mergeln nahe der Grundgypsschichte erschlossen werden können, was, da an diesen Orten auch das Salzlager des mittleren Muschelkalks vorhanden sein wird, für die etwaige Anlage von Soolbädern eine gewisse Bedeutung hat.

Weiter südlich, näher den Küstengebieten, hat bereits bei Sugenheim zur Aufsuchung von gutem Trinkwasser eine Tiefbohrung stattgefunden. Aus dem Bohrloch fließt jetzt noch ein schwach salz- und stark gypshaltiges Wasser. Die im Horizont der Corbulabank angesetzte Bohrung scheint nicht tief gereicht zu haben. Salzlager hat man nicht angetroffen. Doch sind Meißelbohrungen ohne Lauchenspülung für das Fehlen von Salzlagern nicht völlig beweisend.

Sollten im Steigerwald im unteren Gypskeuper Salzlager wirklich vorhanden sein, dann könnten sie sich in einer Tiefe von 200 bis 300 m auch im Untergrund von Bamberg, sowie weiter nördlich im Main- und Baunachthal noch finden.

2. Die Salzmergellager in den Berggypsschichten.

Im Grabfeld entspringen aus einer Gypsschichte wenige Meter über dem Schilfsandstein einige Quellen mit geringem Kochsalz- und Bittersalzgehalt.*) Am meisten genannt wird die Salzlochquelle bei der Heckenmühle unfern Oberessfeld. Aus dem gleichen Horizont kommt der Saal-Brunnen, die Ursprungsquelle der fränkischen Saale, und die schwach abführend wirkenden Trinkwasserquellen von Trappstadt. Jedenfalls ist der Gyps und die ihn begleitenden Mergel in diesem Horizonte noch salzhaltig. Salzlager von einiger Mächtigkeit dürften darin aber kaum zur Entwicklung gekommen sein. Auch ist dieser Gypshorizont nur im Grabfeld und in den nördlichen Hassbergen entwickelt, weiter südlich fehlt er. In Mittelfranken ist in der gleichen Schichtenlage ein Sandstein ausgebildet. In Elsass-Lothringen liegt in dieser Region der Hauptsteinmergel.

3. Die Salzmergel in der Heldburger Stufe (im Steinmergelkeuper).

Nahe der bayerischen Grenze entspringt bei Friedrichshall unfern Lindenau in Meiningen das Friedrichshaller Bitterwasser (vgl. die Analysentabelle). Nach der Angabe von F. BEYSLAG**) ist die natürliche Salzquelle später durch ein ungefähr 70 Fuss tiefes Bohrloch gefasst worden. Da die Zusammensetzung des Wassers sich allmählich änderte, wurde neuerdings etwas weiter südlich am sogenannten Merlacher Wege eine neue Bohrung niedergebracht, welche das Mineralwasser in der früheren Beschaffenheit erschloss.

Die Quelle kommt (nach den Angaben von BEYSLAG) aus den bei Heldburg verbreiteten Gypsmergeln des Steinmergelkeupers, welche sich bei Friedrichshall gegen Südosten unter die Thalsohle senken und auf bayerischem Gebiete allmählich

*) H. THÜRACH in diesen Jahresheften I S. 149.

**) F. BEYSLAG, Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den thüringischen Staaten, Blatt Heldburg, 1895, S. 15.

eine noch tiefere Lage annehmen.*) Hier wurde, nahe der meiningischen Grenze, an der Strasse von Merlach nach Gleismuthshausen im Jahre 1886 ein Bohrversuch gemacht, um weitere Bitterwasserquellen zu erschliessen. Derselbe war von Erfolg begleitet und führte zur bergamtlichen Verleihung. Doch scheint das Resultat kein sehr günstiges gewesen zu sein.

Um nachhaltige Quellen zu erhalten, würde es sich empfehlen, in der Linie von Lagerungsstörungen zu bohren. Schwache Gesteinsbrüche setzen zwischen Friedrichshall und Autenhausen durch das Kreckthal. Vielleicht hätte ein Bohrversuch nordwestlich von Autenhausen, nahe der Grenze und in der Thalsohle, ein günstigeres Ergebnis.

Der Horizont der Gypsmergel der Heldburger Stufe ist zwischen Coburg, Heldburg, Maroldsweisach, Sternberg und in den Hassbergen weit verbreitet, gegen Süden verschwächt er sich und im Steigerwald verliert er sich völlig. Die Ablagerung der im Friedrichshaller Bitterwasser enthaltenen Salze in den Gypsmergeln ist jedenfalls nicht nur in der nächsten Umgebung von Friedrichshall erfolgt. wahrscheinlich aber nur in den zuerst genannten nördlich gelegenen Gebieten, Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Salze in einiger Entfernung vom Ausstrich der Gypsmergel in der Tiefe in denselben auch noch an anderen Orten enthalten sind, so z. B. vielleicht in der Umgebung von Maroldsweisach, Ermershausen, Birkenfeld und Ditterswind, so dass auch hier sich die Möglichkeit der Erschliessung von Bitterwasserquellen bieten könnte.

Anhang.

Zusammenstellung der Analysen der salzhaltigen Quellwasser Frankens.

A. Quellen, die ihren Salzgehalt der Zechsteinformation entnehmen.

Kissingener Quellen. 1. Schönbornquelle. Die Soolquelle kommt aus dem Buntsandstein, die Gasquelle wurde bei der in den Jahren 1831—1854 ausgeführten Tiefbohrung bei 1680' 5" (490,45 m), nahe über dem Zechsteinkalke erschlossen. Die obere Analyse 1877 von v. GORUP-BESANEZ: Chemische Analyse der Schönbornquelle bei Kissingen. Braunschweig 1878. Die untere Analyse 1868 von HECKENLAUER, entnommen aus TH. VALENTINER, Handbuch der Balneotherapie 1873, S. 362. In Spuren, bzw. unwägbaren Mengen, enthält das Wasser der Schönbornquelle: Caesium, (nach der Analyse der Mutterlauge von J. WISLICENUS auch Rubidium), Strontium, Baryum, Aluminium, Blei, Antimon, Zink (letztere im Quellsinter), Bor, Jod (nach HECKENLAUER 0,00008 gr Jodnatrium), Fluor und Arsen (nach HECKENLAUER 0,00015 gr Calciumarseniat), sowie etwas organische Substanz, spezifisches Gewicht nach v. GORUP-BESANEZ 1,01156. Temperatur nach HECKENLAUER 1868 20,1—20,4° C., nach v. GORUP-BESANEZ 1877 19,2° C. Sie scheint, ebenso wie der Salzgehalt der Quelle abgenommen zu haben. Doch kann dies auch die Folge von vermehrtem Zutritt von Süsswasser sein, der durch SANDBERGER wiederholt nachgewiesen wurde.

2. Der runde Brunnen (Sprudel) in der oberen Saline. Analyse von HECKENLAUER 1869. Entnommen aus TH. VALENTINER a. a. O. S. 362. Nach der alten, jedoch wenig zuverlässigen Analyse

*) Herr v. GÜMBEL sprach mir gegenüber früher die Vermuthung aus, dass man bei Friedrichshall sehr tief, gegen 1000 Fuss, gebohrt und dann erst das Bitterwasser erschlossen habe. In dieser Tiefe dürften bei Friedrichshall die untersten Schichten des unteren Gypskeupers, der Horizont der Königshofener und Windsheimer Bitterwasserquellen, liegen. Doch scheint die Vermuthung des Herrn v. GÜMBEL nicht begründet zu sein.

Zusammensetzung der hauptsächlichsten salzhaltigen

1 Liter [bzw. 1000 gr*] enthält Gramm		Ka Cl	Na Cl	Li Cl	NH ₄ Cl	Ca Cl ₂	Mg Cl ₂	Na Br	Mg Br ₂	K ₂ SO ₄	
Zechsteininformation	Kissingen	Schönbornquelle	—	9,50719	0,01595	0,02599	—	0,02587	—	0,00908	0,41882
			—	11,7194	0,0248	—	—	—	0,0112	—	0,3204
		Sprudel (runde Brunnen)	0,2509	10,5540	0,0205	—	—	0,3305	0,0097	—	—
		Rakoczy	0,28690	5,82205	0,02002	—	—	0,30379	0,00838	—	—
		Pandur	0,24140	5,52071	0,01680	—	—	0,21163	0,00709	—	—
		Maxbrunnen	0,14850	2,28193	0,00058	—	—	0,06662	—	—	—
		Maxbrunnen	0,37605	2,31620	0,00073	—	—	0,10801	—	—	—
		Sodenthal im Spessart	0,4950	14,5720	—	—	5,1400	0,6460	—	0,0670	—
			0,1640	4,4650	—	—	2,1250	0,1250	—	0,0170	—
		Orb, Philippsquelle	—	17,783	Spuren	—	—	1,127	—	0,0044	0,448
	Soden bei Saal- münster	Barbarossaquelle	1,8769	15,6571	Spuren	—	0,7028	—	—	—	
Huttenquelle		1,4171	14,6399	Spuren	—	0,3917	0,5797	—	—	—	
	Bocklet, Stahlquelle	0,0184	0,8190	Spuren	—	—	0,5540	—	0,00003	—	
Röth- und Wellendolomit	Neuhaus bei Neu- stadt a/S.	Bonifaciusquelle	0,4490	14,7715	0,0009	—	—	—	Spuren	—	—
		Marienquelle	0,5652	15,9482	0,0009	—	—	—	Spuren	—	—
		Elisabethenquelle	0,2746	9,0219	0,0009	—	—	—	Spuren	—	—
		Hermannsquelle	0,3631	12,0806	0,0009	—	—	—	Spuren	—	—
	Mergentheim, Karlsquelle	0,2860	13,3770	0,0120	—	—	—	0,0161	—	—	
	Desgleichen vor der neuen Fassung	0,10179	6,67545	0,00215	Spuren	—	—	0,00987	—	—	
Mittlerer Muschelkalk	Schwäbisch-Hall, Soolquelle	—	23,8659	—	—	—	0,0831	—	—	—	
	Hassfurt a/Main, Trinkquelle	0,00986	0,21606	0,00162	0,00217	—	—	—	—	—	
	Wonfurt bei Hassfurt, Quelle	0,01212	0,22606	Spuren	—	—	—	—	—	—	
	Cannstadt, Wilhelmsbrunnen	—	2,0104	—	—	—	—	—	Spuren	0,0425	
	Würzburg, Stadtquelle	0,00573	0,01742	—	—	—	—	—	—	—	
Gypsteuper	Königshofen i/Gr., Mineralquelle		0,3804	4,5940	Spuren	—	—	—	—	—	
			0,1578	4,5809	0,0007	—	—	—	—	—	
	Windsheim, Bitterwasserquelle	0,14971	4,35347	0,00366	0,00171	—	—	0,01073	—	—	
	Illshheim b. Windsheim, Aischquelle	0,0161	—	—	—	—	—	—	—	0,0052	
	Kauben- heim bei Windsheim	Tiefquelle	0,0273	0,0130	—	—	—	—	—	—	—
		Grabenquelle	0,0098	0,0201	—	—	—	—	—	—	0,0187
	Ipsheim, Schulgrabenquelle	0,0043	0,0026	—	—	—	—	—	—	0,0164	
Friedrichshall b. Heldb., Bitterwasser	—	7,9560	—	—	—	3,9390	—	0,1140	0,1982		

*) Siehe Anmerkung am Schlusse des Anhanges S. 148.

Quellwasser Frankens und benachbarter Gebiete.

Na ₂ SO ₄	Mg SO ₄	Ca SO ₄	Ca CO ₃	Mg CO ₃	Fe CO ₃	Mn CO ₃	Na NO ₃	(Ca O) ₂ (P ₂ O ₅) ₂	NH ₃	Si O ₂	Summe	Freie und halbgel. CO ₂	Temp. C.
—	1,15629	0,29415	1,42436	0,07329	0,02695	0,00183	—	0,00303	Spuren	0,01344	12,99624	2,3250	19,2°
—	1,4724	0,3328	1,8556	0,0378	0,0493	0,0018	—	0,0072	—	0,0135	15,8470	2,4487	20,4°
—	0,9044	0,8561	1,3046	0,0825	0,0304	—	—	0,0047	—	0,0011	14,2994	1,4027	18,12°
—	0,58839	0,38937	1,06096	0,01704	0,03158	Spuren	0,00931	0,00561	0,00091	0,01290	8,55630	2,4335	10,7°
—	0,59777	0,30044	1,01484	0,04479	0,02771	Spuren	0,00853	0,00522	0,00384	0,00410	7,99603	2,8062	10,7°
—	0,25060	0,13811	0,60232	0,07302	Spuren	Spuren	0,08520	0,00413	0,00085	0,00910	3,66011	2,4382	9,2°
—	0,20027	0,19026	0,56521	0,06840	0,00241	—	0,07732	0,00500	0,00381	0,00340	3,91406	2,3994	10,4°
—	—	0,7120	0,1170	0,0050	0,0040	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,0050	21,7640	0,1660	10,0°
—	—	0,2410	0,1570	0,0030	Spuren	Spuren	—	—	—	0,0320	7,3290	0,1610	12,5°
0,228	Spuren	1,337	1,641	0,017	0,053	—	—	—	Spuren	0,015	22,926	3,6174	15,5°
—	0,0166	1,2592	1,2105	0,3411	0,0218	Spuren	—	—	—	0,0329	21,1189	1,1631	—
—	—	1,1987	0,7375	0,3740	0,0166	Spuren	—	—	—	0,0295	19,3847	0,9646	—
0,3177	0,4038	—	0,8181	0,4200	0,0763	0,0001	—	—	—	0,0276	3,4578	2,4945	10°
—	1,4099	0,8238	1,0889	0,0250	0,0253	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,0286	19,9182	2,4212	8,8°
—	0,9684	1,5195	1,0400	0,4258	0,0085	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,0266	21,5126	2,4911	8,8°
—	0,7216	0,8993	0,9730	0,3078	0,0106	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,0257	12,8983	2,1123	8,6°
—	1,0446	1,4009	0,9827	0,2567	0,0193	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,0356	17,1443	2,1482	8,7°
3,7060	2,4838	0,8380	1,4328	0,0650	0,0095	Spuren	—	—	Spuren	0,0510	22,2771	1,1448	10,5°
2,86368	2,06838	1,28410	0,71069	0,18544	0,00742	—	—	—	Spuren	0,05953	13,96850	0,5607	11°
0,1905	0,1706	4,1127	0,3133	0,0355	0,0020	—	—	—	—	nicht best.	28,7676	0,0610	10°
0,13349	—	1,88174	0,27970	0,11791	0,01793	0,00128	—	—	—	0,00231	2,67573	0,02340	12,4°
0,14210	—	1,92446	0,28526	0,12004	0,02104	0,00014	—	—	0,00008	0,00120	2,73684	0,22023	12,4°
0,3850	0,5007	0,8509	1,0574	—	0,0173	—	—	—	—	Spuren	4,86420	1,522	18,2°
0,02547	0,10000	0,17762	0,26954	0,04352	0,00261	—	—	—	—	0,01140	0,66835	nicht best.	12°
1,7952	0,5241	2,4790	0,3676	0,1985	0,0120	—	0,0250	—	—	0,0124	10,3932	nicht best.	10,2°
1,5050	1,5350	1,4643	0,6870	0,0490	0,0126	—	0,0230	—	—	0,0160	10,3344	nicht best.	—
4,30570	1,12000	0,49030	0,80240	—	0,00456	—	—	—	—	0,00390	11,25624	nicht best.	—
0,0568	0,2293	1,6424	0,2566	0,0428	—	—	—	—	—	0,0008	2,2504	nicht best.	8,6°
0,1937	0,1551	1,6364	0,3334	0,1541	—	—	—	—	—	0,0069	2,5218	nicht best.	9,4°
0,0584	0,2191	1,8173	0,2053	0,1004	—	—	—	—	—	0,0053	2,4577	nicht best.	9,4°
0,0435	0,2100	1,0820	0,3720	0,1596	—	Spuren	—	Spuren	—	0,0028	1,8964	nicht best.	9°
6,0560	5,1502	1,3465	0,0147	0,5198	Spuren	—	—	—	Spuren	Spuren	25,2944	0,4020	8,1°

von KASTNER würde auch hier der Salzgehalt erheblich abgenommen haben. Die KASTNER'sche Analyse ergab: Chlornatrium 14,000, Chlorkalium 0,1275, Chlorlithium 0,0250, Chlormagnesium 3,1922, Chlorcalcium 0,5200, Brommagnesium 0,0082, schwefelsaures Natron 3,2953, Kohlensäure Magnesia 0,8350, Kohlensäurer Kalk 0,2150, Kohlensäures Eisenoxydul 0,0462, Kohlensäures Mangan 0,000115, Extractivstoffe 0,11250 gr. Freie Kohlensäure 1,6200 gr. Gesamttrückstand 22,376 gr im Jahre 1837 gegen 14,2994 im Jahre 1869.

3. Rakoczy und Pandur. Analysen von J. v. LIEBIG: Untersuchung des Wassers des Rakoczy's, Pandur's und Maxbrunnens zu Kissingen. *Annalen der Chemie und Pharmacie* Bd. 98. 1856. S. 164. In Spuren sind darin enthalten: Jodnatrium, borsaures Natron, schwefelsaures Strontium, Fluorcalcium, phosphorsaure Thonerde, Arsen und organische Substanzen. Spec. Gewicht beim Rakoczy 1,00734, beim Pandur 1,00660.

4. Maxbrunnen. Die obere Analyse von J. v. LIEBIG 1856 a. a. O. S. 164, die untere 1869 von HECKENLAUER (Südquelle) a. a. O. S. 252. In Spuren enthält der Maxbrunnen nach J. v. LIEBIG: Jodnatrium, borsaures Natron, phosphorsaure Thonerde und organische Materie, nach HECKENLAUER auch arsenigsauren Kalk.

Die Wassermenge der Kissinger Quellen beträgt nach v. GÜMBEL, *Geologie von Bayern II*, S. 685, in der Minute beim Schönbornsprudel: 500—700 Liter, beim runden Brunnen 300—600 Liter, Pandur liefert durchschnittlich 8,02, Rakoczy 16,05, der Maxbrunnen (Südquelle) 6,02 Liter.

5. Sodenthal im Spessart. Nach F. MOLDENHAUER (Analyse zweier Salzquellen des Spessarts. *Annal. Chem. Pharm.* Bd. 97. S. 356) treten bei Sodenthal zwei Salzquellen, einige hundert Schritte von einander entfernt zu Tage. Die salzärmere stellt anscheinend nur eine Verdünnung der salzreicheren durch Süßwasser dar. In Spuren enthalten die beiden Quellen ausserdem Jod (0,000075 Jodmagnesium), Borsäure und organische Materie, spezifisches Gewicht des salzreicheren Wassers 1,01684, des salzärmeren 1,0052.

6. Orb, Philippsquelle. Analyse von v. SCHERER: Untersuchung des in der Soolbadanstalt in Orb verwendeten Wassers der Philippsquelle daselbst. *Verhandl. d. physik.-med. Gesellschaft z. Würzburg V.* Bd. 1855. S. 333. In Spuren enthielt die Quelle ausserdem: Strontium, Borsäure, Jodmagnesium und Thonerde, mit Mangan, Lithion, Ammoniak und organischer Substanz zusammen 0,303 gr.

7. Soden bei Saalmünster. Analyse der Barbarossaquelle von WILL, diejenige der Huttenquelle von v. BUNSEN. Entnommen aus F. PECHER, *Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens.* Inaug.-Dissertation, Würzburg 1887, S. 8. Beide Quellen enthalten ausserdem in Spuren: Phosphorsäure, Thonerde, Jod und Brom.

8. Bocklet, Stahlquelle. Es liegt nur eine Analyse von KASTNER aus dem Jahre 1837 vor, die vielleicht nicht völlig zuverlässig ist. Das Wasser enthält ausserdem: Thonerde 0,0003, Extractivstoffe 0,0025, in Spuren Phosphorsäure. — Entnommen aus DR. SCHERPF, *Das Stahlbad Bocklet und seine Heilmittel.* Würzburg 1880. Der hohe Gehalt des Wassers an Chloriden und Sulphaten deutet auf einen Zusammenhang der Quelle mit den Salzlagern der Zechsteinformation hin.

B. Quellen, die an der Grenze von **Wellenkalk** und **Röth** entspringen.

9. Neuhaus bei Neustadt a/Saale. Die Analysen der vier Quellen sind von v. LIEBIG ausgeführt: Analyse der Mineralquellen zu Neuhaus. *Annalen der Chemie und Pharmacie* Bd. 98. 1856. S. 351. In Spuren enthalten die Quellen ausserdem: Jodnatrium, borsaures Natron, phosphorsaure Thonerde und organische Materie. Das spezifische Gewicht beträgt: bei der Bonifaciusquelle 1,01547, Marienquelle 1,01688, Elisabethenquelle 1,01045, Hermannsquelle 1,01240. Ausser Kohlensäure und Stickstoff enthalten die Quellengase noch Spuren von Sauerstoff, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff.

10. Mergentheim, Karlsquelle. Die obere Analyse von Hofrath SCHERER nach der neuen Quellfassung im Schacht. Entnommen aus der Beschreibung des Oberamts Mergentheim, 1880, S. 357.

Die untere Analyse von J. v. LIEBIG: Analyse des Bitterwassers von Mergentheim, *Ann. d. Chemie und Pharmacie.* Bd. 98. 1856. S. 350. In Spuren enthält die Quelle ausserdem: Jodnatrium, borsaures Natron und phosphorsaure Thonerde. Spec. Gewicht nach J. v. LIEBIG 1856 bei 14° C. = 1,00775.

Von den salzhaltigen Quellwassern von Hollstadt und Heustreu liegen zur Zeit keine Analysen vor.

C. Quellen, die ihren Salzgehalt dem **mittleren Muschelkalk** entnehmen.

11. Schwäbisch-Hall, Sool- oder Badquelle. Die Analyse, ausgeführt von SIGWART, ist der Beschreibung des Oberamts Hall von Finanzrath MOSER, 1847, S. 11 entnommen. Sie wurde hier angeführt, um die abweichende Zusammensetzung einer aus dem an Kali- und Magnesiumsalzen armen Salzager des mittleren Muschelkalks kommenden Quelle darzuthun. Hiezu kommen 0,0440 gr organische Substanz.

12. Hassfurt a. M. und Wonfurt. Die beiden Quellen entspringen auf Spalten im oberen Muschelkalk. Die hohe Temperatur der Quellen (12,4°) deutet an, dass sie aus der Tiefe aufsteigen und nicht seitwärts aus dem ziemlich entfernten Keupergebiet befließen, also wahrscheinlich dem mittleren Muschelkalk entstammen. Doch ist der Salzgehalt so gering, dass sie wahrscheinlich nur aus der dolomitischen Region, über dem Gyps-Anhydritflötz kommen, mit dem Salzager aber kaum in Berührung stehen. Wahrscheinlich fehlt dasselbe hier, bezw. ist bereits völlig der Auslaugung anheimgefallen. Die Analysen (entnommen aus F. PECHER, a. a. O. S. 43) wurden von DR. LUST ausgeführt.

13. Sehr ähnlich zusammengesetzte Quellen entspringen bei Sennfeld unfern Schweinfurt, die ebenfalls Badezwecken dienen und von Rektor JUCH in Schweinfurt untersucht worden sind. Die Analysen wurden von v. BIBRA (Erdmann, Journal f. prakt. Chemie XXVI. Bd. S. 16) veröffentlicht. Eine dieser Quellen enthält 0,20 gr Chlornatrium im Liter, eine andere nur Spuren davon. Ausserdem enthalten sie ziemlich viel schwefelsauren Kalk (0,20 und 0,50 gr), etwas Chlorkalium (0,02 und 0,05 gr), schwefelsaure Magnesia (0,08 und 0,10 gr) und Chlormagnesium (0,04 gr). Sie dürften ebenfalls dem mittleren Muschelkalk entstammen, dessen Salzager in nicht sehr grosser Entfernung im Untergrund noch vorhanden sein kann.

Die Analyse des Wilhelmsbrunnens bei Cannstatt, dessen Wasser und Salze ebenfalls aus dem mittleren Muschelkalk hervorgehen, ist von SIGWART (Württemberg. naturwissenschaftl. Jahreshfte XV, S. 354) ausgeführt und lediglich des Vergleiches wegen hierher gesetzt.

14. Würzburg, Stadtquelle; entspringt auf einer Verwerfungsspalte aus dem mittleren Muschelkalk in der Stadt. Analyse von SCRIBA, veröffentlicht von v. SANDBERGER (die Triasformation im mittleren Maingebiet. Gemeinnützige Wochenschrift, Jahrgang 1882, S. 20). Das Wasser enthält ausserdem 0,01504 gr salpetersaure Magnesia. Das Wasser ist von normaler Zusammensetzung, wie es an zahlreichen Stellen in oft starken Quellen aus dem mittleren Muschelkalk zu Tage tritt. Das Würzburger Wasser wird noch als Trinkwasser verwendet.

15. Auch die Quellen des Ludwigsbades bei Wipfeld, die auf Verwerfungsspalten entspringen und nach Analysen von v. SCHERER reichlich schwefelsauren Kalk (in der Schwefelquelle im Liter 1,04000 gr, in der Schilfquelle 1,13243 gr), sowie etwas schwefelsaure Magnesia (0,19838 und 0,27196 gr), die Schilfquelle auch etwas Chlorkalium (0,00364 gr) enthalten, gehen wahrscheinlich aus dem mittleren Muschelkalk hervor. Doch liegt zwischen den Verwerfungsspalten westlich von Wipfeld auch noch stark ausgelaugter Gypskeuper. Die Quellen des Ludwigsbades lassen sich nicht mehr als Salzquellen bezeichnen, sondern sind wesentlich Schwefelquellen (in der Schwefelquelle mit 0,117 gr Schwefelwasserstoff), weshalb sie hier nicht aufgenommen wurden.

D. Quellen, die aus dem **Gypskeuper** entspringen.

16. Königshofen im Grabfeld. Die aus den Grundgypsschichten kommende Mineralquelle wurde von Herrn A. SCHWAGER im chemischen Laboratorium des königl. Oberbergamtes in München analysirt. Probeentnahme am 24. März 1900. Ausser den in der Tabelle, obere Reihe, angeführten Bestandtheilen enthält die Quelle noch 0,0050 gr Thonerde und Phosphorsäure. Die zweite Analyse (untere Reihe) wurde in der kgl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel in Würzburg (Dr. ROETGER) ausgeführt. Zu den in der Tabelle angegebenen Bestandtheilen kommt noch ein Gehalt von 0,3020 gr kohlen-saures Natron und 0,0011 gr Thonerde und Phosphorsäure hinzu.

17. Windsheim, Quelle im Stellwag'schen Anwesen (vgl. S. 139). Analyse von Dr. H. STOCKMEIER, ausgeführt im chemischen Laboratorium des bayerischen Gewerbemuseums in Nürnberg. Ausser den in der Tabelle angeführten Bestandtheilen enthält die Quelle nach der Berechnung des Analytikers noch 0,00671 gr salpetersaures Kalium, 0,00340 gr Thonerde und Spuren von Borsäure. Spec. Gewicht: 1,0095. Das Wasser zeichnet sich gegenüber dem von Königshofen durch einen verhältnismässig niedrigen Gehalt an schwefelsaurem Kalk und bedeutend höheren Gehalt an schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia vortheilhaft aus. Der niedrige Gehalt an schwefelsaurem Kalk dürfte dadurch bedingt sein, dass das Wasser nicht aus der Grundgypsschicht entspringt, sondern aus tiefer liegenden Lettenkohlschichten, und beim Passiren der oberen Lettenkohlschichten wieder Gyps abgegeben hat.

18. Das im Brunnen des Bahnwärterpostens Nr. 33 bei Hellmitzheim (vgl. S. 139) erschlossene Wasser enthält nach einer unvollständigen Analyse von Dr. RÖTTGER in Würzburg in 1000 Theilen: Chlor (Cl) 32,570 gr, Salpetersäure ($N_2 O_5$) 0,0034 gr, Schwefelsäure (SO_3) 7,436 gr, Magnesia (MgO) 1,179 gr Kalk (CaO) 1,420 gr, Gesammttrockenrückstand 67,711 gr. Anscheinend enthält das Wasser ~~mit~~ Chlornatrium, sowie schwefelsaures Natron, vielleicht auch Kalisalze.

19. Die Analysen der Quellwasser von Illesheim, Kaubenheim und Ipsheim unfern Windsheim wurden lediglich angeführt, um die normale Zusammensetzung der aus dem unteren Gypskeuper kommenden starken Quellen zu zeigen. Die Aischquelle und die beiden Quellen bei Kaubenheim entspringen direkt aus der Grundgypsschichte, die Schulgrabenquelle bei Ipsheim aus höher, zwischen der Bleiglanzbank und der Corbulabank liegenden Gypsschichten. Sämmtliche Wasser sind daher hoch gypshaltig. Die Analysen wurden von A. SCHWAGER (diese Jahreshefte 1892 S. 83) ausgeführt. Die Quellwasser enthalten ausser den angeführten Bestandtheilen an Thonerde und Eisenoxyd (als kohlen-saures Eisenoxydul gelöst): Die Aischquelle 0,0004, Tiefquelle 0,0019, Grabenquelle 0,0033 und die Schulgrabenquelle 0,0032 gr (0,0020 Thonerde, 0,0012 Eisenoxyd).

20. Friedrichshall bei Heldburg, Bitterwasser. Analyse von J. v. LIEBIG (Analyse des Bitterwassers von Friedrichshall. Ann. der Chemie und Pharmacie 63. Bd. 1847, S. 127). In Spuren enthält das Wasser ausserdem: Thonerde und organische Stoffe, aber trotz dem bedeutenden Gehalt an Brom kein Jod. Spec. Gewicht: 1,0223 bei 18° C.

*) Die Analysen der Schönbornquelle, des Soolsprudels und des Maxbrunnens bei Kissingen von HECKENLAUER (nach VALENTINER), der Quellen von Sodenthal von MOLDENHAUER, des Orber Philippsbrunnens von v. SCHERER, des Wilhelmsbrunnens bei Cannstatt und der Soolquelle in Hall von SIGWART, sowie die Analysen der Quellwasser von Illesheim, Kaubenheim und Ipsheim von A. SCHWAGER beziehen sich auf 1000 Gewichtstheile (1000 gr), nicht auf 1 Liter.



Vorstehender Aufsatz ist seinem Inhalte nach im Winter 1898/99 entstanden. Im Mai 1899 legte ich zunächst dem Grossh. Bad. Ministerium einen Aufsatz über die mögliche Verbreitung des Steinsalzlagers im mittleren Muschelkalk des nördlichen Badens vor, worin ich auf Grund der Lagerungsverhältnisse der Schichten auf das sehr wahrscheinliche Vorkommen dieses Salzlagers in bedeutender Mächtigkeit in der Umgegend von Eppingen und Sulzfeld, in voraussichtlich durch sekundäre Auslaugung reducirter Mächtigkeit in der Gegend von Zaisenhausen, Flehingen und Bauerbach, sowie im Kraichbachthal zwischen Gochsheim, Münzesheim und Unteröwisheim hinwies.

Für die bayerischen Gebiete boten sich mir zu Ostern 1899 Herren aus Nürnberg an, um nach meinen Anweisungen die ersten Bohrungen auf Steinsalz in Franken ausführen zu lassen. Da ich voraussah, dass der Beginn dieser Bohrungen ähnlich wie früher in Württemberg zu kostspieligen Bohrkämpfen führen würde, so richtete ich Mitte Mai und Ende Juni 1899 Anfragen an das kgl. bayr. Staatsministerium des Innern, ob es möglich sei, für ein Privatunternehmen schützende Concessionen zu erhalten. Das wurde nach Lage des Berggesetzes vom Jahre 1869 und im Interesse der staatlichen Betriebe unterm 20. Juli 1899 verneinend beantwortet. Da sich somit ein Zusammengehen staatlicher und privater Interessen als unthunlich erwies und ich bei der wenig günstigen Lage des Salzmarktes zur Aufnahme eines Bohrkampfes nicht rathen konnte, so stellte ich meine Studien zu einem kurzen Aufsätze zusammen, dem ich eine Uebersichtskarte der möglichen Verbreitung der Salzlager in Franken beigab, und veröffentlichte denselben nicht etwa, da hierdurch zum Schaden der süddeutschen Salzindustrie nur fremden Gesellschaften gedient gewesen wäre, sondern legte ihn unterm 21. August 1899 dem kgl. Staatsministerium des Innern vor.

Wie mir Herr Oberbergamtsassessor Dr. v. AMMON später mittheilte, hatte er zusammen mit Herrn Oberbergrath ATTENKOFER bereits im Jahre 1898 Besprechungen über das etwaige Vorkommen des Salzlagers im mittleren Muschelkalk in Franken gepflogen. Doch würde es daraufhin kaum zu Bohrungen gekommen sein. In Folge meiner Anfragen im kgl. Staatsministerium des Innern wurden die Bergbehörden aufgefordert, sich über die Sache zu äussern. Die Bedrohung der oberbayerischen Salzindustrie durch ein Privatunternehmen nöthigte das kgl. Staatsärar sich nun einerseits selbst Salzgebiete in Franken zu sichern und andererseits auf den Bohrkampf einzurichten. Daraufhin wurde im Sommer 1899 der Bohrpunkt bei der Aumühle unfern Burgbernheim bestimmt, an welcher Stelle bereits eine aus dem Gypskeuper kommende, schwach salzhaltige Quelle austritt, und Mitte August mit der Bohrung begonnen, — also in demselben Gebiete, auf das auch meine Berechnungen mich zuerst verwiesen.

Nachdem zu Anfang September 1899 das Salzlager bei Burgbernheim in einer Mächtigkeit von 15—16m gefunden war und sich voraussehen liess, dass dasselbe in Franken eine sehr grosse Verbreitung besitzen wird, rieth ich selbst

dazu, zum Salzregal zurück zu kehren und bat auch einige Herren Landtagsabgeordnete unter Darlegung des Sachverhaltes für die Wiedererrichtung des Salzregals eintreten zu wollen. Es fügte sich günstig, dass das Berggesetz für den Landtag 1899/1900 bereits zur Berathung stand. Die Abgeordneten- und die Reichsrathskammer genehmigten debattelos den Art. 2 des neuen Berggesetzes: „Die Aufsuchung und Gewinnung von Steinsalz nebst den mit demselben auf der nämlichen Lagerstätte vorkommenden Salzen, namentlich Kali-, Magnesia- und Borsalzen, sowie der Soolquellen bleibt dem Staate vorbehalten. Das Staatsministerium der Finanzen ist jedoch befugt, die Erlaubniss hiezu Einzelnen oder Gemeinschaften zu erteilen.“ Dadurch sind die bestehenden und zu begründenden staatlichen Betriebe gesichert, der Industrie, die Salz benöthigt und selbst gewinnen will, ist Schutz geboten und kostspielige Bohrkämpfe, die das Privatkapital sowohl als insbesondere die Staatskasse (durch unnöthige Schutzbohrungen, die z. B. in Württemberg schon einen Aufwand von über eine Million Mark erforderten) nur schädigen würden, sind vermieden.

Von den in Folge meiner Rathschläge von seiten des kgl. Staatsärars ausgeführten Bohrungen ergab diejenige bei Kleinlangheim eine Mächtigkeit des Salzlagers von 30 (32)m. Ich hatte 30–40m vorhergesagt. Die Bohrung wurde im Anhydrit eingestellt. Ob derselbe jedoch schon dem Grundanhydrit entspricht oder nur einer Zwischenschicht im Salzlager, derart, dass darunter sich wie bei Heilbronn noch ein mächtiges Lager reineren Salzes befindet, ist nicht erwiesen. Die Bohrung bei Bergheinfeld hat kein oder doch nur sehr wenig Salz ergeben. Offenbar setzen hier in nordsüdlicher Richtung verlaufende Lagerungsstörungen durch, die sich an der Oberfläche infolge der ausgedehnten Diluvialüberdeckung nur sehr schwer nachweisen lassen. Doch hatte ich schon im September 1899 auf deren mögliches Vorhandensein hingewiesen. Jedenfalls ist das Salzlager hier der Auslaugung durch Tiefenwasser zum Opfer gefallen. Oestlich vom Mainthal, zwischen Schwebheim, Spiesheim und Gerolzhofen wird es noch in bedeutender Mächtigkeit vorhanden sein. Dass das Salzlager ursprünglich in der Gegend von Schweinfurt überhaupt nicht zur Entwicklung kam, ist mir durchaus unwahrscheinlich.

Die bei Mellrichstadt niedergebrachte Bohrung hat für das Salzlager der Zechsteinformation noch eine Mächtigkeit von über 160m ergeben. Nachdem ferner Bohrungen zwischen Schlüchtern und Fulda das Salzlager in grosser Mächtigkeit mit zwei reichhaltigen Kalisalzlagern feststellten, können letztere recht wohl auch in der Rhön, z. B. im oberen Sinnthale noch vorhanden sein. Da hier der Pseudoamorphosensandstein schon in grosser Mächtigkeit zu Tage tritt, so brauchte man nur 200–300m tief zu bohren, um die obere Grenze des Salzlagers zu erreichen. Bei Gemünden am Main wird das Salzlager sehr wahrscheinlich noch vorhanden sein. Ob mit Kalisalzlagern ist jedoch zweifelhaft.

Heidelberg, 3. Juni 1901.

H. Thürach.



Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Dr. Hans Thürach (Heidelberg), Ueber die mögliche Verbreitung von Steinsalzlageru im nördlichen Bayern	107—148
I. Das Steinsalzlager der Zechsteinformation	107—113
II. Die Salzthone im Röth und unteren Wellenkalk	113—115
III. Das Steinsalzlager des mittleren Muschelkalks	115—138
1. Die ursprüngliche Entwicklung des Salzlagere	117—120
2. Die sekundären Auslaugungserscheinungen am Salzlager durch Tiefenwasser	121—126
3. Die mögliche Verbreitung des Salzlagere in Franken. (Mit Kärtchen S. 128)	126—138
Kurze Beschreibung der einzelnen Gebiete.	130—138
1. Die Mulde südlich von Schweinfurt	130—132
2. Die Mulde zwischen Kitzingen und Wiesentheid	132—133
3. Das Gebiet zwischen Burgbernheim und Windsheim	133—134
4. Das Gebiet zwischen Kitzingen und Seinsheim	134—135
5. Das Gebiet zwischen Ochsenfurt, Giebelstadt und Gelchsheim	135
6. Das Gebiet zwischen Würzburg, Dettelbach und Essleben	135—136
7. Das Gebiet des Steigerwaldes	136—138
IV. Die Steinsalz- und Salzmergellager des bunten Keupere	138—143
1. Des unteren Gypskeupere	138—142
2. Die Salzmergellager in den Berggypsschichten	142
3. Die Salzmergel in der Heldburgerstufe (im Steinmergelkeuper)	142—143
Anhang: Zusammenstellung der Analysen der salzhaltigen Quellwasser Frankens (mit Analyzentabelle)	143—148

