

Überreicht vom Verfasser.

Sonderabdruck aus den Mitteilungen der Großh. Badischen Geologischen
Landesanstalt. IX. Bd., 1. Heft. 1922.
Verlag von Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

VIII.

**Geologische Untersuchungsergebnisse
im Erdölgebiet des Unterelsaß.**

Von

Dr. Erich Höhne †.



Nicht im Handel.

VIII.

Geologische Untersuchungsergebnisse
im Erdölgebiet des Unterelsaß.

Von

Dr. Erich Høhne †.



Am östlichen Fuße des Hochwaldes, im allgemeinen etwa südlich Weißenburg bis über Hagenau hinaus, dehnt sich das Erdölgebiet des Unterelsasses aus, in einer Länge von etwa 24 km und einer durchschnittlichen Breite von 10 km. Geologisch gehört diese Gegend der Einheit des Rheintalgrabens an.

Die Oberflächengestaltung charakterisiert sich im Nordteil als stark hügelig und wellig mit muldenartig sich erweiternden Tälern, im Südteil dagegen, etwa vom östlichen Lauf der Sauer ab, herrscht die ebene Terrassenlandschaft in mehreren, kleineren Abstufungen vor; an Gleichmäßigkeit findet sie ihren größten Ausdruck im Hagenauer Forste.

Bezogen auf NN bewegt sich das Gelände zwischen + 250 NN bis etwa + 145 NN. Die höchsten Erhebungen, in Form flacher Kuppen, sind der Eichelberg, nordwestlich Diefenbach mit 247,2 m, die Gunstetter Höhe mit 223,6 m, der Nordteil der Surburger Höhe mit 217,6 m und der Mittelberg nördlich Surburg (Südteil der Surburger Höhe) mit 208,7 m.

Das Gebiet durchziehen mehrere Fließchen und Bäche, die dem natürlichen Gefälle gemäß nach Osten bzw. Südosten, dem Rheine zu entwässern, so der Selzbach, die Sauer, der Eberbach, die Moder und andere.

Das Auftreten von Erdöl in dieser Gegend ist geschichtlich schon sehr alt. Bereits aus dem Jahre 1498 finden sich von Wimpheling Aufzeichnungen darüber durch natürliches Zutreten von Erdöl in einer Quelle unweit Lampertsloch. Diese Angaben, in denen auch der Name Pechelbronn bereits

erwähnt wird, dürften somit die ältesten über das Vorhandensein von Erdöl in Deutschland sein.

In der Folgezeit, besonders Ende des 16. Jahrhunderts mehren sich die Aufzeichnungen hierüber unter Hinweis, daß das Erdöl von den Bauern zum Schmieren von Wagen und zu Heilzwecken Verwendung fand. Besonders mag hier die „Edelsasser Chronik“ von Bernhard Hertzog aus dem Jahre 1592 erwähnt werden.¹⁾

Die Anregung zu vorliegender Arbeit erhielt ich durch meine Tätigkeit als Geologe der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft in diesem Gebiete in den Jahren 1913—1917. Die Arbeit stellt Resultate dar, die sich aus der geologischen Verfolgung der Bohrungen in diesem Gebiete ergeben haben. Ich verhehle mir dabei nicht, daß bei ferneren Untersuchungen und bei Weiterverfolgung der geologischen Verhältnisse noch mancherlei Fragen zu klären sein werden, die bisher unberücksichtigt bleiben mußten, und daß die weiteren Bohraufschlüsse für manche Gebietsteile genauere Daten, als es bis jetzt möglich ist, liefern werden als Beiträge und als Ergänzung vorliegender Ergebnisse. Durch Ausbruch des Weltkrieges wurden meine Untersuchungen zeitweise unterbrochen; während meiner Abwesenheit wurde ich teilweise durch Herrn Dr. KRAISS vertreten.

Gefördert wurden die Arbeiten zunächst durch die Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft durch Bewilligung der notwendigen Kernbohrungen zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse, die infolge des überaus starken petrographischen Wechsels der Schichten auf manche Schwierigkeiten stieß,

¹⁾ Nähere Angaben über die Chronik von Pechelbronn finden sich in dem Schriftchen: H. WENDLING, Das Ölbergwerk Pechelbronn. Sonderdruck der 37. Mitteilung des Vereins zur Erhaltung der Altertümer zu Weißenburg.

dann aber auch durch viele Anregungen seitens des Herrn Geheimen Bergrat Dr. VAN WERVEKE, der mit großem Interesse den Gang meiner Untersuchungen verfolgte.

Es ist mir daher eine angenehme Pflicht, allen Herren, die mich bei meinen Untersuchungen unterstützten, besonders Herrn Geheimrat VAN WERVEKE und auch Herrn Generaldirektor NÖLLENBURG der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Geologisch-historischer Überblick.

Von der das Unterelsässische Erdölgebiet betreffenden geologischen Literatur sind die Angaben von M. A. DAUBRÉE (2) in erster Linie wichtig. Wir sehen im Elsaß die interessante Tatsache, daß die ursprüngliche Gewinnung größerer Mengen von Erdöl durch Graben von Ölsand, später durch unterirdischen Abbau stattfand. Bekannt ist der ehemalige ausgedehnte Schachtbergbau unmittelbar bei Pechelbronn sowie bei Schwabweiler und Sulz und Wald in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, während ausgedehnter Bohrbetrieb, als der Abbau unter Tage in den oberen Schichten unter den damaligen Verhältnissen nicht mehr lohnend schien, zwecks direkter Gewinnung flüssigen Bitumens erst im Jahre 1881 seinen Aufschwung nahm. Da nun DAUBRÉE den Schachtbetrieb aus eigener Erfahrung kannte, sind seine Aufzeichnungen, die Beobachtungen an Ort und Stelle der Lagerstätte enthalten, grundlegend. Zwar konnte damals, da das Tertiär des Rheintalgebietes noch weit von einer Gliederung entfernt war, keine genaue Altersbestimmung der in Frage stehenden Schichten erfolgen, doch gibt DAUBRÉE bereits Überlagerung der Lobsanner Asphaltkalke durch marines Tertiär an.

Mit der gleichen Schichtenfolge beschäftigte sich dann später ANDREAE (4) unter dem Hinweis, daß es sich um

Oligocänschichten handele. Indessen war auch ihm eine befriedigende Gliederung noch nicht gelungen, vielmehr mußte er sich in seiner tabellarischen Übersicht auf eine Trennung in Mitteloligocän und oberes Unteroligocän beschränken, während die untere Stufe des Unteroligocän fehlen sollte. Die Küstenkonglomerate, die er nur aus dem Anstehenden bei Morsbronn, Diefenbach und an der Walkmühle kannte, wurden nur kurz gestreift. Er stellte sie allgemein in die Abteilung der Meeressande.

Eingehender behandelt wurden die Küstenkonglomerate von VAN WERVEKE (5), der in besonderem die Konglomerate am Fuße des Hochwaldes durch Auffindung von Fossilien sicher als Mitteloligocän identifizierte, im übrigen aber bezüglich der Gesamtschichtenfolge darauf aufmerksam machte, daß ein Teil der Mergel dem Unteroligocän zuzurechnen seien, während nach KESSLER (7) alle Konglomerate als auch sämtliche bisher als Unteroligocän angesehenen, brackischen und marinen Ablagerungen im Elsaß ganz allgemein dem Mitteloligocän angehören sollten.

Eine durchgreifendere Gliederung des gesamten Oligocäns war also im Unterelsaß noch nicht bekannt. Erst die neueren Arbeiten von FÖRSTER (9) und WAGNER (12) schufen in dieser Beziehung, allerdings lediglich für das Oberelsaß, Wandel; gleichzeitig bildeten sie aber auch den Grundstock, um eine Gliederung der Tertiärschichten im Unterelsaß zu ermöglichen.

Weitere Arbeiten erschienen ferner von VAN WERVEKE, der zunächst in dem Gesamtwerke von ENGLER-HÖFER (8) den Abschnitt Elsaß behandelte, sodann einige Tiefbohrungen erläuterte (6) und dadurch den Nachweis führte, daß die Gliederung im Unterelsaß im großen ganzen gut mit der des Oberelsaß übereinstimmt, und schließlich eine Revision

der Mächtigkeiten der sogenannten „Pechelbronner Schichten“ vornahm, die zunächst nach DAUBRÉE etwa 200 m, nach ANDREAE etwa 400 m betragen sollten. VAN WERVEKE berechnete sie zu 1200 m (10). Gleichzeitig wies er auf die Wichtigkeit gewisser roter Mergel als leitend hin (rote Leitschicht) und machte darauf aufmerksam, daß eine genaue Schichtenkenntnis sich nur durch Kernbohrungen gewinnen ließe wegen des überaus starken petrographischen Wechsels der Schichten.

Aber auch in anderer Beziehung sind die Arbeiten VAN WERVEKES über das Unterelsaß grundlegend, als er nämlich die Frage nach der Entstehung der Erdöllager erörtert und sich bestimmt für primäre Lagerung des Erdöls ausspricht, worin bisher die Ansichten noch auseinandergingen.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus bezweckt vorliegende Arbeit zunächst eine Darstellung und Klärung der stratigraphischen Verhältnisse, ferner die Eingliederung der Schichten in die Altersfolge, um dann die weitere geologische Beschaffenheit der Erdöllagerstätten selbst zu erörtern mit einigen Erwägungen über die Entstehung des Erdöls selbst, für welche gerade das unterelsässische Erdölgebiet besonders geeignet zu sein scheint.

Schichtenfolge.

Die Schichtenfolge des Gebietes setzt sich zusammen aus der mesozoischen Unterlage und dem Tertiär als Deckgebirge, welches letzteres den Hauptbestandteil des Rheintalgrabens im allgemeinen darstellt und in großer Mächtigkeit hier infolge Versenkung vor der Erosion bewahrt geblieben ist.

Die Unterlage, welche im Zaberner Bruchfelde und im Hochwalde zutage tritt, ist durch verschiedene Tiefbohrungen bekannt geworden. Die tiefste Bohrung (Nr. 1266) westlich

Pechelbronn erreichte eine Endtiefe von rund 1158 m und durchsank nach Untersuchungen von VAN WERVEKE die normale Schichtenfolge des unteren Doggers, des Lias, Keupers, Muschelkalks und stand bei seiner Endtiefe in den Zwischenschichten unterhalb des Voltziensandsteins des oberen Buntsandsteins. Über einige ungewöhnlich ausgebildete Abteilungen hat VAN WERVEKE bereits im Jahre 1911 und 1913 berichtet (10, 12). Da im übrigen diese Schichten auf das genaueste aus dem Anstehenden bekannt sind, kann hier von einer Beschreibung derselben abgesehen werden unter Hinweis auf die geologischen Spezialaufnahmen der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen im Zaberner Bruchfelde.

Den Kernpunkt bilden die Tertiärschichten, und zwar gehörte die Schichtenfolge dem Oligocän an.

Ausgehend von der FÖRSTER'schen Gliederung des Oligocäns im Oberelsaß (9) in graue Mergel, bunte und buntstreifige Mergel, grüne und schwarze Mergel als stratigraphisch aufeinanderfolgende Altersstufen des Mittel- bzw. Unteroligocäns lassen sich diese Gruppen auch hier im allgemeinen, allerdings mit vielfachen Modifikationen, wiedererkennen.

Schichten unter der roten Leitschicht.

Die grünen und schwarzen Mergel reichen hier vom Grundgebirge bis zur roten Leitschicht, einer Schichtengruppe, die ihrer Altersfolge nach dem Niveau der Konglomeratzone FÖRSTERS im Oberelsaß äquivalent ist, und zwar mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 250 m, abgesehen von einer Zwischenzone von etwa 10—20 m an der Basis der Tertiärschichten bis zur mesozoischen Unterlage, die VAN WERVEKE als möglicherweise zum Eocän gehörig anspricht (11).

Diese Zwischenzone besteht im wesentlichen aus dunklen,

mattfarbigen Tönen und Tonmergeln sowie aus splitterigen Kalken. Teilweise enthalten sie Bohnerz und Kalkpisolithe.

Im Bohrloch 1350 in Sulz sind diese Schichten mit 10 m Mächtigkeit festgestellt worden. Ihre petrographische Ausbildung war dort nach einem Bericht des Herrn Geheimrat VAN WERVEKE vom 7. Mai 1911 an Herrn Direktor FEHRÉ in Pechelbronn folgende:

538—542 m = 4 m grüne Mergel mit zum Teil bituminösen dichten Kalkpisolithen.

542—546 m = 4 m grauer Mergel und splitterige Kalke.

546—547 m = 1 m grüne Mergel mit bituminösen Pisolithen.

547—548 m = 1 m graue Mergel und dichte splitterige Kalke.

ab 548 m folgt unterer Dogger.

Zu dieser Schichtenfolge rechnet VAN WERVEKE ferner noch die in 517—538 m = 21 m aufgetretenen schieferigen Mergel mit vielfachen Einlagerungen von dichtem, splitterigem Kalke und untergeordneten Lagen von Anhydritknollen, so daß ihr eine Gesamtmächtigkeit von 31 m zukäme. Allein, da die weiterhin im Hangenden auftretenden Schichten durch ihr vielfaches Anhydritauftreten als typisch gekennzeichnet sind und einen geschlossenen Verband bilden, ist es natürlicher, diese 21 m der hangenden Gruppe zuzurechnen, so daß dann die nunmehrigen 10 m Grenzsichten eine einheitlichere Zusammenfassung von Süßwasserschichten gemäß der Süßwasserpisolithe darstellen.

Dieser Befund steht auch mit dem anderer Tiefbohrungen im Einklang, indem als äußerste Mächtigkeit dieser Basalzone sich 20 m ermitteln ließ.

In Bohrung 1270 bei Biblisheim war sie nach VAN WERVEKE von 887—897 m Teufe = 10 m als grauer und violetter Ton mit Bohnerz an der Basis entwickelt, während die Kernbohrung 1346 bei Surburg sie nach KRAISS lediglich als graue Mergel mit harten, splitterigen Kalklagen zeigt.

In der im Jahre 1909/10 niedergebrachten Tiefbohrung 1265 bei Biblisheim, etwa 1 km von Bohrung 1270 entfernt, fehlt diese Basalzone bei sonst normaler Schichtenfolge und Mächtigkeit der Schichten. Es zeigten sich auch keine Anzeichen von Störung, durch welche die Schichten möglicherweise verworfen sein konnten, so daß es den Anschein hat, als stellten diese Basalschichten Reste dar, die über der mesozoischen Unterlage als Ausfüllung von Taschen zu beurteilen sind. Während nun die im Hangenden folgenden, mächtigen Schichten, wie erwähnt, durchgängig sind, also einen geschlossenen Verband bilden, ferner deren Alter als Oligocän bekannt ist, so wird für die abweichenden 10 m Basalschichten durch ihre unterbrochene und keineswegs überall petrographisch gleichmäßig entwickelte Ausbildung — die Kalkpisolithe z. B. sind nur bei Sulz beobachtet und bekannt geworden — die Zugehörigkeit zu einer älteren Schichtengruppe, also zu einer Stufe des Eocäns, wahrscheinlich gemacht, wofür sich auch VAN WERVEKE ausgesprochen hat.

Fossilien sind aus diesen Basalschichten bisher noch nicht bekannt geworden, jedoch zeigt das Vorkommen von Kalkpisolithen Übereinstimmung mit den bei Buchweiler im Eocän auftretenden Kalkoolithen (3), die dort bereits von CUVIER (1) zum Teil als Pisolithe bezeichnet wurden. Eine weitere Übereinstimmung mit dem Buchweiler Eocän zeigt ferner auch das hiesige Vorkommen von Bohnerz. Im Einklang hiermit bezüglich des Vorkommens stehen die Beobachtungen ANDREAES, daß die Eocänschichten, wie er sie von Buchweiler und Umgegend beschreibt, im Elsaß eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen, da sie niemals, obwohl, in der ganzen Oberrheinebene verbreitet, in zusammenhängenden Massen auftreten gemäß ihrer Bildung in kleinen, voneinander getrennten Seen.

Die über der Basalzzone folgenden, bis zur roten Leitschicht reichenden Schichten, deren Mächtigkeit zwischen 210—250 m schwankt, sind bereits von VAN WERVEKE bezüglich der Bohrung 1270 in ihren allgemeinen Grundzügen erwähnt worden (11). Die gleiche Schichtenfolge wurde in der Kernbohrung 1265 angetroffen. Da in der letzten Zeit keine nennenswerten Aufschlüsse mehr in dieser Schichtengruppe erfolgt sind, ist es notwendig auf letztere Bohrung, deren Kerne von VAN WERVEKE untersucht wurden, zwecks Erläuterung und Gliederung der Schichten zurückzugreifen.

Die Bohrung 1265, etwa 630 m nördlich der Kirche von Bilbisheim, nördlich der Sauer, 130 m östlich des Seybronntweges gelegen mit einem Ansatzpunkt von + 152 m NN, ergab folgendes Profil:

- 573,1—582,7 m = 9,6 m Rote Mergel mit sehr wenig Anhydrit. Die Schichten gehören noch der Roten Leitschicht an.
- 582,7—588 m = 5,3 m grüne, graugrüne und graue Mergel, untergeordnet Dolomitmergel mit viel Sandstein.
- 588 —589,2 m = 1,2 m brauner bis rötlichbrauner Dolomitmergel.
- 589,2—589,5 m = 0,3 m grüner Mergel und Dolomitmergel mit Einlagerungen von feinkörnigem Sandstein.
- 589,5—590 m = 0,5 m grün, rot und ockrig gefleckter Dolomitmergel.
- 590 —590,6 m = 0,6 m grüner Mergel mit Sandsteineinlagerungen.
- 590,6—591,2 m = 0,6 m weinrot, ockerig gefleckter, starksandiger Dolomitmergel.
- 591,2—592,8 m = 1,6 m graugrüner und grauer Mergel und Dolomitmergel mit Sandstein.
- 592,8—604 m = 11,2 m rotbrauner, rötlichbrauner, weinroter und brauner, wenig grüner Dolomitmergel mit untergeordnetem, braunem bis weinrotem Sandstein.
- 604 —606,1 m = 2,1 m grauer und grüner Dolomitmergel mit Sandstein.
- 606,1—606,4 m = 0,3 m hellbrauner Dolomitmergel mit Sandstein.
- 606,4—618,2 m = 11,8 m grauer, graugrüner und grüner Mergel mit Dolomitmergel und viel Sandstein. Limnaeus.
- 618,2—620 m = 1,8 m rötlichbrauner Dolomitmergel mit wenig Sandstein.
- 620 —621,5 m = 1,5 m graugrüner Mergel mit Sandstein.
- 621,5—626,3 m = 4,8 m rotbrauner Dolomitmergel.

- 626,3—641,8 m = 15,5 m grauer, graugrüner und grüner Mergel und Dolomitmergel mit viel Sandstein. **Linnaeus.**
- 641,8—650,5 m = 8,7 m weinroter, rötlichbrauner und brauner Dolomitmergel mit wenig Sandstein.
- 650,5—656 m = 5,5 m grauer, graugrüner und grüner Mergel und Dolomitmergel mit viel Sandstein. **Bituminöser Sandstein bei 653,5 m. Linnaeus.**
- 656 —657,5 m = 1,5 m brauner Dolomitmergel.
- 657,5—667 m = 9,5 m grauer, graugrüner und grüner Mergel und Dolomitmergel mit viel Sandstein. **Linnaeus.**
- 667 —668,1 m = 1,1 m branner bis graugrüner, braungefleckter Dolomitmergel.
- 668,1—670,5 m = 2,4 m graugrüner und grauer Dolomitmergel mit Sandstein.
- 670,5—672,2 m = 1,7 m rotbrauner bis brauner, wenig grüner Dolomitmergel mit Sandstein.
- 672,2—674,5 m = 2,3 m grauer bis graugrüner Mergel und Dolomitmergel mit Sandstein. **Linnaeus.**
- 674,5—675 m = 0,5 m roter bis rotbrauner Dolomitmergel mit hellbraunem Sandstein.
- 675 —676,8 m = 1,8 m grauer, graugrüner und grüner Dolomitmergel mit Sandstein.
- 676,8—677,6 m = 0,8 m braungrauer Dolomitmergel.
- 677,6—683 m = 5,4 m grauer, graugrüner und grüner Mergel und Dolomitmergel mit Sandstein. **Linnaeus.**
- 683 —684,2 m = 1,2 m dunkelgrauer, braunstreifiger Mergel. **Steinsalzpsedomorphosen.**
- 684,2—687,7 m = 3,5 m grauer, graugrüner und brauner Mergel mit Sandstein.
- 687,7—688,4 m = 0,7 m grauer Mergel mit Anhydrit.
- 688,4—690,4 m = 2 m grauer, graugrüner und brauner Mergel mit Sandstein.
- 690,4—715,5 m = 25,1 m grauer Mergel mit Anhydrit.
- 715,5—734,2 m = 18,7 m grauer, graugrüner und grüner Dolomitmergel mit Sandstein. **Linnaeus.**
- 734,2—735,4 m = 1,2 m grauer Mergel mit braunen Kalkknollen und wenig Anhydrit.
- 735,4—736,3 m = 0,9 m grauer Dolomitmergel mit Sandstein.
- 736,3—741,1 m = 4,8 m schwarzer Mergel, untergeordneter grauer Mergel mit Anhydrit.
- 741,1—742,1 m = 1 m grauer und graugrüner Dolomitmergel mit Sandstein.
- 742,1—744 m = 1,9 m grauer Mergel mit Anhydrit. **Steinsalzpsedomorphosen.**
- 744 —744,8 m = 0,8 m grauer und graugrüner Mergel mit Sandstein.

- 744,8—745,5 m = 0,7 m grauer Mergel, reich an Anhydrit.**
745,5—750,3 m = 4,8 m grauer und graugrüner Dolomitmergel mit Limnaeus.
750,3—754,2 m = 3,9 m grauer, graubrauner und rötlicher Dolomitmergel.
754,2—757,5 m = 3,3 m grauer, wenig graugrüner Dolomitmergel mit Sandstein.
757,5—758,7 m = 1,2 m grauer Mergel, wenig Dolomitmergel mit Anhydrit.
758,7—761,5 m = 2,8 m grauer Dolomitmergel mit Sandstein.
761,5—810,5 m = 49 m graue und schwarze Mergel mit viel Anhydrit, der nach unten hin abnimmt.
810,5—824,1 m = 13,6 m dunkelgraue, kalkhaltige Dolomitmergel mit wenig Anhydrit und mit hellgrauem und hellbraunem, dichtem Dolomit.
824,1—828 m = 3,9 m graue Mergel.
828—844,25 m = 16,5 m grauer und graugrüner Dolomitmergel mit dichtem Kalk.
844,25—848,5 m = 4,25 m grüner Dolomitmergel mit Anhydrit.

848,5—916 m = 77,5 m Opalinuston und Astarte Voltzschichten (Unterer Dogger).

Seiner petrographischen Ausbildung nach läßt das Profil demnach folgende Gruppen erkennen :

- a) 582,7—683 m = 100,3 m bunte, ockrig gefleckte Dolomitmergel und sandige Dolomitmergel (rot, grün, schokoladebraun) mit viel Sandsteineinlagerungen; häufiges Vorkommen von Limnaeus; anhydritfrei; untergeordnet Mergel; Sandsteine stark hervortretend; viele rotbraune und weinrote Farbtöne im Gegensatz zum Oberelsaß, wo mehr grüne und graue Farben vorherrschen. In der Hauptsache limnische Bildungen.
- b) 683—715,5 m = 32,5 m Überwiegend graue Mergel mit Anhydrit; untergeordnet bunte (im wesentlichen graue, grüne, braune) Mergel mit wenigen, geringmächtigen Sandsteineinlagerungen. Der Anhydrit und die Steinsalzpsedomorphosen weisen auf Meereseinfluß hin.
Küstennahe marine Bildung mit mehrfacher Wechsellagerung von Süßwasserschichten.
- c) 715,5—734,2 m = 18,7 m graue und grüne Dolomitmergel mit Sandsteinen und Limnaeus. Limnische Bildungen.
- d) 734,2—761,5 m = 27,3 m Wechsellagerung von grauen und schwarzen anhydritführenden Mergeln mit grauen und graugrünen Mer-

geln und Dolomitmergeln, in denen Kalksandsteine enthalten sind. In letzteren Bildungen Limnaeus.

Wechsel von küstennahen marinen Bildungen mit limnischen Bildungen.

- c) 761,5—848,5 m = 87 m graue und schwarze Mergel mit viel Anhydrit, weniger grünliche Mergel, auch Dolomitmergel. Untergeordnet dichter Dolomit und Kalk. Sandsteine fehlen. Küstennahe marine Bildungen mit Süßwassereinlagerung.

Hieraus ergibt sich also eine scharfe Trennung in eine obere, reine Süßwasserbildungen enthaltende Abteilung von rund 100 m Mächtigkeit und eine untere, anhydritführende Abteilung, die als küstennahe marine Bildung anzusprechen ist, mit etwa 160 m Mächtigkeit. Diese ist wiederum in mehrere Unterabteilungen zu gliedern, je nach dem sich geltendmachenden Einfluß von Süßwassersedimenten.

Im allgemeinen läßt sich in der unteren, der anhydritführenden Abteilung eine Dreigliederung erkennen, und zwar zuunterst eine marine Zone, darüber eine Zone der Wechselwirkung von marinen und limnischen Sedimenten, die in ihrem oberen Teile zu größerer Aussüßung, also zu stärkerer Sedimentation von Süßwasserschichten führte und zuoberst wieder eine marine Zone.

Dieser Wechsel zwischen marinen und limnischen bzw. limnisch-brackischen Schichten, der für die ganze Folgezeit der Schichten charakteristisch ist, setzt somit bereits mit Beginn des Oligocäns ein.

Der Anhydrit der marinen Schichten ist in Form von Knollen vorhanden, die zum Teil lagenförmig angeordnet sind, während direkte, einheitliche Anhydritlagen oder Anhydritschichten, wie sie bei Sulz in den gleichen Schichten nachgewiesen sind, nicht beobachtet wurden.

Das Vorkommen von Anhydrit selbst sowie von Steinsalz pseudomorphosen deutet darauf hin, daß das Gebiet bereits damals schon buchtartig vom offenen Meere abgeschlossen

gewesen sein muß (Binnenmeersedimente). Das Vorkommen von Anhydrit ferner in Knollen gegenüber den Anhydritlagen weist auf unvollkommene Sedimentation durch Laugenverdünnung infolge des Einflusses der Süßwasserzufuhr hin. Die gleiche Ausbildungsweise dieser Schichtenfolge ist bei Surburg bekannt geworden.

Die im Jahre 1910/11 südöstlich Surburg, etwa 450 m südöstlich der Kreuzung der Chausseen Hagenau—Weißenburg und Schwabweiler—Günstett, etwa 700 m östlich Bahnhof Surburg niedergebrachte Tiefbohrung ergab auch hier einen scharfen Schnitt zwischen der oberen, anhydritfreien Abteilung, die infolge ihres vorherrschenden dolomitischen Charakters kurz als Dolomitmergelzone bezeichnet werden kann, und der unteren, anhydritführenden Abteilung, der Anhydritmergelzone.

Während für die Dolomitmergelzone sich die gleiche Mächtigkeit mit etwa 110—115 m ergibt, zeigt die Anhydritmergelzone gegenüber Biblisheim eine Schwankung in der Gesamtmächtigkeit allgemein wie auch in den Unterabteilungen selbst. Die Gesamtmächtigkeit beträgt ebenfalls nur 110 m gegenüber 160 m bei Biblisheim, während die Mächtigkeiten der oberen wie der unteren marinen Teilzone etwa auf die Hälfte der Biblisheimer Ausbildung reduziert sind, bei gleichbleibender Mächtigkeit der mittleren, die Wechschichten enthaltenden Teilzone.

Die Bohrung 1346 bei Surburg läßt folgendes zusammenfassende Profil erkennen:

Dolomit- mergelzone.	Süßwasser.	a) 468—579 m = 111 m bunte, zum Teil ockrig gefleckte Dolomitmergel, dolomitische Mergel. sandig-dolomitische Mergel und Tonmergel mit Kalksandsteinen; vielfach <i>Limnaeus</i> , <i>Cypris</i> ; auch <i>Planorbis</i> . Im oberen Teile überwiegend bunt (rot, grün, braun, grau), im unteren Teile rein graue Mergel.

Anhydrit- mergel- zone.	}	marin.	h) 579—597 m = 18 m graue Mergel mit Anhydritknollen, auch Kalksandsteineinlagerungen mit grauen Tonmergeln; in diesem Cypris; überwiegend marin.
		Wechsel- lagerung von marin und Süßwasser.	c) 597—627 m = 30 m graue und grau-grüne Mergel, sandige Tonmergel mit Trockenrissen, eingeschwemmten Blattresten, Konglomeratlagen, bestehend aus Quarzgeröllen und Sandsteinen.
			d) 627—641 m = 14 m Wechsellagerung von grauen Mergeln mit Anhydritknollen und grau-grünen Mergeln mit Kalksandsteinen und konglomeratischen Sandsteinlagen. Limnaeus führend.
		marin.	e) 641—688.4 = 47,4 m graue Mergel mit Anhydritknollen.

Die Größe der Anhydritknollen wechselt stark; sie schwankt zwischen Erbs- und Walnußgröße, seltener Eigröße. Die Knollen sind unregelmäßig geformt. Einige zeigen schwache Schrammung, jedoch ohne daß ein konglomeratischer Gesamtcharakter sich erkennen ließe, stellen also keine Umlagerung von aufgearbeiteten Anhydritschichten dar.

Die über der Gruppe der grünen und schwarzen Mergel sich anschließenden Mergelschichten fallen durch ihre Buntfärbung besonders auf. Im Oberelsaß gliederte sie FÖRSTER in bunte und buntstreifige Mergel mit mehreren Unterstufen. Nach ihm werden dort von oben nach unten unterschieden:

Bunte Mergel.	{	Gipszone
		Limnische Zone
		Dolomit-Anhydritmergelzone.
Buntstreifige Mergel.	{	Obere bituminöse Zone
		Versteinerungsreiche Zone
		Untere bituminöse Zone
		Konglomeratzone.

Dieselben Unterstufen, sofern man ihre Bezeichnungen als Stufen der stratigraphischen Altersfolge auffassen will, ergeben sich auch hier, allerdings mit vielen, zum Teil er-

heblicheren petrographischen Modifikationen. Eine Zweiteilung in bunte Mergel und buntstreifige Mergel dagegen läßt sich im Unterelsaß nicht durchführen, da sowohl in den oberen Unterstufen ebenfalls buntstreifige Mergel als auch in den unteren Unterstufen bunte Mergel vielfach auftreten. (Vgl. auch 11.)

Hinzu kommt noch, daß im Unterelsaß durch Einlagerung eines Süßwasserbeckens, wie später gezeigt wird, für mehrere Unterstufen zwei voneinander verschiedene Fazies nebeneinanderlaufen, und an den Rändern dieses Beckens durch fortwährende Oszillationen, bald durch Übergreifen der einen, bald der anderen Fazies, die scharfen Grenzen der Unterstufen stark verwischt sind.

Diese bunten Mergel gingen bisher, da eine eingehende Gliederung noch ausstand, allgemein unter dem Gesamtnamen „Pechelbronner Schichten“.

Rote Leitschicht.

Die Schichtenfolge beginnt an der Basis mit einer Gruppe von roten Mergeln, die, wie bereits erwähnt, der Konglomeratzone im Oberelsaß äquivalent, petrographisch jedoch von dieser gänzlich verschieden sind. Sie werden allgemein als „rote Leitschicht“ bezeichnet.

Ihrer Verbreitung nach sind sie in unserem Gebiete leitend, andererseits machen sie sich leichter in den Bohrungen, die ja nur in den seltensten Fällen als Kernbohrungen durchgeführt werden, durch Rotfärbung der Spülung während größerer Mächtigkeit kenntlich. Allerdings auch hierbei ist Vorsicht nötig, da auch in den höheren Horizonten mitunter Rotfärbung der Schichten eine größere Rolle spielt.

Die rote Leitschicht, deren Mächtigkeit großen Schwankungen unterworfen ist, bedeutet wohl rein geologisch die

interessanteste Schichtengruppe im Unterelsaß. Sie bringt zum erstenmal den Nachweis, daß die einzelnen Schichtengruppen zum Teil in sich geschlossene, beckenförmige Einlagerungen darstellen, ähnlich den zeitlich jüngeren oberelsässischen Salzbeckenablagerungen. Aus diesem Grunde, zumal sie, wie wir später sehen werden, den Übergang vom Mittel- zum Unteroligocän bildet, ist es nötig, sie bei der Beschreibung von den übrigen Schichten gesondert zu behandeln.

Zwischen den liegenden Schichten (Dolomitmergelzone der grünen und schwarzen Mergel) und der roten Leitschicht liegt ein scharfer Schnitt, der allein durch die krasse Farbenänderung sofort ins Auge fällt.

Die Liegendgrenze der Leitschicht wird meist von einer bis 10 cm mächtigen, grünlichgrauen bis rötlichgrauen konglomeratischen Kalksteinbank gebildet, deren Gerölle aus bis Erbsgröße erreichenden Quarzen bestehen. Die über dieser Sandsteinbank folgenden Schichten setzen sich zusammen aus dunkelroten, braunroten, bis ins Weinrot gehenden, zum Teil unregelmäßig grüngefleckten oder getupften Mergeln, dolomitischen Mergeln, Dolomitmergeln und auch Tonen, während sandige Mergel gegen die liegenden Schichten zurücktreten.

Charakteristisch ist das Auftreten von Anhydritknöllchen und Anhydritknötchen, niemals Anhydritlagen. Die Größe dieser Anhydrite schwankt von der eines Stecknadelkopfes bis zu Haselnußgröße. Sie weichen von den Anhydritknollen, wie wir sie aus den Schichten unterhalb der roten Leitschicht kennen, insofern ab, als sie ihr Wesen als Anhydrit erst beim Zerschlagen erkennen lassen. Der äußere Rand ist bereits in Gips umgewandelt, wodurch die Struktur verwischt wird. Die kleineren sind meistens schon gänzlich in Gips übergegangen. Die Form der Anhydrite ist mehr oder weniger unregelmäßig gerundet. Manche erscheinen oberflächlich als traubenförmige

Gebilde, manche wiederum lassen Pseudomorphosenbildung nach Gips, zum Teil linsenförmig, erkennen. Die in Gips umgewandelte Umrandungszone übersteigt kaum die Dicke von 1 mm. Das Auftreten von Anhydrit ist im unteren Teile überwiegend, ohne jedoch ausschließlich an diesen Teil gebunden zu sein.

Die Hangendgrenze der roten Leitschicht ist nicht so scharf wie die Liegendgrenze. Meist gehen die Schichten nach dem Hangenden zu unter stärkerem Hervortreten der Grünfleckung allmählich in bunte, meist grüne, limnische Mergel über.

Die im Jahre 1913 niedergebrachte Bohrung am Nordrande des Hagenauer Forstes im Jagen 192 des Revieres Glaswinkel zeigt folgendes Profil der roten Leitschicht.

- 502,1—504,3 m = 2,2 m rote, grüngefleckte, dolomitische Mergel, untergeordnet sandig.
- 504,3—504,9 m = 0,6 m rote, dolomitische Mergel. Limnaeus.
- 504,9—506,2 m = 1,3 m rote, splitterigbrechende Dolomitmergel.
- 506,2—507,8 m = 1,6 m rote, zum Teil grüngefleckte, zähe, sandig-dolomitische Mergel.
- 507,8—511,4 m = 3,6 m rote, splitterigbrechende Dolomitmergel.
- 511,4—518,3 m = 6,9 m rote, zum Teil grüngefleckte, dolomitische Mergel, untergeordnet schwach sandig. Limnaeus.
- 518,3—518,9 m = 0,6 m grüne, stark rotgefleckte Dolomitmergel.
- 518,9—524,7 m = 5,8 m rote Dolomitmergel, wenig grüngefleckt.
- 524,7—530,4 m = 5,7 m rote Dolomitmergel, untergeordnet dolomitische Mergel.
- 530,4—534,6 m = 4,2 m rote, bröcklige Tonmergel bzw. Tone, stark klastisch.
- 534,6—536,2 m = 1,6 m rote Mergel und Tonmergel mit vielen unregelmäßigen Spiegelflächen nach Art von Druckharnischen.
- 536,2—540,9 m = 4,7 m rote, bröcklige Tonmergel bzw. Tone, stark klastisch, gipshaltig.
- 540,9—548,6 m = 7,7 m rote dolomitische Mergel mit Anhydritknollen, vereinzelt in Gips umgewandelt.
- 548,6—548,9 m = 0,3 m rote Tonmergel mit Anhydritknollen.
- 548,9—549,5 m = 0,6 m rote Dolomitmergel mit kleinen Anhydrit- und Gipsknollen.

549,5—550,7 m = 1,2 m rote, grüngefleckte Dolomitmergel mit wenig Anhydritknollen.

550,7—551,4 m = 0,7 m rote bis bräunlichrote, zum Teil grüngefleckte Dolomitmergel.

551,4—551,9 m = 0,5 m grüner, stark rotgefleckter Dolomitmergel.

Petrographisch ergibt sich in diesem Profil folgende Gliederung:

- a) Zu oberst 502,1—530,4 m = 28,3 m bestehen die Schichten aus Mergeln, die sich infolge ihres starken Gehaltes an Magnesiumkarbonat entweder als dolomitische Mergel oder Dolomitmergel mit geringem Sandgehalt charakterisieren. Sie enthalten zum Teil *Limnaeus*.
- b) Es folgen 530,4—540,9 m = 10,5 m Schichten, die als Tone oder Tonmergel entwickelt sind, nicht einheitlich zusammenhängend, wie die Mergel sonst zu sein pflegen, sondern klastisch. Infolgedessen sind sie leicht bröcklig. Spiegelnde Flächen, selbst an den kleinsten Stückchen, nach Art sonstiger Druckharnische sind sehr häufig.
- c) Zu unterst 540,9—551,9 m = 11 m folgen wieder dolomitische Mergel und Dolomitmergel, untergeordnet Tonmergel mit Anhydriten, die zum Teil in Gips umgewandelt sind.

Die Gesamtmächtigkeit der Schichten beträgt hier 50 m.

Vorstehende Dreiteilung läßt sich auch in anderen Orten durchführen, jedoch mit Abweichungen in der Mächtigkeit der Teilzonen, so daß diese also nicht durchgängig sich an ein bestimmtes Niveau halten. Es ist dies auch leicht erklärlich durch die beckenförmige Ablagerung der Schichten, wobei ein gleichförmiger Boden im Becken keineswegs vorausgesetzt zu werden braucht. Hiermit stimmt auch der Befund von Oberkutzenhausen und Hölschloch überein, wo eine Trennung infolge größerer Durchgängigkeit der Anhydrite zugleich unter Anschwellen der Gesamtschichtenmächtigkeit sich nicht mehr ermöglichen läßt.

Die gleiche Ausbildung der Leitschicht wie im Hagenauer Forste ist bei Surburg vorhanden.

Die bereits erwähnte Bohrung 1346 traf die Schichten in folgendem Profile an:

407,6—409 m = 1,4 m grüne, rotgefleckte dolomitische Mergel.

409—415,7 m = 6,7 m graugrüne, rotgefleckte, zum Teil sandige, dolomitische Mergel.

415,7—425,2 m = 9,5 m rote, bröcklige Tonmergel mit vielen unregelmäßigen Spiegelflächen.

425,2—429,5 m = 4,3 m rote dolomitische Mergel mit kleinen Anhydritknöllchen.

429,5—430 m = 0,5 m rote, grüngefleckte, dolomitische Mergel.

430—430,5 m = 0,5 m rote, grüngefleckte, schwachsandige dolomitische Mergel.

430,5—442,6 m = 12,1 m rote, splitterigbrechende Dolomitmergel mit Anhydritknollen bei 434,5—436,5 m und bei 439,1—442,6 m.

442,6—443,2 m = 0,6 m rote, dolomitische, schwachsandige Mergel.

443,2—456,3 m = 13,1 m rote Mergel und dolomitische Mergel mit Anhydritknollen.

456,3—462,4 m = 6,1 m rote, grüngefleckte, splitterigbrechende Dolomitmergel mit wenig Anhydritknöllchen.

462,4—467,9 m = 5,5 m rote, grüngefleckte Dolomitmergel mit vereinzelt Anhydritknollen.

467,9—468 m = 0,1 m fester, konglomeratischer Kalksandstein, bestehend aus Quarzgeröllen, bis Erbsgröße reichend.

Zusammenfassend haben wir auch hier:

a) zuoberst 407,6—413,7 m = 8,1 m dolomitische und sandig-dolomitische Mergel.

b) 415,7—425,2 m = 9,5 m zerbrochene, bröcklige Tonmergel mit vielen, bis ins Kleinste gehenden Spiegelflächen.

c) 425,2—468 m = 42,8 m dolomitische Mergel und Dolomitmergel, zum Teil sandig mit Anhydriten.

Die Gesamtmächtigkeit beträgt hier 60,4 m.

Die Mächtigkeit der Leitschicht schwankt überhaupt stark. Bei Pechelbronn ist sie am stärksten entwickelt. Mit Sicherheit ist sie dort bis zu 100 m erwiesen, wahrscheinlich ist sie aber noch stärker. Bei Biblisheim beträgt sie 70—75 m, bei Gunstett und im Hagenauer Forste etwa bis 65 m, bei Schwabweiler und Sulz dagegen nur noch einige 40 m.

Nach Osten verschwächt sich also die rote Leitschicht zugleich unter Auflösung der Schichten im einzelnen. An-

hydrite fehlen, worauf bezüglich Sulz VAN WERVEKE (11) schon hingedeutet hat. Sandsteine und kleinkonglomeratische Sandsteine schieben sich mehr und mehr ein und auch die sonst durchgängige oder überwiegende Rotfärbung der Schichten löst sich auf, indem mehr und mehr grüne Farbtöne sich einstellen.

Diese Randfazies der roten Leitschicht ist in Übereinstimmung mit dem Befunde in Sulz und Wald in der Bohrung 1531 bei Schwabweiler von mir in folgendem Profile festgestellt worden :

- 542,5—545,9 m = 3,4 m rötlicher, konglomeratischer Sandstein.
- 545,9—546 m = 0,1 m dunkelgrüner, toniger Mergel.
- 546—546,5 m = 0,5 m rötlicher, konglomeratischer Sandstein.
- 546,5—547 m = 0,5 m roter, toniger Mergel.
- 547—547,5 m = 0,5 m roter, grüngefleckter, sandig-dolomitischer Mergel.
- 547,5—548,1 m = 0,6 m roter, dolomitischer Mergel.
- 548,1—548,2 m = 0,1 m konglomeratischer Sandstein.
- 548,2—550,4 m = 2,2 m rote, bröcklige, tonige Mergel.
- 550,4—551,3 m = 0,9 m rote, grüngefleckte, dolomitische Mergel mit Spiegel-
flächen.
- 551,3—552,7 m = 1,4 m rote, bröcklige, tonige Mergel.
- 552,7—555,2 m = 2,5 m rote, dolomitische Mergel.
- 555,2—556,1 m = 0,9 m rote, grüngefleckte, schwachsandige, dolomitische
Mergel.
- 556,1—557,3 m = 1,2 m rote, stark grüngefleckte, zähe, sandig-dolomitische
Mergel.
- 557,3—558,4 m = 1,1 m grüne, stark rotgefleckte, sandig-dolomitische Mergel.
- 558,4—589 m = 30,6 m überwiegend rote, dolomitische und sandig-dolomi-
tische Mergel, wenig toniger Mergel.

Zuoberst hat man also hier :

- a) 542,5—548,2 m = 5,7 m bunte, zum Teil sandige Mergel mit konglo-
meratischen Sandsteineinlagerungen.
- b) 548,2—552,7 m = 4,5 m rote, bröcklige Tonmergel und unregel-
mäßig spiegelnde dolomitische Mergel.
- c) 552,7—589 m = 36,3 m überwiegend rote, aber auch grüne, sandig-
dolomitische Mergel.

Zone a und c weichen demnach als Randfazies gegenüber der son-
stigen Ausbildung erheblich ab. Zone b ist nur noch in 4,5 m Mächtigkeit entwickelt.

Die rote Leitschicht ist im ganzen als versteinungsarm zu bezeichnen. Nur im oberen Teile wurde gelegentlich Limnaeus beobachtet, wodurch ein Einfluß von Süßwasser in dieser Unterabteilung gegenüber der sonstigen marinen Ausbildung nachgewiesen ist.

Was nun die Rotfärbung dieser Schichtengruppe sowie die Anhydritführung anbetrifft, so ist sie ein Analogon zum mittleren Muschelkalk, bezüglich dessen VAN WERVEKE (16) auf dem Standpunkte steht, daß das Auftreten von Anhydritknollen allgemein wesentlich bezeichnend ist für das der Küste genäherte salzfreie Gebiet, während solche in das salzführende nur in untergeordneter Weise und wahrscheinlich nur in dessen Rand hineinreichen, dagegen im Innern der Bucht zumeist Anhydrit schichtenförmig abgelagert wurde und Knollenbildung dort infolge Verdünnung durch salzärmeres Meerwasser, nicht durch Süßwasser erfolgte.

Durch den stratigraphischen Befund der Tertiärschichten läßt sich dieses im allgemeinen im hiesigen Gebiete auch auf diese Formation übertragen. Zur Zeit der Ablagerung der anhydritführenden grünen Mergelschichten (Anhydritmergelzone der Schichten unter der roten Leitschicht) war das Gebiet nur als schwächeres Becken vorgebildet, in welches vom offenen Meere Salzwasser eintrat und seinen Anhydritgehalt unter Einfluß von Süßwasser in der bekannten Knollenform abgelagerte. In der Folgezeit, zur Zeit der roten Leitschicht, hatte sich, wie die schwankende Mächtigkeit der Schichten, ferner das östliche Schwächerwerden und Übergang zur Ausbildung der Konglomeratzone bei Schwabweiler—Sulz und Wald beweisen, ein tieferes abgeschlossenes Teilbecken herausgebildet, in welchem durch fortgesetzteren Salzwasserzufluß vom Meere her der laugenvermindernde Süßwasserzufluß nicht nur ständig wieder ausgeglichen wurde, sondern auch die Lauge

zu einer Anreicherung von Salzen führte, so daß das Becken zur Zeit der roten Leitschicht nach Art einer geschlossenen Meeresbucht durchweg salzreicher war als in der Vorzeit, in der dasselbe als sinkender Seeboden nur schwach vorgebildet war.

Indessen hatte ich schon darauf hingewiesen, daß die Anhydrite der roten Leitschicht von den tieferen Anhydriten insofern verschieden sind, als teilweise ihre Oberfläche — die kleineren zum Teil gänzlich — in Gips umgewandelt ist. Dies hat seinen Grund offenbar darin, daß die Anhydrite zum Teil wie auch die Deckschichten kurz nach Ablagerung wieder umgelagert wurden. Die Reste dieser aufgearbeiteten Schichten bilden die durchschnittlich mit 10 m zu veranschlagenden Residualschichten der bröckligen Tone, die allgemein deutlich den Charakter der Aufarbeitung um Umlagerung zeigen.

Gehen wir einen Schritt weiter und fragen danach, wie einmal abgesetzte Mergelschichten kurz nach ihrer Sedimentation wieder aufgearbeitet und umgelagert werden können, so kann dies nur durch Auflösung von in diesen einstigen Schichten abgelagerten, leichtlöslichen Stoffen, in diesem Falle also von Salzen, seine Erklärung finden, und zwar Auflösung lediglich infolge Laugenverdünnung in der Folgezeit durch Einfluß von Süßwasser, auf welches der Befund der unter Teilzone a der Leitschicht erörterten Schichten — Auftreten von *Limnaeus* sowie sandige Mergel — hinweisen.

Die Deckschichten der einstigen Salze innerhalb der roten Leitschicht, welche unter der Auflösung und Auslaugung der Salze zusammenbrechen, wurden an Ort und Stelle umgelagert und blieben als klastisches Gestein bei dem weiteren Sedimentationsprozesse der Mergel in ihrer jetzigen Form erhalten. Mit diesem Prozesse scheinen die in der Residualzone sich überall findenden, unregelmäßigen Spiegelflächen

und Druckharnische, die bis in das Kleinste gehen und sich sogar an der Oberfläche kleiner Druckknoten bemerkbar machen, in ursprünghchem Zusammenhange zu stehen.

Die größte Mächtigkeit erreicht die rote Leitschicht in der nächsten Umgebung von Merkweiler—Pechelbronn, nach Süden nimmt sie langsam an Mächtigkeit ab. Im südlichen Teile des Hagenauer Forstes ist sie noch mit 50 m bekannt und auch noch zuverlässig ohne Erscheinungen von Randfazies verbreitet. Nach Süden läuft das Teilbecken innerhalb des Rheintalgrabens also nur ganz allmählich und sanft aus. Die ehemalige westliche Grenze des Beckens kennen wir nicht. Sie wird auch unbekannt bleiben, da nicht mehr feststellbar ist, wie weit überhaupt die im Zaberner Bruchfelde vielleicht vorhandenen, später aber der Erosion verfallenen Oligocänschichten ihrer Ausdehnung nach gereicht haben. Jedenfalls wird die rote Leitschicht durch die Rheintalhauptspalte im Westen abgeschnitten.

Durch den Befund der Ausbildung der Randfazies östlich Schwabweiler (Bohrung 1531) wissen wir, daß das Becken nach Osten zu sich verschwächt. Berücksichtigen wir nun die allgemeine Erscheinung, daß die nord-südliche Längsachse der einzelnen Teilbecken die ost-westliche Querachse überwiegt, ferner daß die Richtung der Längsachse ungefähr mit dem Schichtstreichen übereinstimmt, so würde die nördliche Fortsetzung der Schwabweiler Randfazies etwa zwischen Hohweiler und Köhlendorf, weiter nördlich zwischen Hermersweiler und Hofen zu suchen sein. Indessen ist aber bereits in der Tiefbohrung 1350 unmittelbar südlich Sulz und Wald, also etwa 3,5 km weiter westlich die gleiche Randfazies nachgewiesen worden, woraus auf ein Abbiegen und Auslaufen des Beckens in einer ellipsenförmigen Kurve nach Norden bzw. Nordwesten zu schließen ist, also daß die Fortsetzung

etwa in der Gegend von Keffenach verlaufen und somit sich das Becken nördlich Pechelbronn vielleicht zwischen Lobsann und Drachenbronn auf den Hochwald zu schließen mag.

Schichten über der roten Leitschicht.

Die nunmehr über der roten Leitschicht einsetzenden „Pechelbronner Schichten“, von denen nur Überlagerung durch marines Mitteloligocän in der Ausbildung des Foraminiferenmergels mit ihrer typischen Septarientonfauna bekannt war, sind bisher in der Literatur eingehend noch nicht behandelt worden mangels zusammenhängender Schichtprofile. Aus Vergleich der Leitersweiler Tiefbohrung der Internationalen Bohrergesellschaft aus den Jahren 1910—1912, die den oberen Teil dieser Schichtenfolge unter dem marinen Mitteloligocän erschloß, mit Untersuchungen aus Kernbohrungen der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft berechnete VAN WERVEKE (11) die Gesamtmächtigkeit dieser Schichtenfolge mit 475 m. Ein zusammenhängendes Profil lieferte indessen erst die Bohrung 1531 unweit Schwabweiler im Jahre 1913. Gelegentlich des Nachweises der „Schwabweiler Blättersandsteine“ ANDREAES als Melettaschichten (17) hatte ich bereits im Jahre 1914 die marinen mitteloligocänen Schichten der Bohrung 1531 erörtert und erwähnt, daß die in dieser Bohrung bei 176,3 m Teufe beginnenden „Pechelbronner Schichten“ weitere Gliederungen gemäß der oberelsässischen Ausbildung zulassen, jedoch ohne in jener Arbeit auf diese Gliederungen eingehen zu können.

Dieses Profil zeigt in unserem Gebiete den engsten Anschluß an die oberelsässische Ausbildung und bildet insofern, als es von einer sich nordwestlich von ihr einschubenden Pechelbronner Süßwasserfazies noch unbeeinflusst ist, das Nor-

malprofil des Unterelsasses, und eignet sich infolgedessen besonders zur Erläuterung der Schichtenfolge.

Die in dieser Beziehung so wichtige Bohrung liegt etwa 750 m ost-südöstlich der Schwabweiler Mühle, südlich der Sauer, im Hagenauer Forste, 50 m nördlich des Brunnwaldsträßel, unmittelbar westlich des nordwärts vom Brunnwaldsträßel zur Sauer hin abzweigenden Gestellweges. Ihre Höhenlage belief sich auf +142,71 m NN.

In der Teufe von 45—154,8 m = 109,8 m gehörten die erbohrten Schichten den Melettaschichten an, von 154,8—176,3 m = 21,5 m waren es Amphisylofischschiefer und Foraminiferenmergel (17). Von 176,3 m ab zeigt das Profil folgende Entwicklung:

176,3—176,5 m = 0,2 m graue Tutenmergel.

176,5—181,2 m = 4,7 m bituminöser, sandiger Schieferton mit harten, bis 30 cm mächtigen Tutenmergeleinlagerungen.

181,2—181,5 m = 0,3 m schwach bituminöser, mürber Sandstein.

181,5—182 m = 0,5 m sandiger, schwach bituminöser Schieferton.

182—185,2 m = 3,2 m grauer, festerer Mergel mit Tellina und anderen Muschelresten; Pyritkonkretionen führend.

185,2—186,6 m = 1,4 m grauer, sandiger Mergel.

186,6—188 m = 1,4 m grauer, schiefrig-toniger Mergel mit unbestimmbaren Muschelresten.

188—188,4 m = 0,4 m grauer, fester, muschligbrechender Mergel.

188,4—189,4 m = 1,0 m grauer, schiefrig-toniger Mergel, zum Teil sandig.

189,4—189,8 m = 0,4 m grauer, toniger Mergel mit Gips.

189,8—190,7 m = 0,9 m grauer, schiefrig-toniger Mergel, zum Teil schwach bituminös, mit Schalenkrebsschen.

190,7—191,1 m = 0,4 m schwarzbrauner, bituminöser, sandig-mergeliger Ton.

191,1—220 m = 18,9 m Wechsel grauer, überwiegend sandiger Mergel mit kleineren Partien toniger Mergel; stellenweise bituminös. Bei 192 und 192,6 m 2—5 cm mächtige, scharfe dolomitische Kalksandsteinbänkchen. Einlagerungen von Gips, bis 4 cm stark, in den festen Mergelpartien bei 197 m, 202 m, 205 m.

204—204,2 m dolomitischer Kalk.

bei 204,2—205,4 m	} stark bituminöse, sandige Mergel.
206—212,8 m	
214—217,8 m	
219,5—220 m	

- 220—222 m = 2,0 m bunte, tonige, splitterigbrechende Mergel; Farbenton überwiegend grüngrau.
- 222—225,5 m = 3,5 m desgl.; Farbenton überwiegend rötlichbraun.
- 225,5—226 m = 0,5 m graue, schiefrige Mergel.
- 226—227,1 m = 1,1 m graugrüne, muschligbrechende Mergel mit Schalenkrebsschen (Cypris) bei 226,4 m; Limnaeus bei 226,8 m.
- 227,1—229,7 m = 2,6 m schokoladenbraune, bituminöse, sandige Mergel.
- 229,7—231,4 m = 1,7 m graugrüne bis bräunlichgraue, muschligbrechende, zum Teil geflammte Mergel. Kleinere Partien sandiger und bituminös.
- 231,4—233,8 m = 2,4 m graubraune, bituminöse, sandig-schiefrige Mergel mit Einlagerung 0,30 m mächtigen Tutenmergelkalkes bei 232,7 m.
- 233,8—234,9 m = 1,1 m buntgefleckte, festere Mergel. Vorherrschender Farbenton graugrün.
- 234,9—235,2 m = 0,3 m graugrüne, zum Teil bituminöse, schiefrige Mergel mit Schalenkrebsschen.
- 235,2—235,9 m = 0,7 m graugrüne, festere Mergel mit Limnaeus.
- 235,9—236,8 m = 0,9 m festere, muschligbrechende, bunte Mergel. Hauptfarbe grün.
- 236,8—240,8 m = 4,0 m buntstreifige, schiefrige Mergel mit sandigen Einlagerungen. Schalenkrebsschen. Hauptfarbenton schokoladenbraun.
- 240,8—242,2 m = 1,4 m graugrüne Mergel mit Pflanzenresten.
- 242,2—246 m = 3,8 m graugrüne, festere Mergel mit 0,01 m mächtigen Gipslagen.
- 246—248,2 m = 2,2 m sandige, zum Teil schwach bituminöse Mergel. Stellenweise grün und braun gestreift; Limnaeus, Hyperammina. Bei 246,4 m Steinsalzpsedomorphosen.
- 248,2—250,3 m = 2,1 m Wechsel von grauen, grünen und braunen, festeren, splitterigen Mergeln, zum Teil gebändert.
- 250,3—270,2 m = 19,9 m stark bituminöse, schiefrige, zum Teil sandige Mergel mit Pyrit und Gipslagen; bei 253,2 m Limnaeus; bei 259,7 m Steinsalzpsedomorphosen; bei 264,2 m Hyperammina?
- 270,2—270,5 m = 0,3 m schokoladenbraune, fleckige, tonige Mergel.
- 270,5—272,8 m = 2,3 m hellgraue, feste, streifige Kalkmergel mit tonigen Zwischenlagen.
- 272,8—274,8 m = 2,0 m braune, etwas bituminöse, gut spaltbare Mergel; bei 274,1 m verkieste Limnaeusreste; von 274,5 bis 274,8 m dünne Gipsschnüre.
- 274,8—277,5 m = 2,7 m graue bis graubraune, zum Teil sandige Mergel. Stellenweise schwach bituminös; bei 276,5 m Limnaeus.
- 277,5—279,9 m = 2,4 m graugrüne, tonige Mergel.

- 279,9—283,4 m = 3,5 m bituminöse, streifige Mergel, zum Teil sandig.
 283,4—286,5 m = 3,1 m graugrüne, feste Kalkmergel mit Limnaeus.
 286,5—288,6 m = 2,1 m graugrüne und graubraune, streifige Mergel mit Pyritkonkretionen; zum Teil schwach bituminös; bei 286,6 m Limnaeus; bei 287,7 m Cypris.
 288,6—288,7 m = 0,1 m festerer, graugrüner, sandiger Mergel.
 288,7—288,9 m = 0,2 m grauer Kalksandstein.
 288,9—291,2 m = 2,3 m grüne, feste Mergel, zum Teil stark sandig.
 291,2—294,5 m = 3,3 m rote, feste Kalkmergel, zum Teil sandig mit grünen Flecken.
 294,5—295,8 m = 1,3 m graugrüne und graubraune Mergel.
 295,8—296,8 m = 1,0 m graue und graubraune, zum Teil schwach bituminöse, blätterige Tonmergel.
 296,8—297,1 m = 0,3 m graue, festere Mergel.
 297,1—298,3 m = 1,2 m rotbraune, splitterige Mergel.
 298,3—300,6 m = 2,3 m bunte, gefleckte und buntstreifige Mergel.
 300,6—301,7 m = 1,1 m rotbraune, festere Mergel.
 301,7—302,2 m = 0,5 m graue, streifige, blätterig-sandige Mergel.
 302,2—304,3 m = 2,1 m grüne, feste Mergel; bei 302,7 m Limnaeus; 303,9—304,1 m = 0,2 m grauer Kalksandstein.
 304,3—306,4 m = 2,1 m graubrauner, schwach bituminöser, blätteriger Mergel.
 306,4—307,4 m = 1,0 m grauer bis graugrüner, sandiger Mergel.
 307,4—308,5 m = 1,1 m grauer bis graugrüner, fester Mergel.
 308,5—322,2 m = 13,7 m roter, grünfleckiger Mergel im Wechsel mit grünen, festen Mergeln, zum Teil sandig.
 322,2—327,5 m = 5,3 m graue bis graugrüne, blätterige Mergel, stellenweise rot.
 327,5—338,1 m = 10,6 m graubraune bis grünlichgraue, tonige Mergel mit spärlichen Pflanzenresten und Tonzwischenlagen; bei 333,7 m Limnaeus und Cypris; desgl. bei 334 und 337,10 m.
 338,1—342 m = 3,9 m graugrüne Mergel mit Limnaeus im Wechsel mit schokoladenbraunen, tonigen Mergeln.
 342—343,2 m = 1,2 m feste, graue Mergel, zum Teil fleckig, mit Pyrit.
 343,2—347 m = 3,8 m schokoladenbraune, blätterige Tonmergel im Wechsel mit graubraunen und grünlichen, festeren Mergeln mit Pyrit.
 347—347,2 m = 0,2 m Kalksandstein mit Pflanzenresten und Pyritkonkretionen.
 347,2—347,9 m = 0,7 m graubraune, tonige Mergel.
 347,9—348,4 m = 0,5 m grünlichgrauer, fester, sandiger Mergel.
 348,4—354 m = 5,6 m grünlichgrauer, fester Kalksandstein.
 354—357,5 m = 3,5 m graugrüner, fleckiger, toniger Mergel mit Tonzwischenlagen.
 357,5—358 m = 0,5 m grüner, fester, sandiger Mergel.

- 358—363,2 m = 5,2 m grüner, durch Eisenoxyd weinrot gefleckter Mergel; Salzwasser zwischen 359 und 361 m; bei 362,7 m Hydrobia und Cypris.
- 363,2—370 m = 6,8 m graubraune bis grauviolette, tonige Mergel; stellenweise mit Pyrit; bei 366,2 m verkieste Hydrobien; Fischreste, Cypris.
- 370—371,2 m = 1,2 m graue bis graugrüne, überwiegend tonige Mergel mit dünnen Sandsteinlagen.
Einfallen 45° bei 370,2—370,5 m; von 370,5 m normales Einfallen von 10°.
- 371,2—373,3 m = 2,1 m mürber, graugrüner Kalksandstein.
- 373,3—376,8 m = 3,5 m graugrüner Mergel, stellenweise graubraun und streifig.
- 376,8—377,5 m = 0,7 m grauer Kalksandstein.
- 377,5—378,1 m = 0,6 m graugrüner, fester, sandiger Mergel.
- 378,1—379,4 m = 1,3 m graugrüner und graubrauner bis schokoladenbrauner, toniger Mergel.
- 379,4—382,1 m = 2,7 m graubrauner bis schokoladenbrauner, toniger Mergel mit Cypris und verkiesten Hydrobien.
- 382,1—386,4 m = 4,3 m graubrauner, toniger Mergel mit Bryozoen, Hydrobia, Cypris und Corbula.
- 386,4—387 m = 0,6 m graue und graubraune, festere Mergel.
- 387—388,5 m = 1,5 m schokoladenbraune, tonige Mergel mit Bryozoen, Cypris.
- 388,5—390,7 m = 2,2 m gelblichgraue bis graubraune, pyrithaltige Mergel mit Mytilus, Cypris und Krebsen (Gammarus); bei 389,2 m viel Bryozoen, Pflanzenblätter (Cinnamomum).
- 390,7—393,6 m = 2,9 m grauer, fester, sandiger Mergel mit dünnen Kalksandsteinlagen.
- 393,6—394,6 m = 1,0 m Kalksandstein.
- 394,6—394,8 m = 0,2 m grüner, sandiger Mergel.
- 394,8—395,9 m = 1,1 m graugrüner, pyrithaltiger Tonmergel.
- 395,9—396,8 m = 0,9 m Kalksandstein mit Tonschmitzen.
- 396,8—397,2 m = 0,4 m konglomeratischer Sandstein.
- 397,2—397,5 m = 0,3 m Kalksandstein.
- 397,5—400,8 m = 3,3 m Wechsel graugrüner und graubrauner, pyrithaltiger, toniger Mergel; bei 400 m festere Bank mit kleinen verkiesten Hydrobien.
- 400,8—401 m = 0,2 m Kalksandstein.
- 401—403,8 m = 2,8 m grüner, toniger Mergel.
- 403,8—407,4 m = 3,6 m graugrüner bis graubrauner, schiefrig-mergeliger Ton, pyrithaltig, mit festeren, dann helleren Lagen wechselnd; bei 403,8—405,5 m Mytilus in Massen.

- 407,4—409 m = 1,6 m graubrauner bis schokoladenbrauner, schiefrig-mergeliger Ton.
- 409—409,5 m = 0,5 m festere, graue Mergel mit Mytilus.
- 409,5—410,8 m = 1,3 m graubrauner bis schokoladenbrauner, schiefrig-mergeliger Ton.
- 410,8—411,8 m = 1,0 m graue, tonige Mergel und mergelige Schiefertone; Einfallen 30°.
- 411,8—420 m = 8,2 m graugrüne und graubraune bis schokoladenbraune, bituminös-mergelige Schiefertone; bei 419,5—420 m dünne Gipsschnüre. Einfallen 15°.
- 420—421,5 m = 1,5 m grüner, sandiger Mergel.
- 421,5—424,7 m = 3,2 m Wechsel grüner, sandiger Mergel mit roten Mergeln.
- 424,7—425 m = 0,3 m roter, toniger Mergel.
- 425—425,1 m = 0,1 m grüner Mergel, rot gefleckt.
- 425,1—426,5 m = 1,4 m roter Mergel, grün gefleckt.
- 426,5—427 m = 0,5 m grauer bis graugrüner, zum Teil sandiger Mergel.
- 427—428 m = 1,0 m grober Kalksandstein, schwach ölimprägniert.
- 428—428,2 m = 0,2 m grüner, mergeliger Ton.
- 428,2—429,5 m = 1,3 m grün und rotbraun gefleckte, festere Mergel.
- 429,5—430,2 m = 0,7 m graue, mergelige Kalke mit dünnen mergeligen Zwischenlagen.
- 430,2—430,4 m = 0,2 m graugelber, fester, splittiger Dolomitmergel.
- 430,4—431,4 m = 1,0 m graugrüner, hellgeflecker, zum Teil weißgebänderter, festerer Mergel.
- 431,4—433,2 m = 1,8 m schokoladenbrauner, mergeliger Schiefertone.
- 433,2—435 m = 1,8 m graue, mergelige Kalke mit dünnen, schokoladebraunen, schwach bituminösen, mergeligen Tonzwischenlagen mit Mytilus bei 434,5 m und eingeschwemmten Blättern.
- 435—442,5 m = 7,5 m Kernverlust.
- 442,5—443 m = 0,5 m rotbrauner, dolomitischer Mergel.
- 443—444 m = 1,0 m graugrüner, dolomitischer Mergel.
- 444—444,4 m = 0,6 m rotbraune Mergel. Einfallen 20° bei 444—445 m.
- 444,6—445 m = 0,4 m graugrüner, sandiger Dolomitmergel.
- 445—447 m = 2,0 m rote und grüne, dolomitische Mergel.
- 447—452,2 m = 5,2 m rotbraune, tonige Mergel, z. T. verquetscht.
- 452,2—452,6 m = 0,4 m grüne, tonige Mergel, verquetscht. Störung.
- 452,6—453 m = 0,4 m graue, hellgebänderte, splittigbrechende Dolomitmergel.
- 453—455 m = 2,0 m dunkelgraue Tonmergel.
- 455—457,5 m = 2,5 m graugrüne, feste, sandige Dolomitmergel, zum Teil rot gefleckt mit tonigen Zwischenlagen.
- 457,5—459,2 m = 1,7 m schokoladenbraune, zum Teil schwach bituminöse, tonige, schiefrige Mergel, hellgebändert.

- 459,2—460,6 m = 1,4 m hellgraue, dolomitische Mergel, gebändert mit Pflanzenresten.
- 460,6—462 m = 1,4 m hellgraue und graugrüne, sandig-dolomitische Mergel.
- 462—463 m = 1,0 m graugrüne, sandige, salzige Mergel mit geringen Ölsuren.
- 463—463,2 m = 0,2 m gelbgraue, sandige Mergel.
- 463,2—463,5 m = 0,3 m schokoladenbraune, tonige Mergel.
- 463,5—465 m = 1,5 m graue, streifige Mergel.
- 465—466 m = 1,0 m graugrüne Mergel.
- 466—467,4 m = 1,4 m Wechsel graugrüner, brauner, rötlicher und schokoladenfarbener, streifiger Mergel.
- 467,4—470 m = 2,6 m graugrüne Mergel mit Limnaeus.
- 470—471,2 m = 1,2 m graugrüner Mergel.
- 471,2—477 m = 5,8 m Wechsel graugrüner, schokoladenbrauner und graubrauner, streifiger Mergel.
- 477—478,7 m = 1,7 m grauer bis graugrüner, sandiger Mergel.
- 478,7—481 m = 2,3 m graugrüne und braune, streifige, dolomitische Mergel.
- 481—481,8 m = 0,8 m graugrüne, sandige Mergel.
- 481,8—487 m = 5,2 m graue, graugrüne und helle, streifige, sandige Dolomitmergel.
- 487—488,5 m = 1,5 m rotbraune, grüngefleckte Mergel und Dolomitmergel.
- 488,5—490 m = 1,5 m graue und graugrüne, streifige, sandige Dolomitmergel.
- 490—491,5 m = 1,5 m schokoladenbraune und graubraune, streifige Tonmergel.
- 491,5—493 m = 1,5 m graue und graugrüne, streifige, sandige Dolomitmergel.
- 493—493,3 m = 0,3 m braun und grünstreifige, sandige Dolomitmergel mit dünnen Sandsteinlagen.
- 493,3—497 m = 3,7 m schokoladenbraune und graubraune, streifige, tonige Mergel mit Dolomitmergeleinlagerungen.
- 497—499,5 m = 2,5 m graugrüne, sandige Dolomitmergel mit tonigen Mergeleinlagerungen.
- 499,5—501,8 m = 2,3 m graubraune, schokoladenbraune und grünliche, streifige Mergel mit Dolomitmergeleinlagerungen.
- 501,8—502,5 m = 0,7 m graugrüne und rotbraune, grüngefleckte, sandige Dolomitmergel.
- 502,5—503 m = 0,5 m graubraune und rötlichbraune, tonige Mergel.
- 503—503,5 m = 0,5 m graugrüne und rotbraune, grüngefleckte, sandige Dolomitmergel.
- 503,5—506 m = 2,5 m rotbraune, tonige Mergel und grüngefleckte, sandige Dolomitmergel.
- 506—506,3 m = 0,3 m graugrüne, sandige Dolomitmergel.
- 506,3—507,1 m = 0,8 m bunte, tonige Mergel.
- 507,1—507,9 m = 0,8 m graugrüne, sandige Mergel.
- 507,9—508,5 m = 0,6 m graugrüne und braune, tonige Mergel.

- 508,5—509 m = 0,5 m rotbraune, tonige Mergel.
509—510 m = 1,0 m graugrüne, streifige, sandig-dolomitische Mergel.
510—510,5 m = 0,5 m schokoladenbraune, dolomitische Mergel.
510,5—511 m = 0,5 m graugrüne, streifige Dolomitmergel mit Konglomeratlagen.
511—519,5 m = 8,5 m rotbraune, tonige Mergel bis Dolomitmergel im Wechsel mit graugrünen, sandigen Dolomitmergeln.
519,5—524,5 m = 5,0 m schokoladenbraune, graubraune und graugrüne, streifige Mergel.
524,5—527 m = 2,5 m graugrüne, sandige Dolomitmergel mit geringen Ölsuren.
527—527,5 m = 0,5 m braune, tonige Mergel.
527,5—534,5 m = 7,0 m graugrüne, sandige Dolomitmergel im Wechsel mit graubraunen, hellstreifigen Mergeln; geringe Ölsuren.
534,5—538 m = 3,5 m schokoladenbraune und graue, streifige, zum Teil sandige Mergel.
538—538,9 m = 0,9 m graugrüne Tonmergel.
538,9—540 m = 1,1 m rotbraune, grügefleckte Dolomitmergel.
540—540,8 m = 0,8 m schokoladenbraune, graue und grüne, streifige Mergel.
540,8—542,5 m = 1,7 m graugrüne, starksandige Dolomitmergel.
542,5—589 m = 46,5 m rote Leitschicht. (Schichtenfolge vgl. auf Seite 443.)
589—606,8 m = 17,8 m grüne und schwarze dolomitische Mergel mit Kalksandsteinbänken.

Bei 606,8 m wurde die Bohrung in der Dolomitmergelzone der grünen und schwarzen Mergel eingestellt.

Innerhalb dieser Schichtenfolge ergibt sich demnach folgende, zusammenfassende Gliederung:

a) 176,3—220 m = 43,7 m. Graue und schwarzbraune Mergel, Schiefer-tone und schiefrige, plattige Mergel, seltener feste, muschlig brechende Mergel, zum Teil sandig entwickelt, mit Einlagerungen dünner, dolomitischer Kalksandsteinbänke und splittiger, dolomitischer Kalke, untergeordnet Tutenkalke. Die sandigen Mergel sind meist bituminös, daher schwarzbraun; beim Zerschlagen lassen sie typischen Asphaltgeruch erkennen. Charakteristisch für diese Zone sind bis 4 cm starke Einlagerungen weißen Faser-gipses. Der Gips sowie das Vorkommen von *Tellina* weisen auf marinen Einfluß hin, die Schalenkrebse auf Süßwasser- bis Brackwasserentwicklung, die Sandsteine auf Süßwasserbildungen. Im wesentlichen sind es brackische Bildungen, worauf im übrigen die plattigen Tonmergel als Seichtwasserbildungen hinweisen.

Die Schichten entsprechen als unmittelbar Liegendes des Foraminiferenmergels der Gipszone des Oberelsasses.

b) 220—240,8 m = 20,8 m. Es folgen bunte, überwiegend grünliche, aber auch rotbraune, bisweilen buntgefleckte Mergel, muschlig oder polyedrisch brechend; die schiefrigen, graubraunen Mergel, zum Teil sandig, treten gegen die Zone a etwas zurück. Marine Fossilien fehlen, dagegen sind *Limnaeus* und *Cypris* häufig. In der Hauptsache sind es Süßwasserbildungen, die mit Brackwasserschichten wechsellagern.

Die Schichten entsprechen der limnischen Zone des Oberelsasses. Die Teilung in Gipszone und limnische Zone, wie hier, ist sonst jedoch nicht so deutlich zu erkennen. Es ist daher dienlicher, die Teilzonen a und b als Gips- und limnische Zone zusammenzuziehen. Die Trennung wurde wohl auch von FÖRSTER im Oberelsaß mehr nach Gefühl, als es sonst exakt möglich ist, durchgeführt.

Unter diesen Schichten folgen:

c) 240,8—277,5 m = 36,7 m graue, grünliche und braune, teils fleckige, teils streifige oder gebänderte Tonmergel und Mergel. Sandige Mergel sind sehr gering. Sandsteine fehlen. Charakteristisch ist das häufige Auftreten von Steinsalzpseudomorphosen auf den Schichtflächen der streifigen und schiefrigen Mergel. Gipslagen sowie dünne Gipsschnüre treten zahlreich auf. Von Fossilien sind nur zum Teil verkieste *Limnaeus*reste und eine *Foraminifera* bekannt, die wahrscheinlich der Gattung *Hyperamina* angehört.

Die Steinsalzpseudomorphosen sowie das Auftreten von Gips weisen auf Zugehörigkeit der Schichten zur Steinsalzanhydritmergelzone hin. Zwar fehlen hier die Anhydrite, doch scheinen die sonst die Anhydrite führenden unteren Schichten dieser Zone durch eine Störung abgeschnitten zu sein. Hierauf deutet die geringe Mächtigkeit der Schichtengruppe hin, die sonst in unserem Gebiete mit 75 m Durchschnittsmächtigkeit entwickelt ist. (Vgl. Bohrung 1568 im Hagenauer Forste Seite 468.)

d) 277,5—358 m = 80,5 m. Dieser Schichtenkomplex umfaßt in der Hauptsache Süßwasserschichten, die untergeordnet von geringmächtigen, brackischen Schichtbänken unterbrochen werden. Die Süßwasserschichten werden gebildet von festen, bunten, hauptsächlich rotbraunen und grünlichen Kalkmergeln, die mehr oder weniger sandig sind, und polyedrisch brechenden kompakten Mergeln, auch Tonmergeln, die häufig *Limnaeus* und *Cypris* enthalten. Pflanzenreste sind spärlich; sie sind eingeschwemmt. Kalksandsteine treten besonders in der unteren Hälfte auf. Eine stärkere Kalksandsteinbank liegt bei 348,4—354 m Tiefe mit 5,6 m Mächtigkeit, wie überhaupt der Sandgehalt der Schichten innerhalb dieser Schichtengruppe, weil durchgängiger, hervortritt.

Die brackischen Schichten bestehen aus schwach bituminösen, graubraunen bis schokoladenbraunen, blätterigen bis schiefrigen, gebänderten Tonmergeln.

Diese Schichten entsprechen dem oberelsässischen Niveau der dort die Kalilager enthaltenden oberen bituminösen Zone, da sie auch hier die hangende Schichtengruppe der charakteristischen, weitverbreiteten ver-

steinungsreichen Zone darstellen. Im übrigen weist auch der, wenn auch nur schwache Bitumengehalt der Tonmergel, der allein durch die charakteristische Braunfärbung der Schichten kenntlich ist, auf diese Zone hin. Da sie in unserem Gebiete zugleich eine Hauptölzone ist, hat der Begriff von „bituminöser“ Zone auch im Unterelsaß seine Berechtigung.

Im Liegenden folgt sodann:

e) 358—420 m = 62 m. Die versteinungsreiche Zone.

In der Hauptsache sind es graue bis grünlichgraue und gräubraune bis schokoladenbraune, streifige und gebänderte Tonmergel. Untergeordnet finden sich kompaktere Mergel und sandige Mergel. Kalksandsteine treten nur in dünnen Bänken auf. Der überaus starke Fossilgehalt deutet auf seichtmarine Bildungen hin, während die sandigen Sedimente auf Zufuhr von der Küste schließen lassen, so daß sich daraus zeitweilig brackische Sedimente entwickelt haben, worauf wiederum die schiefriplattigen Mergel hinweisen.

Die Hangendgrenze (Grenze zur oberen bituminösen Zone) bilden charakteristische grüne, weinrot bis öckrig gefleckte, plattige Mergel, die als Leitfossil *Hydrobia* enthalten, und zwar meist in pyritisierter Erhaltung. Der Fossilgehalt innerhalb der versteinungsreichen Zone ermöglicht eine Gliederung in mehrere Unterhorizonte:

1. zuoberst 358—382,1 m = 24,1 m herrscht als Leitfossil *Hydrobia* vor; daneben finden sich Schalenkrebse.
2. 382,1—390,7 m = 8,6 m enthält neben *Hydrobia* und *Cypris* vor allem reichlich Bryozoen, bisweilen in ganzen Kolonien, ferner *Corbula*, *Mytilus* und kleine Amphipoden (*Gammarus*). Letztere finden sich auf der Schichtfläche eines dünnen Tonmergelbänkchens als pyritartiger Hauch. Leider sind sie nicht bestandfähig, da sie durch Zersetzung an der Luft sehr schnell der Zerstörung anheimfallen.
3. 390,7—400,8 m = 10,1 m; hier treten wieder verkieste *Hydrobien* auf.
4. 400,8—420 m = 19,2 m; überwiegendes Auftreten von *Mytilus*. Diese Muschel ist in einzelnen Bänken derart häufig, daß sie bisweilen das Gestein ganz durchsetzt. Im übrigen findet sich *Mytilus* meist in den gelbgrauen bis grauen, festen und splitterigen, mehr oder weniger dolomitischen Mergeln.

Die Liegendgrenze der versteinungsreichen Zone wird von grasgrünen bis graubraunen Schiefertönen gebildet, denen dünne Gipsschnüre eingelagert sind.

Unter ihr folgen:

f) 420—542,5 m = 122, m Schichten, die durch ihre Lagerung zwischen der versteinungsreichen Zone und der der Konglomeratzone äquivalenten roten Leitschicht der Altersstufe der oberelsässischen unteren bituminösen Zone entsprechen. Sie heben sich durch die lebhaft bunte Färbung der Schichten ohne weiteres von den Schichten der versteinungs-

reichen Zone ab. Die obersten 10 m sind als tonige Mergel und sandig-tonige Mergel entwickelt. Nach unten zu greift mehr und mehr dolomitische Entwicklung der Mergel Platz und bleibt bei weitem vorherrschend. Der eintönige Wechsel von bunten, dolomitischen, sandig-dolomitischen Mergeln und Dolomitmergeln mit untergeordneten Tonmergeln ist für die mächtige Schichtenfolge charakteristisch. Sandige Mergel treten gegenüber den hangenden Schichtgruppen vermehrt hervor, ohne jedoch zu größeren Sandsteinpartien zu führen. Letztere stellen sich erst an der Basis ein und bilden den Übergang zur roten Leitschicht in ihrer sandigen Randfaziesentwicklung. Überwiegend sind es Süßwasserschichten, die diese Schichtengruppe zusammensetzen. Linnaeus kommt in ihnen öfters vor. Nur in ihrem oberen Teile finden sich Annäherungen an marine Ausbildung und bereits Anklänge an die versteinungsreiche Zone durch das Auftreten von mergeligen Tonen mit *Mytilus*, etwa 14 bis 15 m unter der Hangendgrenze.

Die Mächtigkeit der Schichtengruppe scheint indessen etwas reduziert zu sein, da das verschiednen wechselnde Einfallen der Schichten sowie das Auftreten von verquetschten Mergeln bei 447—452,6 m auf Lagerungsstörungen hindeuten.

Ohne Berücksichtigung von Störungen beläuft sich demnach die Mächtigkeit der „Pechelbronner Schichten“ von der Basis des Foraminiferenmergels bis zur roten Leitschicht hier bereits auf 366,2 m, und zwar setzt sie sich für die einzelnen Zonen von oben nach unten folgendermaßen zusammen:

- Gips- und limnische Zone 64,5 m;
- Steinsalzanhydritmergelzone 36,7 m;
- Obere bituminöse Zone 80,5 m;
- Versteinungsreiche Zone 62 m;
- Untere bituminöse Zone 122,5 m.

Ausgehend von diesem Schwabweiler Normalprofil ermöglichten auch andere Bohrungen, die jedoch nur teilweise als Kernbohrungen durchgeführt wurden, sowie die Teilkernbohrungen früherer Jahre, deren Kerne ihrem petrographischen Charakter nach von VAN WERVEKE untersucht worden waren, nunmehr eine einheitliche Gliederung des Gesamtgebietes, deren Resultate im Verein mit den Anhaltspunkten, wie sie sich aus den Meißelbohrungen — bei diesen jedoch nur in geringem Maße — ergeben haben, in der Tafel VIII „Faszelle Ausbildung der Schichten des Oligocän im Unterelsässischen Erdölgebiet“ zusammengestellt sind, um der Kürze halber von

einer eingehenden Spezialaufzählung der Schichten jeder einzelnen Kernbohrung abzusehen.

Die sich hieraus ergebende Entwicklung der einzelnen Zonen ist demnach folgende:

Untere bituminöse Zone.

Die untere bituminöse Zone besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 100—120 m. In dieser Mächtigkeit läßt sie sich vom südlichsten Teil des Gebietes an, bei Uhlweiler, Schweighausen, im Hagenauer Forste (Glaswinkel), Gunstett, Bilibsheim bis nach Pechelbronn hin verfolgen. Nach Osten nimmt die Zone an Mächtigkeit zu, und zwar in gleichem Maße, wie die Mächtigkeit der roten Leitschicht nach dort abnimmt. So beträgt sie z. B. bei Surburg bereits 130 m, bei Sulz und Wald dagegen 150 m.

Mit gleicher Schichtenmächtigkeit wird man bei Schwabweiler zu rechnen haben analog der Entwicklung und Mächtigkeit der roten Leitschicht dortselbst mit der von Sulz und Wald. Demnach wären in dem Schwabweiler Profil der Bohrung 1531 etwa 30 m durch Verwerfungen abgeschnitten, worauf, wie erwähnt, wechselndes Schichteinfallen und Störungszonen hinweisen.

Im wesentlichen sind es buntfarbige Süßwasserschichten überwiegend dolomitischer Entwicklung mit starkem Hervortreten sandiger Bildungen, teilweise in brackische Tonmergel übergehend. An charakteristischen Fossilien außer *Limnaeus* und *Cypris* als Vertreter limnisch-brackischer Fazies enthalten die Schichten eine Assel (*Eosphaeroma*), die meist in den plattigen, brackischen Tonmergeln auftritt. Letztere Mergel treten besonders bei Surburg hervor und bilden den Übergang von der sich nach Osten mehr und mehr, zugleich unter

Auskeilen der roten Leitschicht und Zunahme der eigenen Mächtigkeit geltend machenden Aussüßung der Schichtenfolge und der westwärts mehr und mehr zunehmenden und sich als Vorläufer der versteinierungsreichen Zone einstellenden mehr marinen Ausbildung der Schichten.

Auch hierin ist ein Vordringen des Meeres von Westen her deutlich zu erkennen.

Auf den seichtmarinen Einfluß deutet bei Schwabweiler bereits das Auftreten einer *Mytilus*bank im oberen Teile der Schichten hin. Vermehrt tritt dieser Einfluß bei Pechelbronn, Gunstett, Biblisheim, Oberstritten und Lobsann hervor durch die mannigfache Einschiebung von Mergelbänken mit *Corbula*, *Cyrena*, *Mytilus* und *Hydrobia*, jedoch ohne den Gesamtcharakter der echten versteinierungsreichen Zone anzunehmen.

Beckenform nach Art einer abgeschlossenen Meeresbucht mit Binnenmeerfazies war auch zur Zeit der Bildung dieser Schichtenfolge noch vorhanden, jedoch keineswegs in dem Maße wie zur Zeit der roten Leitschichtbildung. Hierauf weist einerseits das Vorkommen von Steinsalzpsedomorphosen an der Basis bei Pechelbronn hin, andererseits das Vorkommen von Anhydritknöllchen und Gips bei Preuschkdorf—Diefenbach zugleich unter erheblicherem Hervortreten roter Farbentöne der Mergel in Wechsellagerung mit *Corbula*- und *Cyrena*-führenden Bänken. Infolge dieser Rotfärbung der Schichten wird eine genauere Trennung der Schichtenfolge von der roten Leitschicht dortselbst ohne Kernbohrung unmöglich und kann leicht zu Irrtümern über die Mächtigkeit der roten Leitschicht führen. Unter diesem Gesichtspunkte ist wohl auch die hohe Mächtigkeit mit 180 m für die seinerzeit von Tzschaschmann (17) für Pechelbronn angegebene rote Leitschicht zu erklären.

Versteinerungsreiche Zone.

Die Mächtigkeit dieser Schichten beläuft sich auf 50—75 m; der Durchschnittswert beträgt 60 m. Diese Zone, die durch ihre wesentlich grauen und braunen Farben, im übrigen durch ihren petrographischen Charakter als plattig-schiefrig-schichtige Mergel mit ihrem Fossilreichtum leicht erkennbar ist, bildet infolge ihrer Durchgängigkeit und wenig schwankenden Mächtigkeit einen guten Leithorizont.

Im allgemeinen läßt sich eine Zweiteilung erkennen. Im oberen Teile herrscht bei weitem *Hydrobia* vor, im unteren dagegen *Mytilus*, welche einzelne Bänke geradezu in Massen erfüllt. Teilweise ist eine 5—8 m mächtige Zwischenzone vorhanden, die charakterisiert wird durch Bryozoenkolonien. Auch wurden Fischreste beobachtet. Typisch ist ferner das dünne Tonmergelbänkchen, dessen Schichtfläche von *Gammarus* erfüllt ist. Er tritt nur in dieser Zwischenzone auf. Einlagerungen von *Cyrena*- und *Corbulabänken* finden sich häufig, so bei Surburg, Gunstett, Preuschorf, Diefenbach, Pechelbronn, Kutzenhausen, Lobsann und im Hagenauer Forste. Sie sind aber nicht an eine besondere Unterzone gebunden, sondern durchschwärmen die Schichten unregelmäßig, bald mehr im oberen, bald mehr im unteren Teile vorherrschend.

Interessant ist ferner, daß in dieser Zone schon Foraminiferen vorkommen, wie sie bei Kutzenhausen und im Hagenauer Forste (Revier Eschbach) beobachtet wurden. Es sind bereits Formen, wie sie in ihrer Blütezeit im echten Foraminiferenmergel vertreten sind. Sie wurden von dem ausgezeichneten Foraminiferenforscher HERRMANN, damaligen Leiter der Raffinerien Sulz und Wald untersucht, der sich jahrelang mit unermüdlichem Eifer und äußerster Gewissenhaftigkeit der mühevollen Arbeit der elsässischen Foraminiferen-

bestimmung unterzog¹⁾ und noch kurz vor seinem Tode die Bestimmung dieser Foraminiferen ausführte.

Im Bohrloch 1856 bei Kutzenhausen fanden sich bei 309,3—309,4 m innerhalb der versteinierungsreichen Zone:

Miliolina seminulum LINNÉ var. *isabellai* D'ORB.

Bolivina texillaroides BRADY.

Virgulina subdepressa BRADY.

Verucullina compressa ANDR.

Im Bohrloch 1854 (Hagenauer Forst) fand sich bei 275 m Tiefe in den gleichen Schichten:

Quinqueloculina triangularis D'ORB.

Bei Schweighausen wurden ferner in den oberen Schichten (Hydrobienenmergel), die sonst mehr auf Brackwasserbildung hinweisen, Anhydritknollen beobachtet. Im übrigen sind die Schichten, wie die Foraminiferen beweisen, rein marine Bildungen, ihrem petrographischen Charakter nach Seichtwasserabsätze.

Obere bituminöse Zone.

Die Mächtigkeit dieser Zone schwankt zwischen 45 und 95 m. Der Durchschnittswert beläuft sich etwa auf 70 m.

Überwiegend sind es analog der unteren bituminösen Zone wiederum Süßwasserschichten in Gestalt von Mergeln, sandigen Mergeln und dolomitischen Mergeln. Sandige Bildungen und Kalksandsteine treten hervor. Nach dem Liegenden zu stellen sich gemäß dem Übergang zur versteinierungsreichen

¹⁾ Die Gesamtergebnisse der Foraminiferenforschung im Elsaß sind von Herrn HERRMANN in den Mitteilungen der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. X, Heft 3, Straßburg 1917, erschienen unter dem Titel: A. HERRMANN, Vierter Beitrag zur Kenntnis des Vorkommens von Foraminiferen im Tertiär des Unterelsasses (19). Auf diese Arbeit möchte ich besonders hinweisen.

Zone brackische Mergel ein, zum Teil unter stärkerem Einfluß von Binnenmeer, worauf das Vorkommen von Anhydritknollen an der Basis im südlichen Teile des Hagenauer Forstes und bei Schweighausen, ferner bei Preuschkorf-Diefenbach hindeuten.

Petrographisch bietet diese Schichtenfolge sonst wenig. Die Süßwasserschichten führen vielfach *Limnaeus* und *Cypris*. Die reinen Süßwassermergel zerfallen beim Zerschlagen in polyedrische Bruchstücke, während die brackischen Schichten gemäß ihrer plattigen Schichtung schiefrig brechen.

Steinsalzanhydritmergelzone.

Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 50—85 m. Die bunten, zum Teil dolomitischen Mergel, welche im oberen Teile Steinsalzpsedomorphosen und Fasergipslagen, im unteren dagegen Anhydritknöllchen führen, weisen wiederum auf Meereszufluß in Form buchtartiger Binnenmeerfazies hin, die zum Teil unter Einfluß von Süßwasserzufluß stehen. Sie gehen bei Pechelbronn in reine Süßwasserschichten über (vgl. Pechelbronner Süßwasserfazies). Infolgedessen finden sich in dieser Zone viele Oszillationen, die zum Teil zur Sedimentation brackischer Mergel geführt haben.

Die Schwabweiler Bohrung zeigte, wie erwähnt, die Mächtigkeit dieser Schichtenfolge mit nur 36,7 m gleichzeitig unter Fehlen der für diese Zone charakteristischen Anhydritknollen sowie des unteren Teiles der Schichten, während sowohl die Mächtigkeiten der hangenden wie der liegenden Zone mit denen anderer Kernbohrungen, z. B. im Hagenauer Forste übereinstimmen, demzufolge also in der Schwabweiler Bohrung der untere Teil dieser Zone, wie erwähnt, nur verworfen sein kann. Der Vollständigkeit halber mag deshalb hier die Gesamtausbildung der Steinsalzanhydritmergelzone im Spezial-

profil erläutert werden, wie ich es in der Bohrung 1568 im Hagenauer Forste südöstlich Forsthaus Bruderhaus angetroffen habe.

Bohrung 1568 Hagenauer Forst.

Hangendes: 134—216,7 m Teufe. Schichten der Gips- und limnischen Zone.

216,7—216,8 m = 0,1 m schokoladenbraune, tonige Mergel mit Steinsalz-pseudomorphosen.

216,8—220 m = 3,2 m schokoladenbraune und graugrüne, tonige Mergel mit Gipsschnüren im Wechsel mit hellgrauen, dünnen Dolomitmergelbänken. In den tonigen Mergeln spärliche Pflanzenreste.

220—220,2 m = 0,2 m graugrüner, fester Dolomitmergel.

220,2—223,4 m = 3,2 m schokoladenbraune, tonige Mergel mit Steinsalz-pseudomorphosen.

223,4—223,6 m = 0,2 m hellgrauer, fester Dolomitmergel.

223,6—227 m = 3,4 m schokoladenbraune und graugrüne, tonige Mergel im Wechsel mit dünnen, hellen Dolomitmergelbänkchen.

227—231 m = 4 m Kernverlust.

231—231,4 m = 0,4 m graugrüner Dolomitmergel.

231,4—239,2 m = 7,8 m schokoladenbraune, bituminöse, tonige Mergel mit Steinsalzpseudomorphosen bei 236 m und Hyperamina bei 239 m, im Wechsel mit grauen Dolomitmergeln.

239,2—240 m = 0,8 m schokoladenbraune, tonige Mergel mit verkiesten Limnaeus und Cypris.

240—246 m = 6 m schokoladenbraune, bituminöse, tonige Mergel mit dünnen Gipsschnüren im Wechsel mit grauen Dolomitmergeln.

246—249,9 m = 3,9 m grau, graugrün bis schokoladenbraun gestreifte, schiefrige Mergel mit Pflanzenresten.

249,9—251,1 m = 1,2 m hellgraue bis graugrüne, hellgefleckte Kalkmergel; zum Teil glimmersandig mit Pflanzenresten.

251,1—253,6 m = 2,5 m hellgraue bis graugrüne, dolomitische Mergel mit Limnaeus.

253,6—260,9 m = 7,3 m graubraun bis schokoladenbraun gestreifte, schiefrige Mergel; zum Teil sandig mit Pflanzenresten.

260,9—261,8 m = 0,9 m graubraune und graugrüne, festere Mergel.

261,8—261,9 m = 0,1 m gelblichgrauer Dolomitmergel.

261,9—263,6 m = 1,7 m graubraune und graugrüne Mergel.

263,6—264,8 m = 1,2 m rotbraune, grüngefleckte, dolomitische Mergel.

264,8—265,7 m = 0,9 m graubraune und graugrüne, festere Mergel.

265,7—267,2 m = 1,5 m schokoladenbraune, bituminöse, hellgebänderte, schiefrige Mergel.

267,2—268,9 m = 1,7 m rotbraune, dolomitische Mergel mit dünnen Gips-
lagen und kleinen Anhydritkörnern.

268,9—271,7 m = 2,8 m graubraune und graugrüne, hellgebänderte, festere
Mergel mit dolomitischen Mergeleinlagerungen; bei
271,4 m Cypris, Limnaeus, Planorbis.

271,7—275 m = 3,3 m rotbraune, zum Teil dolomitische Mergel mit dünnen
Gipslagen und Anhydritkörnern.

275—280 m = 5 m Kernverlust.

280—280,7 m = 0,7 m graugrüne, festere Mergel.

280,7—285 m = 4,3 m Kernverlust.

285—285,9 m = 0,9 m rötbraune, zum Teil dolomitische Mergel mit Anhydrit-
körnern.

285,9—287,9 m = 2,0 m graubraune und graugrüne Kalkmergel.

287,9—293 m = 5,1 m rotbraune, zum Teil dolomitische Mergel mit An-
hydritkörnern.

Liegendes: bunte Mergelschichten der oberen bituminösen Zone.

Diese Schichtenfolge der Steinsalzanhydritmergelzone läßt
demnach folgende zusammenfassende Schichtgruppen er-
kennen:

1. 216,7—246 m = 29,3 m graue und braune, zum Teil gebänderte
Tonmergel mit Steinsalzpseudomorphosen und Gipsschnüren im
Wechsel mit grünlichen, festen Dolomitmergeln, Limnaeus und
Cypris.
2. 246—267,2 m = 21,2 m bunte, dolomitische Mergel im Wechsel mit
gebänderten und streifigen, schieferigen Mergeln.
3. 267,2—293 m = 25,8 m bunte, überwiegend rotbraune, dolomitische
Mergel mit Anhydritkörnern und Gipslagen, untergeordnet gewöhn-
liche Mergel oder gebänderte Mergel; in ihnen Süßwasserfossilien,
wie Limnaeus, Planorbis.

Im mittleren Teile überwiegt also die limnische Ausbildung, während
im oberen als auch im unteren Teile mariner Einfluß erkennbar ist.

Gips- und limnische Zone.

Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt 60—80 m. In
ihrer oberen Hälfte sind es graubraune bis schwarzbraune Ton-
mergel, mehr oder weniger sandig, plattig-schichtig, während
die untere Hälfte mehr bunte Farbentöne gemäß der mehr
limnischen Fazies aufweist. Gipslagen und Gipsschnüre treten

vorwiegend im oberen Teile auf, ziehen sich jedoch bisweilen ohne Trennung der Schichten durch die gesamte Schichten-Gruppe, so daß also eine einheitliche Gliederung in Gipszone und limnische Zone gesondert meist unmöglich ist. Überwiegend sind es Brackwasserschichten. *Tellina* weist auf marine Bildungen hin, desgleichen Foraminiferen, die sich bei Wintershausen nach der hangenden Grenze zu fanden, und zwar in dunkelgrauen Mergeln, die mit rötlichbraunen Limnaeus-führenden Süßwassermergeln wechsellagern. Außerdem wurden mehrfach kalkige Schwammnadeln beobachtet. Pflanzenreste, meist Stengel und unbestimmbare Blattreste, sogenannter Pflanzenhäcksel, sind häufig.

Fein verteilter Salzgehalt, besonders in den tonigen Mergeln, läßt sich chemisch nachweisen. Dolomitische Mergel und Dolomitmergel treten im allgemeinen gegen die liegenden Zonen zurück. Tutenkalke, die jedoch nicht durchgängig sind, bilden stets nur dünne Bänkchen, sind aber für diese Zone charakteristisch.

Die gesamte Schichtenfolge der „Pechelbronner Schichten“, welche in ihren Zonen als die normale Entwicklung im Unterelsaß gemäß der oberelsässischen Ausbildung besonders im Südteil (Hagenau und Umgegend) bis etwa zur Sauer vorherrscht, bewegt sich also in einer Gesamtmächtigkeit von 305—455 m. Eine Zusammenstellung der durchschnittlichen Mächtigkeit der einzelnen Zonen ergibt eine solche von insgesamt 380 m.

Diese normale Entwicklung wird aber modifiziert durch zwei voneinander verschiedene Fazies, die Küstenkonglomerate und die eigentliche Pechelbronner Süßwasserfazies, von denen besonders letztere eine erheblichere Abänderung der Gesamtmächtigkeit der Schichten zwischen marinem Mitteloligocän (Foraminiferenmergel) und roter Leitschicht bedingt.

Die Küstenkonglomerate.

Die Küstenkonglomerate wurden von ANDREAE als selbständige Zone unterhalb der marinen Mitteloligocänschichten (Septarienton) angesehen. VAN WERVEKE und KESSLER wiesen jedoch auf ihre größere, senkrechte Verbreitung und auf ihr Wesen als besondere Fazies durch Verfolgung der anstehenden Konglomerate in der gesamten Mittelrheinebene bis in die Pfalz hinein hin. Ein Nachweis jedoch, wieweit diese Fazies in der Schichtenfolge hinabreicht, war durch die Oberflächenverfolgung nicht möglich.

Seine Ansicht der Küstenkonglomerate nicht als Zone, sondern als Fazies verschiedener, nicht einer einzigen Abteilung hat sich durch die mannigfachen Bohrergergebnisse in unserem Gebiete bestätigt. Ihre Hauptverbreitung zeigen die Küstenkonglomerate in unserem Gebiete zur Zeit der Gips- und limnischen Zone, der Steinsalzanhydritmergelzone und der oberen bituminösen Zone, während sie in tieferen Horizonten nur gelegentlich gefunden wurden. Wie die tabellarische Übersicht über die Verbreitung der Küstenkonglomerate im Untersässischen Erdölgebiet (Fig. 1, S. 475) zeigt, reichen die Küstenkonglomerate bis in die untere bituminöse Zone hinab. In der roten Leitschicht wurden sie nicht mehr beobachtet; dergleichen sind die Schichten unterhalb der roten Leitschicht frei von ihnen. Die Konglomerate schieben sich von Westen her ein. Hierauf deutet bereits die oberflächliche Verbreitung derselben, als am Gebirgsrande gelegen, hin. Sie sind jedoch keineswegs in größerer, durchgehender Mächtigkeit entwickelt, sondern bilden einzelne Bänke, deren größte Mächtigkeit den Betrag von 10 m kaum übersteigen dürfte. Sie wechsellagern mit den bunten Mergeln, sind also mehr stoßweise zur Ablagerung gelangt.

Die Gerölle, die die Konglomerate bilden, sind in ihrer Größe verschieden. Im Lobsanner Asphaltbergwerke konnte ich solche bis zu Kopfgröße beobachten. Gleichgroße finden sich, allerdings seltener, im Konglomerat des Rosenberges bei Uhlweiler, halten sich demnach an den unmittelbaren Rand des Rheintales. Nach Osten zu, also rheinwärts, nimmt die Mächtigkeit der Konglomeratbänke als auch die Größe der Gerölle ab. In den Bohrungen bei Preuschkdorf-Diefenbach und Pechelbronn zeigen letztere bis Faustgröße, bei Kutzenhausen Ei- bis Walnußgröße.

Die Gerölle bestehen aus gerundeten Kalken des oberen Muschelkalkes und Hornsteinen, wie sie der mittlere Muschelkalk führt. Echte Buntsandsteingerölle (Vogesensandstein), wie sie DAUBRÉE auf dem Gunstetter Hügel getroffen hat, oder Gerölle aus Material jüngeren Alters als Muschelkalk, wie KESSLER das Vorkommen von Steinmergelkeuper aus den Fundamenten des Kaiser Friedrichdenkmales bei Wörth beschreibt, wurden in den Bohrungen nicht beobachtet, jedoch weisen vielleicht bis nußgroße Quarzgerölle aus den erwähnten Preuschkdorf-Diefenbacher Bohrungen auf Buntsandsteinmaterial hin. Sie können aus dem Hauptkonglomerat des Buntsandsteins stammen. Wesentlich und charakteristisch für die Küstenkonglomerate sind jedenfalls die mit Leichtigkeit erkennbaren Gerölle des Muschelkalkes, demzufolge auch die Küste, die das Material lieferte, im wesentlichen damals aus Muschelkalk bestanden haben muß.

Die Konglomerate von Uhlweiler, die KESSLER infolge Auftretens von Jurageröllen neben Muschelkalkgeröllen als Zwischenglied zwischen den Konglomeraten des Weißenburg-Wörther Zuges und denen des Bastberges bei Buchweiler, die ausschließlich Gerölle jurassischen Alters enthalten, auf- faßt, werden von VAN WERVEKE denen des Hochwaldes gleich-

gestellt. Diese Ansicht stimmt mit dem Befunde der Bohrungen insofern überein, als die an der Oberfläche auftretenden Uhlweiler Konglomerate von den bunten, bisher als Pechelbronner Schichten bezeichneten, oligocänen Mergeln unterlagert werden, während die Buchweiler Konglomerate direkt auf eocänen Süßwasserkalken auflagern, also wesentlich älter sind. Die Eingliederung der bei Uhlweiler erbohrten Schichten in das Gesamtprofil der Zonen zeigt jedoch, daß die Uhlweiler Konglomerate etwas älter sind als die Konglomerate des oberflächlich anstehenden Weißenburg-Wörther Zuges am Fuße des Hochwaldes. Letztere werden direkt von marinem Mitteloligocän (Foraminiferenmergel) überlagert, finden sich also als hangende Grenzsichten der Gips- und limnischen Zone in der Entwicklung der Pechelbronner Süßwasserfazies, während das Uhlweiler Küstenkonglomerat die Liegendgrenze der Gips- und limnischen Zone bildet (vgl. Tafel VIII). Beide Konglomerate trennt also eine Schichtenfolge von etwa 60 m, die bei Uhlweiler bereits erodiert ist.

Bewiesen wird die Stellung der Uhlweiler Konglomerate als Liegendgrenze der Gips- und limnischen Zone durch ihr Verhältnis zu dem Auftreten von 50 m grauer gebänderter Mergel, die ihrem Niveau sowie ihrer petrographischen Entwicklung als Bändermergel nur der versteinungsreichen Zone angehören können. Daß aber der Ausgangspunkt dieser Schichtenidentifizierung, die graugebänderten Mergel von 50 m Mächtigkeit, aus denen wir leider keine Kerne besitzen, nur der versteinungsreichen Zone angehören, geht daraus hervor, daß die Bändermergel, die sonst in keiner Zone so geschlossen mit ihrer charakteristischen, durchgängigen Graufärbung gegenüber der sonstigen Buntfärbung der Schichten auftreten, von einer bis 100 m mächtigen, bunten Mergelfolge unterlagert werden, die der unteren bituminösen Zone angehören, da einmal die

Mächtigkeit der bunten Mergel mit der sonst durchgängigen Mächtigkeit des Auftretens der Unteren bituminösen Zone anderenorts übereinstimmt, andererseits sich an diese nach dem Liegenden zu die roten Mergel der roten Leitschicht anschließen. Die graugebänderten Mergel werden überlagert von 150—160 m bunter Mergel mit Sandsteinen, die zwar infolge Mangels an Kernen nicht weiter zu gliedern sind, ihrer Mächtigkeit nach aber genau der Schichtenfolge der Steinsalzanhydritmergelzone und der oberen bituminösen Zone entsprechen. Über diesen Schichten nun lagert das Konglomerat, während die im wesentlichen durch graubraune Färbungen ausgezeichnete Gips- und limnische Zone fehlt, welche die Konglomerate des Weißenburg-Wörther Zuges unterlagert.

Nicht zu verwechseln mit den Küstenkonglomeraten sind die in der Nähe der roten Leitschicht und in den Schichten unter dieser Zone auftretenden, konglomeratischen Kalksandsteine, die bisweilen durch etwas gröbere Ausbildung der einzelnen Quarzkörner die Struktur von Konglomeraten annehmen. In ihrer Ausbildung schließen sie sich den gewöhnlichen Kalksandsteinen an und sind als Süßwasser- bzw. Flußsedimente zu deuten. Typische Muschelkalkgerölle oder jurassische Reste fehlen. Die Größe der einzelnen Quarzkörner schwankt sehr, übersteigt aber im allgemeinen nicht diejenige von Erbsen, während das Küstenkonglomerat Gerölllagen oder bankige Anordnung der einzelnen Gerölle zeigt, die bisweilen von mergeligen Sedimenten verkittet sind.

Hierher gehören auch zum Teil die in der Pechelbronner Süßwasserfazies auftretenden konglomeratischen Sandsteine, deren Gerölle bisweilen über Nußgröße erreichen. Sie bestehen aus Quarzen und Quarziten. Diese konglomeratischen Sandsteine bilden Einlagerungen in den Süßwassermergeln, nicht Wechsellagerung wie die Küstenkonglomerate, und ver-

Zone	Uhl- weiler	Winters- hausen	Schweig- hausen	Schwab- weiler	Gur- Stell <small>West Ost</small>	Diefen- bach	Preusch- dorf	Lob- sann	Pechel- bronn	Kutzen- hausen	Sulz- u. Wald	Sur- burg	Hölsch- loch	Biblis- heim	Ober- strillen
Gips u. Limni- sche Zone.					+ +	+	+	+ +	+ +						
Steinsalz anhy- dritmergelzone.						+	+	+ +	+ +	+					
Obere Bitumi- nöse Zone.							+	+ +	+ +	+ +					
Versteinerungs- reiche Zone.						+			+						
Untere Bitumi- nöse Zone.						+				+	+				
Rote Leitschicht.				o											
Dolomitmergel- zone.											o				
Anhydritmergel- zone.											o	o			



Küstenkonglomerat



Flussskonglomerat



Süßwasserafacies

Dr. Noehne

Pechelbronn Aug. 1917.

Fig. 1. Verbreitung der Konglomerate im Unterelsässischen Erdölgebiet.

raten dadurch ihre Struktur als Flußschotter (vgl. Profil der Bohrung 1604, Seite 477).

Die Pechelbronner Süßwasserfazies.

Die von dem Normalprofil, wie es von Schwabweiler erläutert wurde, sich abzweigende Süßwasserfazies, die in ihrer Mitte bei Pechelbronn und nähere Umgebung entwickelt und demgemäß als Pechelbronner Süßwasserfazies auszuscheiden ist, ist im Gegensatz zur Küstenkonglomeratfazies eine zusammenhängende, große Mächtigkeiten aufweisende Bildung. Sie tritt geschlossen auf und hat eine beckenförmige Verbreitung, in welche von Westen her in gleicher Weise wie bei der Normalentwicklung echte Küstenkonglomerate mit Muschelkalkgeröllen eingreifen. Während die Ausbildung des Normalprofils innerhalb der einzelnen Zonen Oszillationen von marinen und Süßwassereinflüssen erkennen läßt, also Wechselagerung mariner und limnischer Sedimente zeigt, indem bald mehr der marine, bald mehr der limnische Einfluß stärker hervortritt, zeigt die Pechelbronner Süßwasserfazies in ihrem zentralen Teile bei Pechelbronn rein limnische Mergel, die nach den Rändern des Beckens zu in brackische, plattige Tonmergel übergehen und schließlich weiterhin allmählich in die Oszillationsmergel des Normalprofils überleiten.

Die größte Mächtigkeit dieser Schichtenfolge wurde bei Kutzenhausen und Lobsann mit 280 m festgestellt. Die Ausbildung der Schichten in der Mitte dieses Beckens zeigt außer dem Profile des Schachtes I (Schacht Nöllenburg) auch die Bohrung 1604 nördlich Pechelbronn an der Straße nach Lobsann.

Hier konnte ich, soweit es nach Kernen sicher feststellbar war, folgendes Profil aufnehmen.

Bohrung 1604.

- 0 — 20 m Meißelbohrung; graugrüne, zum Teil gelblichgraue Tonmergel.
- 20 — 21,6 m = 1,6 m graugrüne und grünlichgelbe, gefleckte, sandige Tonmergel mit Öls Spuren; bei 20,5 m *Anodonta Daubréeana* Schimp.
- 21,6 — 21,9 m = 0,3 m rötliche, zum Teil sandige Tonmergel mit Öls Spuren.
- 21,9 — 22,0 m = 0,1 m rötliche, zum Teil sandig-dolomitische Mergel mit Öls Spuren.
- 22 — 43,5 m = 21,5 m Meißelbohrung.
- 43,5 — 45,3 m = 1,8 m graugrüne, zum Teil konglomeratisch-sandige Mergel mit *Limnaeus*. Öls Spuren.
- 45,3 — 45,5 m = 0,2 m bunte Tonmergel mit *Limnaeus*; Öls Spuren.
- 45,5 — 46 m = 0,5 m graugrüne, zum Teil sandige Mergel mit einzelnen kleinen Geröllen; viel *Limnaeus*. Öls Spuren.
- 46 — 67 m = 21 m Meißelbohrung.
- 67 — 67,8 m = 0,8 m graugrüne, zum Teil festere, mitunter sandige Mergel.
- 67,8 — 69,4 m = 1,6 m bunte, zum Teil sandige Mergel mit Öls Spuren.
- 69,4 — 70 m = 0,6 m Meißelbohrung.
- 70 — 71,5 m = 1,5 m rötliche, sandige Mergel mit konglomeratischen Sandsteineinlagerungen (Öls Spuren).
- 71,5 — 72 m = 0,5 m grüne, zum Teil sandige Mergel.
- 72 — 80 m = 8,0 m Meißelbohrung.
- 80 — 81,6 m = 1,6 m gelblichgraue und graubraune, schwach sandige Mergel; zum Teil schwach glimmerführend.
- 81,6 — 82 m = 0,4 m graugrüne, zum Teil konglomeratisch-sandige Mergel mit Öls Spuren.
- 82 — 82,4 m = 0,4 m gelblichgraue und graubraune, schwach sandige Mergel.
- 82,4 — 83,25 m = 0,85 m graugrüne Tonmergel, schwach pyritartig, zum Teil konglomeratisch-sandig mit Öls Spuren.
- 83,25 — 83,30 m = 0,05 m scharfer Kalksandstein.
- 83,3 — 90 m = 6,7 m Meißelbohrung.
- 90 — 92,4 m = 2,4 m sandige, schwarzbraune, bituminöse Schiefertone. Öls Spuren.
- 92,4 — 92,5 m = 0,1 m graugrüner, konglomeratisch-sandiger Mergel; viel *Limnaeus*; *Litorinella*. Öls Spuren.
- 92,5 — 94,5 m = 2,0 m Kernverlust bis auf 0,10 m Ölsandstein.
- 94,5 — 95,7 m = 1,2 m schokoladenbraune, bituminöse Tonmergel mit Öls Spuren.
- 95,7 — 100 m = 4,3 m Meißelbohrung.
- 100 — 100,6 m = 0,6 m graue, sandige Mergel mit *Limnaeus*.

- 100,6—101,8 m = 1,2 m graugrüne, zum Teil sandige Mergel mit Ölspuren.
 101,8—104,2 m = 2,4 m rotbraune, zum Teil sandige Mergel.
 104,2—105,8 m = 1,6 m graue, zum Teil sandige Mergel.
 105,8—107 m = 1,2 m grüne, pyrithaltige Tonmergel mit dünnen, sandigen Einlagerungen.
 107 —111 m = 4 m Kernverlust.
 111 —111,4 m = 0,4 m rötlichbraune Mergel.
 111,4—116,2 m = 4,8 m grüne Tonmergel mit dünnen, sandigen Einlagerungen. Ölspuren.
 116,2—123,7 m = 7,5 m Kernverlust.
 123,7—128,3 m = 4,6 m grüne, feste, pyrithaltige Mergel.
 128,3—128,6 m = 0,3 m rötlichbraune Mergel.
 128,6—129 m = 0,4 m grüne Tonmergel.
 129 —131 m = 2,0 m rötlichbraune Mergel.
 131 —131,9 m = 0,9 m graue Tonmergel, zum Teil sandig, mit Pflanzenfetzen.
 131,9—132,4 m = 0,5 m graugrüne Mergel und Tonmergel, zum Teil sandig mit Ölspuren.
 132,4—138,5 m = 6,1 m rotbraune, zum Teil grünfleckige Tonmergel mit dünnen, konglomeratisch-sandigen Einlagerungen.
 138,5—138,6 m = 0,1 m konglomeratischer Sandstein.
 138,6—142,3 m = 3,7 m rotbraune, zum Teil grüngefleckte Tonmergel und festere Mergel.
 142,3—142,5 m = 0,2 m rötlicher, milder Sandstein.
 142,5—144,6 m = 2,1 m braunschwarze und graubraune, schiefrige, splitterige Tonmergel.
 144,6—145,4 m = 0,8 m rötlichbraune, zum Teil feste Kalkmergel.
 145,4—148,5 m = 3,1 m rötlichbraune, festere Mergel und Tonmergel, zum Teil schwach sandig mit dünnen Konglomerateinlagerungen.
 148,5—149 m = 0,5 m graugrüne, milde Mergel.
 149 —149,1 m = 0,1 m scharfer Kalksandstein.
 149,1—150,2 m = 1,1 m schwarzbraune, milde Tonmergel mit Pflanzenresten und sandigen Einlagerungen.
 150,2—151,1 m = 0,9 m graue, feste Mergel, pyrithaltig, zum Teil schwach sandig.
 151,1—153 m = 1,9 m braunschwarze, schiefrige Tonmergel.
 153 —160,2 m = 7,2 m rötlichbraune, splitterigbrechende Mergel mit sandigen Einlagerungen, zum Teil grüngefleckt. Bei 160,2 m in blaugrüne, festere Mergel übergehend.
 160,2—177,8 m = 17,6 m blaugrüne bis graugrüne, bisweilen splitterigbrechende Mergel mit sandigen Einlagerungen und 0,05 m starken konglomeratischen Lagen. Gerölle von Erbs- bis Bohnengröße, seltener

- Nußgröße, bestehend überwiegend aus Quarzkiesel; wenig kleine Muschelkalkreste. Pyrit.**
- 177,8—179 m 1,2 = m gröberes Konglomerat mit Geröllen von Quarz, Quarzit und Muschelkalk bis über Nußgröße.
- 179 —180 m 1,0 = m **graugrüne, sterile Mergel.**
- 180 —195 m 15 = m Kernverlust.
- 195 —209 m 14 = m **graue, splitterigbrechende Mergel mit einigen dünnen Sandsteinlagen; bei 199,2—205,8 m Limnaeus, Cypris, eingeschwemmte Blätter; bei 206 m verkieste Hydrobien.**
- Ab 209 m Schichten der versteinungsreichen Zone mit Cyrena, Corbula, Bryozoen, Hydrobien, Mytilus, im oberen Teile stark sandig.**

Diese in ihrer petrographischen Entwicklung so mannigfaltig wechselnden Süßwasserschichten ermöglichen eine scharfe Gliederung nicht. Im allgemeinen nur läßt sich hier eine obere Gruppe bunter Mergel und sandiger Mergel mit Sandsteinen von 142,5 m Mächtigkeit von einer gleich entwickelten unteren Gruppe mit 45 m Mächtigkeit unterscheiden, die durch etwa 15 m starke Schichten getrennt ist, welche Wechsellagerung dieser Mergel mit braunen, plattig-schiefrigen Tonmergeln zeigen. Muschelkalkgerölle wurden in den konglomeratischen Sandsteinen nur selten gefunden; in diesen überwiegen vielmehr Quarzkiesel bis Erbsgröße. Da diese konglomeratische Sandsteine jedoch nach Süden zu abnehmen und mehr und mehr in gewöhnliche, ausgebreitete Kalksandsteine übergehen, im übrigen den Mergeln eingelagert sind, so erhellt hieraus, daß sie ihrer Natur nach Ablagerungen in Flußrinnen innerhalb des Süßwasserbeckens darstellen, während aus der Abnahme der Flußgerölle nach Süden zu sich die Richtung der Flußströmungen als von Norden her erkennen läßt. Echte Küstenkonglomerate stellen dagegen die bei 177,8—179 m erbohrten Konglomerate mit groben, bis über Nußgröße erreichenden Muschelkalkgerölle dar. Es sind gleiche Konglomerate wie die, welche die hierher gehörigen Asphaltkalke

von Lobsann, die den obersten Teil dieser Süßwasserschichtenfolge bilden, sowohl über- als auch unterlagern, nur mit dem Unterschiede, daß sie neben Muschelkalk auch Quarze führen.

Eine gleiche Gliederung in eine obere und untere Abteilung bunter Mergel mit zwischengeschaltetem Horizonte plattig-schiefriger Tonmergel zeigt die Süßwasserfazies bei Surburg (vgl. Tafel VIII), während bei Kutzenhausen sich nur eine Zweiteilung durchführen läßt, demgemäß hier die obere Hälfte mit 140 m eine Entwicklung reiner bunter Mergel und sandiger Mergel mit Süßwassersandsteinen trägt, die untere Hälfte dagegen mit 140 m durchgehend Wechsellagerung dieser Mergel mit plattig-schiefrigen, brackischen Tonmergeln enthält.

Die Fossilführung der Pechelbronner Süßwasserfazies ist nicht bedeutend. Außer *Limnaeus*, *Anodonta* und *Cypris* als allgemeine limnisch-brackische Vertreter finden sich bisweilen Litorinellen. Außerdem wurden öfter Charafrüchtchen gefunden, die bereits ANDREAE anführt. Nur ein kleines, fossilreiches Bänkchen, welches in Bohrung 1604 bei 92,4—92,5 m Tiefe auftrat, scheint größere Verbreitung zu haben. Die im Bohrkern enthaltenen Fossilien ließen allerdings infolge ihrer mangelhaften Erhaltung eine genauere Bestimmung nicht zu. Das gleiche Bänkchen wurde indessen im Schachte Nöllenburg westlich Merkweiler in 134,05—134,25 m Tiefe angetroffen. Es ist erfüllt von zahlreichen *Limnaeen*; hin und wieder wurden auch kleine Exemplare von *Planorbis* gefunden. Nach freundlicher Bestimmung durch Herrn Dr. HEMMER in der Geologischen Landesanstalt scheinen *Limnaeus aff. medius* REUSS und *Limnaeus subpalustris* vorzuherrschen.

Die Pechelbronner Süßwasserfazies ist ihrer Verbreitung nach, wie erwähnt, eine beckenförmige Einlagerung, welche sich nach Süden zu in Form einer Ellipse schließt. An den Rändern geht sie in die Entwicklung der Wechselmergel

des Schwabweiler Normalprofils über. Der Verlauf der sich somit ergebenden Grenze des Süßwasserbeckens liegt im Westen zwischen Pechelbronn und Preuschkorf-Diefenbach, im Süden zwischen Walburg und Biblisheim-Oberstritten, im Osten zwischen Surburg und Schwabweiler. Von Westen her greifen in das Randgebiet unregelmäßig mannigfache dünne Gipsbänkchen und Gipsschnüre ein, deren äußerste Begrenzungslinie innerhalb des Süßwasserbeckens sich etwa von dem Gebiete zwischen Preuschkorf und Werkweiler südwärts durch den Niederwald und die Kreuzhecke erstreckt, um dann nördlich Biblisheim in Richtung auf Dürrenbach südwestlich abzuschwenken, wo dann die Gipseinlagerungen beim Übergang der Süßwasserfazies in die normale, dem Oberelsaß entsprechende Ausbildung der Schichtenfolge als Oszillationsmergel in diese mitübergehen.

Nordwärts läßt sich das Becken bis Lobsann-Ratschweiler verfolgen. Infolge fehlender Aufschlüsse ist die weitere Fortsetzung über Drachenbronn hinaus nicht bekannt, doch scheint sich nach der großen Mächtigkeit der Schichtenfolge zu urteilen, der nördliche Beckenschluß noch nicht sobald einzustellen. Er erstreckt sich möglicherweise bis in die Pfalz hinein.

Die Überlagerung der Süßwasserschichten bei Lobsann durch echten Foraminiferenmergel und Septarienton, ferner die durchgehende Unterlagerung durch die Schichten der versteinungsreichen Zone beweist, daß zeitlich die Süßwasserfazies der normalen Schichtenfolge der Gips- und limnischen Zone, der Steinsalzanhydritmergelzone und der oberen bituminösen Zone vertritt.

Die Mächtigkeit letzterer Zonen (Normalfazies) schwankt zwischen 160 und 240 m, beträgt also im Mittel 200 m, die größte Mächtigkeit der reinen Süßwasserfazies dagegen be-

trägt 280 m. Diese wurde im zentralen Teil des Beckens bei Kutzenhausen und Lobsann-Süd durch Kernbohrungen festgestellt. Westlich Preuschkdorf, wo die Süßwasserschichten mit gipsführenden Schichten wechseln, also unter stärkerem, marinem Einfluß stehen, wurde bis zur unterlagernden versteinungsreichen Zone eine Mächtigkeit der Schichten von 240 m nachgewiesen.

Ein Vergleich der Mächtigkeiten zeigt also, daß diejenige der reinen Süßwasserfazies größer ist. Da nun sowohl die normale Fazies als auch die Süßwasserfazies in gleicher Weise von den marinen Foraminiferenmergeln und Melettaschichten überlagert werden, geht ferner hervor, daß die Sedimentation der reinen Süßwasserschichten schneller vor sich gegangen ist als die im gleichen Zeitraum erfolgte Sedimentation der Schichten in der normalen, dem Oberelsaß entsprechenden Entwicklung, oder mit anderen Worten, daß die Zufuhr der sedimentierenden Stoffe vom Lande her erheblicher war als vom Meere her. Dieser Befund aber beweist zugleich mit der Abnahme der Mächtigkeit der Süßwasserschichten am Rande des Beckens und durch ihren Übergang in die normale Fazies an den Flanken, ferner durch die durchgehende Unterlagerung der versteinungsreichen Zone bei gleichbleibender Mächtigkeit, daß die Ablagerung der Süßwasserschichten mit ihren mannigfachen Sandablagerungen und Flußkiesen innerhalb des Beckens eine deltaförmige ist. Hiermit stimmt die Tatsache überein, daß gerade im zentralen Teile des Beckens sich die meisten sandigen Ablagerungen mit überwiegender Längserstreckung finden, die südwärts unter Abnahme ihrer einzelnen Mächtigkeiten sich mehr flächenhaft ausbreiten.

Es war schon darauf hingewiesen worden, daß die Mächtigkeit der normalen Schichtenfolge zwischen roter Leitschicht

und marinen Mitteloligocän (Foraminiferenmergel), der sogenannten „Pechelbronner Schichten“ etwa 380 m im Durchschnitt beträgt. Betrachten wir hierzu die Mächtigkeit der einzelnen Zonen vertretenden Pechelbronner Süßwasserfazies, so ergibt sich eine Gesamtmächtigkeit von 440 m. Diese Zahl kommt der früher hierfür von VAN WERVEKE aus Teilprofilen errechneten Mächtigkeit nahezu gleich. Er veranschlagte sie, wie erwähnt, auf 475 m.

Foraminiferenmergel, Fischschiefer und Melettaschichten.

Die Pechelbronner Süßwasserfazies sowie die Schichten der Gips- und limnischen Zone des Normalprofils werden überlagert von der Zone des Foraminiferenmergels, der nach dem Hangenden zu in die Melettaschichten übergeht. Mit dem Foraminiferenmergel setzt endgültig das marine Mitteloligocän ein; seinen Höhepunkt findet es in den Melettaschichten. Im allgemeinen ist die Grenze zwischen dem Foraminiferenmergel und dem Liegenden scharf, besonders in dem Nord- und Ostteil des Gebietes, während im Süden sich Oszillationen mit Süßwasser- bzw. Brackwasserschichten in die Foraminiferenmergel bis in die Melettaschichten hinein einschieben.

Anlässlich der Identifizierung der Schwabweiler Blätter sandsteine als Melettaschichten (17) hatte ich bereits darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zum Oberelsaß der Amphisylifischschiefer in unserem Gebiete keine selbständige Unterabteilung zwischen Foraminiferenmergel und Melettaschichten darstellt. Vielmehr wechsellagern die bituminösen Fischschiefer mit den echten Foraminiferenmergelschichten; sie sind also nicht horizontbeständig. Teilweise fehlen sie sogar. Die Gesamtmächtigkeit des Foraminiferenmergels einschließlich Fischschiefers beträgt 20 m.

Bei normaler Ausbildung des Foraminiferenmergels, wie bei Schwabweiler und im nördlichen Teile des Hagenauer Forstes, lassen sich zwei Unterabteilungen erkennen. Der obere Foraminiferenmergel, der etwa zwei Drittel der Gesamtmächtigkeit ausmacht, besteht aus überwiegend blaugrauen, kalkigen Mergeln, die sich scharf von den grauschwarzen bis schwarzbraunen, papierdünnspaltenden, bituminösen Fischeiefen abheben. Der untere Foraminiferenmergel dagegen wird von braunen bis graubraunen Mergeln gebildet. Im wesentlichen überwiegt der Versteinerungsreichtum in der oberen Abteilung. Sie enthält außer ihrer reichhaltigen Foraminiferenfauna die typische Septarientonfauna Mittel- und Norddeutschlands. Abgesehen von der leitenden *Leda Deshayesiana* sind es besonders *Pleurotoma*, *Nucula*, *Axinus*, *Corbula*, ferner *Spatangus* und *Cereis perspectiva* FURT., die an den verschiedensten Punkten als typisch wiederkehren.

Die Foraminiferenfauna schließt sich eng an die des Oberrheins an, übertrifft diese jedoch an Artenreichtum bei weitem. Die gewöhnlichsten, durchgehenden Formen sind:

Ammodiscus polygyrus D'ORB.

Ammodiscus incertus D'ORB.

Rotalia Soldanii D'ORB.

In der oberen Abteilung herrschen vor:

Lagena vulgaris WILL.

Nodosaria capitata BOLL.

Haplophragmium Humboldti RSS.

Bolivina Beyrichi RSS.

Pseudotruncatulina Dutemplei D'ORB.

In der unteren Abteilung überwiegen mehr *Miliolinien* und *Triloculinen*; besonders häufig sind:

Biloculina simplex D'ORB.

Biloculina bulloides D'ORB.

Triloculina difformis D'ORB.

Quinqueloculina triangularis D'ORB.

Spiroloculina limbata D'ORB.

Die reichhaltigste Foraminiferenfauna wurde aus den Schichten der Bohrung 1568 im Hagenauer Forste südlich Walburg bekannt (17). Im übrigen möchte ich diesbezüglich auf die eingehenden Untersuchungen HERRMANN'S (19) verweisen.

Typische Fischschieferbildung fehlt in Schweighausen. Hier findet sich lediglich Wechsellagerung von Melettaschichten mit Foraminiferen-führenden Mergeln. Das Fehlen des Fischschiefers mag hier mit Oszillationen durch Süßwasser in Verbindung stehen, wie sie im südlichen Teile des Hagenauer Forstes nach dem Befunde der Meißelbohrungen zu erwarten waren und bei Wintershausen bis in die Melettaschichten hinein durch Kernbohrung nachgewiesen wurden.

Die sonst durchgängige Ausbildung der Melettaschichten besteht aus einem eintönigen Wechsel grauer und hellgrauer Mergel und sandiger Mergel mit Kalksandsteinen, welche durch mehr oder weniger starken Gehalt an weißen Glimmerschüppchen typisch sind und dadurch leicht erkennbar werden. Pflanzenreste finden sich häufig in ihnen. Außer Fischschuppen und Resten von Meletta kommt eine kleine Ledaart vor, welche der *Leda gracilis* des Oberelsasses am nächsten steht. Ein typisches Beispiel für die Schichtenfolge der Melettaschichten gibt das bereits früher von mir veröffentlichte Profil des oberen Teiles der Schwabweiler Bohrung 1531 (17). Die Kalksandsteine sind äußerst hart und fest; sie sind feinkörnig und bilden linsenförmige Einlagerungen von geringer Mächtigkeit.

keit. Im Hagenauer Forste und bei Schweighausen finden sich ferner untergeordnet Einlagerungen schwärzlicher Mergeltonen in verschiedenen Niveaus. Die Gesamtmächtigkeit der reinen Melettaschichten beträgt bis über 150 m, so im Hagenauer Forste, bei Schwabweiler und zwischen Biblisheim und Hölschloch.

Anders dagegen gestaltet sich die bei Wintershausen bekannt gewordene Ausbildung dieser Schichten. Hier sind es nicht mehr rein graue, sondern mehr rötlichgraue Mergel, deren Glimmergehalt stark zurücktritt.

Bereits im Jahre 1914 hatte ich auf die zum Teil erheblichen Schwankungen zu Beginn der Schichtenfolge der dem Mainzer Becken entsprechenden Septarientonzeit hingewiesen, was allein durch das unbeständige Auftreten des Fischschiefers gegenüber dem Oberelsaß evident wurde. Mit weiteren Oszillationen und dadurch bedingten Faziesunterschieden hatte ich gerechnet. In dieser Erwartung habe ich mich nicht getäuscht, denn die inzwischen erfolgte Aufschließung der Schichtenfolge in Wintershausen zeigt fast völlige Auflösung typischen Foraminiferenmergels durch Oszillationen mit Süßwasserschichten und demgemäß überwiegende Vertretung dieser Schichten durch limnisch-brackische Bildungen in Wechsellagerung mit den glimmerführenden Melettaschichten, so daß von einer einheitlichen Gliederung wie sonst hier nicht mehr die Rede sein kann.

Die Bohrung 1926, etwa 400 m nördlich des Dorfausganges von Wintershausen, welche bis 150 m als Meißelbohrung, von 150 m bis 200 m als Kernbohrung durchgeführt wurde, ergab folgendes Profil der in Frage stehenden Schichten:

Meißelproben:

- 0—4 m gelbgrauer, verwitterter Mergel.
4—4,5 m = 0,5 m gelbgrauer, verwitterter, wenig glimmerführender Sandstein.
4,5—10 m = 5,5 m gelbbrauner Mergel.
10—10,6 m = 0,6 m grauer Mergel.
10,6—25 m = 14,4 m Probenlücke; bei 25 m Sandsteinbrocken.
25—40 m = 15 m grauer, wenig glimmerführender Mergel.
40—51,8 m = 11,8 m graue, rötlichgraubraune und schwarzbraune Mergel.
51,8—100 m = 48,2 m grauer, wenig glimmerführender Mergel.
100—110 m = 10 m rötlichgrauer Mergel.
110—125 m = 15 m grauer, wenig glimmerführender Mergel.
125—145 m = 20 m rötlichgraue und schwarzbraune Mergel.
145—150 m = 5 m graubrauner Mergel.

Kernbohrung:

- 150,5—156,2 m = 5,7 m rötlichbraungraue, feste, polyedrischbrechende Mergel.
156,2—156,8 m = 0,6 m graue, bräunlichgefleckte, glimmerhaltige Mergel mit wenigen, bis 5 cm mächtigen sandigen Lagen bzw. dünnen Kalksandsteinen. Foraminiferen; Pflanzenreste.
156,8—157 m = 0,2 m rötlichbraungraue, feste, polyedrischbrechende Mergel.
157—160 m = 0,35 m rötlichgrauer Mergel mit Limnaeus.
2,65 m Kernverlust.
160—163 m = 0,3 m rötlichgrauer, glimmerführender Mergel.
2,7 m Kernverlust.
163—166 m = 1 m rötlichgrauer Mergel.
0,5 m grünlichgrauer, etwas plattiger, zum Teil sandiger Mergel, wenig rötlichgrau gefleckt. Winzige Gesteinstrümmereinlagerungen.
0,2 m rötlichgraubrauner Mergel.
1,3 m Kernverlust.
166—168 m = 0,10 m graue, plattige, sandige Mergel.
1,90 m Kernverlust.
168—171 m = 1,2 m graue, plattige, wenig sandige Mergel mit weißlichgelben, dünnen Kalküberzügen auf den Schichtflächen; bituminös-aromatischer Geruch.
1,8 m Kernverlust.
171—174 m = 1,1 m graubraune bis grünlichgraue Bändermergel, zum Teil wenig sandig mit Pflanzenresten.
0,10 m rötlichgraue Mergel.
0,70 m graubraune bis grünlichgraue Bändermergel, zum Teil wenig sandig mit Pflanzenresten.
1,10 m Kernverlust.

- 174—177 m = 1,5 m schwarzbraune und grünlichgraue Bändermergel, zum Teil wenig sandig mit Glimmer und Pflanzenresten, 1,5 m Kernverlust.
- 177—180 m = 0,55 m rötlichgrauer, zum Teil polyedrisch-splitterig brechender Mergel mit wenig sandigen Partien.
0,40 m grünlichgrauer, zum Teil sandiger, plattiger Schiefermergel mit Glimmergehalt.
2,05 m Kernverlust.
- 180—181,8 m = 1,8 m graugrüne, plattige Schiefermergel, fein braungebändert; zum Teil wenig sandig mit wenig Glimmergehalt.
- 181,8—182,6 m = 0,8 m grünlichgraue, splitterigbrechende Mergel mit unregelmäßig eingelagertem, grobem Sande.
- 182,6—183 m = 0,4 m graue, schwarzbraungebänderte, plattige Schiefermergel.
- 183—186 m = 1,35 m grünlichgraue, splitterigbrechende, plattige Mergel mit wenig grobem Sande.
- 186—189 m = 0,90 m grünlichgraue, splitterigbrechende, plattige Mergel mit wenig grobem Sande.
0,30 m rötlichgraue, polyedrischbrechende Mergel.
1,80 m Kernverlust.
- 189—192 m = 0,70 m rötlichgraue, polyedrischbrechende Mergel.
1,30 m graubraune, gebänderte, plattige Tonmergel mit 0,05 m starkem Sandsteinbänkchen.
1,00 m Kernverlust.
- 192—195 m = 3 m Kernverlust.
- 195—198 m = 0,75 m grauer Mergel, zum Teil sandig.
2,25 m Kernverlust.
- 198—200 m = 2 m Kernverlust.
- Ab 200 m folgen normal bunte, gipsführende Mergel.

Zusammenfassend also ist demnach nur bis etwa 125 m Teufe die Schichtenfolge der Melettaschichten, allerdings auch hier mit Oszillationen, zu erkennen, charakterisiert durch die grauen glimmerführenden Mergel, während Anklänge an den Foraminiferenmergel lediglich die bei 156,2—156,8 m auftretende Mergelbank von 0,6 m Mächtigkeit enthält. In ihr wurden nach Untersuchungen von HERRMANN gefunden:

Haplophragmium Humboldti Rss.

Spiroplecta carinata SPANDEL.

Spiroloculina limbata D'ORB.

Quinqueloculina triangularis var. *Ermanni* BORN.

Cyclamina acutidorsata v. HAUTK.

Pseudotruncatulina Dutemplei D'ORB.

Im übrigen gehören die das Foraminiferenbänkchen begleitenden Schichten bereits der Gips- und limnischen Zone an.

Diese abweichende Ausbildung der Melettaschichten mit den Oszillationen der Süßwassermergel unter Fehlen typischen Fischschiefers und Auflösen echten Foraminiferenmergels zum Teil mit Gipsführung, wie einige Meißelbohrungen erkennen lassen, hat sich bisher an keiner anderen Stelle als bei Wintershausen gefunden. Es ist daher nicht möglich, Schlüsse darüber zu ziehen, woher diese Süßwasseroszillation erfolgt ist, zumal gerade im Nordteil unseres Gebietes, in welchem sich das Süßwasserbecken am längsten gehalten hat, das Überfluten des marinen Mitteloligocäns sich als ziemlich scharfe Grenze erhalten hat. Dahingestellt muß freilich bleiben, in welcher Ausbildung einst bei Surburg und Kutzenhausen, wo die Pechelbronner Süßwasserschichten oberflächlich anstehen, das überdeckende marine Mitteloligocän entwickelt war. Ausgeschlossen ist es nicht, daß hier einst typischer Foraminiferenmergel überhaupt nicht zum Absatz gelangt ist, zumal von Hölzloch und Oberstritten bisher solcher trotz Überlagerung von Melettaschichten noch nicht nachgewiesen worden ist.

Folgerungen aus dem Befunde der Schichten.

Die Gesamtausbildung der Schichtenfolge in unserem Gebiete zeigt einen stetigen Wechsel, der sich aus einem Ineinandergreifen von Meerwasser- und Süßwasserbildungen mit sämtlichen Übergangsformen ergibt. Dieser Wechsel setzt bereits in der Anhydritmergelzone der grünen und schwarzen

Mergel ein, indem bald mehr der Süßwasser-, bald der marine Typus überwiegt.

Die Schichten unterhalb der roten Leitschicht schließen sich direkt der oberelsässischen Ausbildung an, die rote Leitschicht dagegen weicht gegenüber der Konglomeratzone des Oberelsasses ab und stellt eine beckenförmige Einlagerung dar; sie ist im wesentlichen marine Buchfazies, und zwar derart, daß nach dem Hangenden zu durch den Süßwasser-einfluß von Norden her nach Auffüllung des Beckens mit Sedimenten der bestehende marine Einfluß westwärts zurückgehalten, die bestehende Salzlauge dagegen südwärts fortgedrängt wurde, so daß in der Folgezeit (untere bituminöse Zone) sich überwiegend limnische Entwicklung der Schichten im östlichen und südöstlichen Teile unseres Gebietes (Schwabweiler, Surburg usw.) findet, während der marine Einfluß, der in der versteinungsreichen Zone wieder seinen Höhepunkt enthält und zwar als seicht-marin allgemeine, durchgehende Verbreitung besitzt, im westlichen Teile des Gebietes von Gunstett, Diefenbach, Preuschkdorf bis nach Pechelbronn und Lobsann sich in der unteren bituminösen Zone behauptet hat. Hier also liegt das marine Bindeglied zur versteinungsreichen Zone hin bzw. der Vorläufer der versteinungsreichen Zone, ein Beweis für das Vordringen des Meeres von Westen her, indem sich in das in der Mitte unseres Gebietes bei Pechelbronn gelegene Süßwasserbecken von Westen her die Küstenkonglomerate stoßweise einschieben und bei Preuschkdorf-Diefenbach unregelmäßig Gipse und Anhydrite in den Rand des Süßwasserbeckens eingreifen, während die normale oberelsässische Entwicklung im Ostteile des Gebietes fortläuft und sich hier das Süßwasserbecken gleichmäßiger unter Bildung brackischer Mergel bei Surburg in die Normalfazies von Schwabweiler, und zwar in die Schichten der oberen bitumi-

nösen Zone und der Steinsalzanhydritmergelzone verläuft und nur noch Verzahnung bildet mit den Schichten der Gips- und limnischen Zone, die in ihrer Normalentwicklung selbst einen Wechsel von marinen und limnischen Schichten darstellt.

Ein anschauliches Bild über die beckenförmigen Verlagerungen und das Oszillieren der marinen und limnischen Bildungen gibt das nach den Untersuchungsergebnissen zusammengestellte Profil der Schichtenfolge (s. S. 499), während in Tafel VIII die fazielle Ausbildung der Schichten des Oligocäns im einzelnen an den verschiedenen Orten nach den Bohrergebnissen zur Darstellung gebracht ist. Auf letzterer bedeutet die Signatur der Kreuze, daß die betreffende Zone in allgemein normaler Ausbildung gemäß der oberelsässischen Gliederung vorhanden ist bis auf die rote Leitschicht, für welche die Kreuze lediglich den erfolgten Nachweis des Vorhandenseins der Zone in unserem Gebiete kennzeichnen.

Es ist demnach kein Zweifel mehr, daß das Meer von Westen her, wie seinerzeit bereits VAN WERVEKE nachgewiesen hat, in die damalige Bucht des Rheintales eingedrungen ist. Der mannigfache petrographische Wechsel der Schichten im einzelnen, ferner der Wechsel der beckenförmigen Einlagerungen und die Oszillationen mit Verlagerung der reinmarinen, der Brackwasser- und der Süßwasserschichten sind also das Produkt zweier verschiedener Komponenten, des Meerwassers von Westen und des Süßwassers von Norden, mit gleichzeitiger Senkung des Bodens, wobei die Sedimentation der Süßwasserschichten schneller als die der Meeresabsätze erfolgte und bestrebt war, die bestehenden Teilbecken aufzufüllen, so daß es schließlich, besonders in der Pechelbronner Süßwasserfazies zeitweilig zur Trockenlegung des seichten Untergrundes nach Art eines Lagunenbeckens kam, zu einem Niederungsgebiet, in welches dann Flußarme ein-

schneiden und ihr Sandmaterial und ihre Schotter einlagern konnten (vgl. Öllagerstätten, Seite 508).

Es war schon darauf hingewiesen worden, daß die echten Küstenkonglomerate am Westrande des Rheintals ihre Hauptverbreitung bis in die untere bituminöse Zone hinein haben, ostwärts dem Rheine zu aber abnehmen. Gleiche Küstenkonglomerate finden sich aber rechtsrheinisch wieder in größerer Verbreitung am Rande des Schwarzwaldes. Es geht hieraus hervor, daß zur Zeit der Oligocänablagerungen, abgesehen vom Schwarzwald als Küste, die Vogesen als Barre vorhanden gewesen sein müssen, vielleicht nur als schwache Barre oder Schwelle unter Wasserbedeckung, von der aus Abrollung und Einspülung von Muschelkalkgeröllen erfolgen konnte. Herkunft der Küstenkonglomeratgerölle badischerseits von Westen her, also vom Vogesenrande, kann nicht erfolgt sein, da sich sonst Muschelkalkgerölle in größerer Ausdehnung auch im Ostteile unseres Gebietes gezeigt haben müßten. Sie fehlen aber in Schwabweiler und wurden bei Sulz und Wald und Kutzenhausen nur noch ganz vereinzelt und spärlich angetroffen.

Erst mit dem Beginn des echten Foraminiferenmergels nimmt der marine Einfluß einen allgemeineren, gleichmäßigeren Charakter an. FÖRSTER, VAN WERVEKE und WAGNER vertreten die Ansicht dieser marinen Überflutung von Norden her. In dem Befunde bei Wintershausen im Südteil unseres Gebietes mit seinen bis in die Melettaschichten hineingehenden Süßwasseroszillationen gegenüber der gleichmäßigeren Überlagerung der Schichten durch Foraminiferenmergel und Amphisylafischschiefer im Nordteile (Gunstett, Schwabweiler) könnte ein Beweis für diese Ansicht erblickt werden, jedoch tritt die Einlagerung und Ausbildung des Pechelbronner Süßwasserbeckens, welches sich gerade im Nordteile unseres Gebietes

bei Pechelbronn am längsten gehalten hat und sich über Drachenbronn heraus möglicherweise bis in die Pfalz hinein erstreckt, dieser Anschauung entgegen, so daß die Frage, ob im Foraminiferenmergel und den Melettaschichten eine direkte Verbindung mit dem Mainzer Becken zu erblicken ist, auf Grund der hiesigen Verhältnisse unentschieden bleiben muß.

Denkbar wäre auch, daß diese allgemeine marine Überflutung ebenso wie der marine Vorstoß in den älteren Zonen von Westen her erfolgt ist, so daß in ihr lediglich eine allgemeinere Senkung der gesamten Mittelrheinebene, nicht nur des Elsasses, gegenüber der Vorzeit zu sehen ist.

WAGNER (12) hatte seinerzeit schon durch Vergleich der Mächtigkeiten der Schichtenfolge im Oberelsaß mit denen des Mainzer Beckens auf Schaukelbewegungen hingewiesen, veranlaßt durch Hebungen und Senkungen der Gebiete, nachdem vor ihm bereits FÖRSTER (9) an Hand seiner Schichtengliederung im Oberelsaß zu der Ansicht gelangt war, daß während der gesamten Oligocänzeit mehrmalige Senkungs- und Hebungsvorgänge abwechselnd erfolgt seien. Ich hatte mich dieser Meinung durch den Befund der Wechsellagerung von echtem Foraminiferenmergel mit dem Amphisylafischschiefer im Unterelsaß gegenüber der durchgehenden Überlagerung des letzteren über den Foraminiferenmergel im Oberelsaß anläßlich der Erläuterung der Beziehungen der Schwabweiler Blättersandsteine zum Septarientone (17) angeschlossen. Heute möchte ich jedoch einen Schritt weitergehen, und zwar infolge der durch die Bohrungen erwiesenen beckenförmigen Einlagerungen einzelner Zonen, so der roten Leitschicht als auch der Pechelbronner Süßwasserfazies, in die normale, dem Oberelsaß entsprechende Ausbildungsweise unseres Randgebietes im Hagenauer Forste und bei Schwabweiler.

Die normale Ausbildung zeigt, daß selbst die einzelnen

Zonen nicht durchweg eine Abwechslung limnischer und mariner Schichten darstellen, derart, daß die eine Zone rein marin, die andere dagegen rein limnisch entwickelt ist, sondern daß man für sie nur von überwiegend limnischer oder überwiegend mariner Ausbildung sprechen kann, indem eben beide Faktoren, sowohl das Süßwasser als auch das Meerwasser, ständig um ihre Existenz gekämpft und sich gegenseitig beeinflußt haben, so daß innerhalb der Zonen an und für sich stets beide Einflüsse zu erkennen sind, der Vergleich der Zonen in ihrer geschlossenen Gesamtentwicklung dagegen bald mehr limnische, bald marine Ausbildung anzeigt durch Überwiegen des einen oder des anderen Faktors mit lokalen Änderungen und vorübergehender Teilbeckenbildung einer Spezialfazies wie z. B. die marine Buchtfazies der roten Leitschicht oder das beckenartige Anschwellen der unteren bituminösen Zone in dem Gebiete der Randfazies der roten Leitschicht, welches sich in demselben Grade bemerkbar macht, in dem die Mächtigkeit der roten Leitschicht abnimmt. Aus diesem Grunde ist es auch nicht den Tatsachen entsprechend, für die einzelnen Zonen eine bestimmte Mächtigkeitzahl oder einen Durchschnittswert zu geben, sondern es müssen den beckenförmigen Verlagerungen entsprechend die Grenzwerte angegeben werden, zwischen denen die Mächtigkeit schwankt.

Diese Verlagerungen nun oder die merkliche Vertretbarkeit einzelner Zonen gegeneinander läßt aber den weiteren Schluß zu, daß es sich bei Ablagerung der Schichten im Rheintalbecken nicht um mehrfache Hebungs- und Senkungserscheinungen in abwechselnder Weise handelt, sondern lediglich um Senkungserscheinungen, zumal ja, wie durch die größere Mächtigkeit der Pechelbronner Süßwasserfazies gegenüber den Mächtigkeiten der gleichalterigen Normalzonen bewiesen, die Sedimentation der Süßwasserschichten schneller

als die der marinen Schichten erfolgt ist, wodurch ständig eine Verflachung und Auffüllung der in Senkung begriffenen Teilbecken, die keineswegs bei dem Prozesse der fortschreitenden Vertiefung und Ausbildung des Rheintalgebietes überall in gleichmäßiger Weise stattzufinden brauchte und sicher auch nicht stattgefunden hat, bewirkt wurde. An den Stellen, an denen der Senkungsvorgang in schnellerem Maße vor sich ging, bildete sich nach Art der marinen Buchtfazies der roten Leitschicht ein Teilbecken aus.

Unter diesem Gesichtspunkte ist die Schaukelbewegung lediglich auf Senkung des Untergrundes und auf Auffüllung infolge Sedimentation zurückzuführen, indem die Verlagerungen an und für sich durch an den einzelnen Stellen unregelmäßig vor sich gegangene Senkungen bedingt sind. Hierbei kommt der zeitlich ziemlich schnell erfolgten Sedimentation der Süßwassermaterialien zum Teil eine erhebliche Rolle zu. Der überaus starke und in mannigfacher Weise erfolgte Wechsel in der petrographischen Beschaffenheit der einzelnen Schichten steht hiermit in ursächlichem Zusammenhang.

Demgemäß stellen die Zonen, in denen sich überwiegend mariner Einfluß nachweisen läßt, die Zeiten größerer Senkungen dar, während die hauptsächlich Süßwassersedimente enthaltenden Zonen Verlangsamung in der Senkung oder Stillstands- bzw. Stockungsperioden andeuten, in denen die Süßwassereinflüsse genügend Zeit fanden, den marinen Einfluß auszugleichen. Die Stillstands- oder Stockungsperioden decken sich also mit den FÖRSTER'schen Hebungs zonen, indem mit einer Hebung nicht direktes Empортаuchen des Untergrundes an die Oberfläche verstanden wird, sondern lediglich eine Auffüllung und Verflachung des gesunkenen Gebietsteiles bis zum allgemeinen Niveau, unter Umständen sogar bis zur vorübergehenden lokalen Trockenlegung.

Dies gilt besonders auch für die versteinungsreiche Zone, die, soweit ihre Verbreitung bekannt, als seichtmarines bis brackisches Gebilde einer allgemeinen, langsamen, aber in sich gleichmäßigen Senkung des Rheintalgebietes entspricht.

Im allgemeinen also bildet die Entwicklung des Oligocäns im Rheintale, speziell im Unterelsaß, das jeweilige Produkt der aus verschiedener Richtung gegeneinander einwirkenden süßen bzw. marinen Wasser auf ungleichmäßig in bezug auf Örtlichkeit, Zeit und Tiefe sich gestaltenden Senkungsvorgängen mit den verschiedensten Modifikationen unter beschleunigter oder voraneilender Sedimentation des Süßwassermaterials durch terrestrischen Einfluß von Flüssen, wodurch der mannigfache Wechsel in der petrographischen Beschaffenheit der Sedimente, die Verlagerungen in den einzelnen Zonen selbst, sowie die gewaltige Entwicklung in der Mächtigkeit der Gesamtformation gegenüber der norddeutschen Ausbildung bedingt sind.

Was nun die Ausbildung der Oligocänschichten anbelangt, so teilen FÖRSTER und WAGNER die Schichtenfolge im Oberelsaß in Unter- und Mitteloligocän ein, indem WAGNER jedoch durch weitere Gliederung der FÖRSTER'schen Kalksandsteinzone in Melettaschichten und Cyrenenmergel, letztere bereits als dem Oberoligocän angehörig betrachtet. Dieser allgemeinen Gliederung schließe ich mich für das Unterelsaß an, besonders für die Grenze zwischen Unter- und Mitteloligocän. Dahingestellt muß freilich bleiben, inwieweit im Unterelsaß die Cyrenenmergel vertreten sind, da Anklänge an diese lediglich bei Schwabweiler beobachtet wurden.

Innerhalb des Mitteloligocäns weiche ich jedoch von der oberelsässischen Gliederung bezüglich der Unterstufen (unteres, mittleres, oberes Mitteloligocän) ab. Die Grenze vom unteren zum mittleren Mitteloligocän wird im Oberelsaß zwischen die

Dolomitanhydritmergelzone und die obere bituminöse Zone gelegt, während die Grenze vom mittleren zum oberen Mitteloligocän der Schnitt zwischen Foraminiferenmergel und Gipszone bildet. Offenbar hängt diese Gliederung mit den durch FORSTER vertretenen Senkungs- und Hebungszeiten zusammen, so daß die Schnitte der Unterstufen zugleich dem Beginn bzw. dem Ende stärkeren Hervortretens marinen Einflusses entsprechen. Dieses hat jedoch den Nachteil, daß z. B. dem stärker kenntlichen, marinen Einfluß der versteinungsreichen Zone, die überwiegend seicht-marin ist, hierbei keine Rechnung getragen ist, während andererseits unter dem Gesichtspunkte, daß die Aussüßungszeiten im Rheintalbecken den Stockungen des Senkungsprozesses entsprechen, die für das Oberelsaß aufgestellt Gliederung des Mitteloligocäns sich mehr tektonischen Ursachen anschließt.

Bezüglich der Gliederung des Mitteloligocäns, welches die Schichtenfolge von den Melettaschichten bis zur roten Leitschicht einschließlich einnimmt, sind auch im Unterelsaß die Melettaschichten einschließlich Fischschiefer und Foraminiferenmergel als Äquivalente der Elsheimer Meeresschichten und des oberen Septarientones im Mainzer Becken, also als Vertreter des oberen Mitteloligocäns zu betrachten in Übereinstimmung mit dem paläontologischen Befunde durch das Auftreten von *Leda*, *Axinus*, *Nucula* sowie der sonstigen echten Septarientonfauna des Mainzer Beckens als auch Norddeutschlands.

Die mittlere Stufe des Mitteloligocäns, die im Oberelsaß nur die Schichten der Gipszone bis einschließlich der Steinsalz-anhydritmergelzone in sich schließt, dürfte nach dem paläontologischen Befunde im Unterelsaß jedoch tiefer hinabreichen. Ausschlaggebend dafür ist das Vorkommen von Foraminiferen, die bereits denen des echten Foraminiferenmergels

Vergleich der stratigraphischen Altersgliederung

Ober-Elsaß

		FOERSTER 1911	WAGNER 1913	
Oberes Mittel-Oligocän	Blaue Mergel etwa 290 m	Kalksandsteinzone	Cyrenenmergel 60 m	Ober- oligocän
		Typischer Fischschiefer	Melettaschiefer 200 m	
		Foraminiferen- mergel	Amphisylefischschiefer 20 m	Obere Stufe des Mittel- oligocäns
Mittleres Mittel-Oligocän	Bunte Mergel 400—420 m	Gipszone	Gipszone 40 m	Mittlere Stufe des Mittel- oligocäns
		Limnische Zone	Knollenanhydritsteinsalz- zone 360—380 m	
		Dolomit-anhydrit- mergelzone		
Unteres Mittel Oligocän	Buntstreifige Mergel 520 m	Obere bituminöse Zone	Obere bituminöse Zone	Untere Stufe des Mittel- oligocäns
		Versteinerungsreiche Zone	Versteinerungsreiche Zone	
		Untere bituminöse Zone	Untere bituminöse Zone	
		Konglomeratzone	Konglomeratzone	
Unter- Oligocän	Grüne und schwarze Mergel	Dolomitmergelzone	Dolomitmergel	Unter- oligocän
		Kalkmergelzone	Kalkmergel	

Oligocän

des Unter-Elsaß mit der des Ober-Elsaß.

Unter-Elsaß				
HÖHNE 1917/1918				
	Ober-Oligocän	Cyrenenmergel 40 m ?		
Mittel-Oligocän	Obere Stufe	Amphisyalefisch-schiefer	Melettaschichten 150—180 m	
			Foraminiferenmergel (20 m einschl. Fische-schiefer)	
	Mittlere Stufe	Küstenkonglomerate	60—80 m Gips- und Limnische Zone	Pechelbronner Süßwasserfazies 280 m
			Steinsalzanhydritmergelzone	
			Obere bituminöse Zone	
			Versteinerungsreiche Zone 50—70 m	
Untere Stufe		Untere bituminöse Zone 80—150 m		
		Rote Leitschicht 40—100 m		
Unter-Oligocän		Dolomitmergelzone 100—110 m		
		Anhydritführende Kalkmergelzone 110—150 m		
Eocän		Basalzone 10—20 m		

entsprechen, schon in der versteinierungsreichen Zone. Mit dem petrographischen Befunde dieser Zone als seicht-marine Bildung stimmt der paläontologische Befund durch das Auftreten von *Corbula*, *Cyrena* überein. Auch *Natica* und *Cerithium* wurde beobachtet. Berücksichtigt man nun diesen paläontologischen Charakter für die Altersgliederung, so ist auch noch der obere Teil der unteren bituminösen Zone zum mittleren Mitteloligocän hinzuzurechnen, da die *Cyrena*- und *Corbulaführenden* Bänke in sie hinabgehen, demgemäß, wie bereits geschildert, die Anfänge der versteinierungsreichen Zone (Gunstett, Preuschorf, Pechelbronn, Lobsann) in dieser Zone liegen. Mit diesem Anfange des allgemeineren marinen Mitteloligocäns stimmt überein der Befund über das Auftreten der Küstenkonglomerate. Auch ihr Beginn liegt in der unteren bituminösen Zone.

Auf Grund dieser petrographisch-paläontologischen Nachweise ziehe ich es vor, den Beginn des mittleren Mitteloligocäns in die untere bituminöse Zone hinabzuverlegen, demgemäß dann lediglich der untere Teil der unteren bituminösen Zone sowie die rote Leitschicht dem unteren Mitteloligocän entsprechen. Ich verhehle mir dabei nicht, daß es in der Praxis schwierig ist, diese Grenze stets mit Bestimmtheit wiederzufinden, da, wie bereits erwähnt, die Vorläufer der versteinierungsreichen Zone in der unteren bituminösen Zone nur im Westteil des unterelsässischen Erdölgebietes nachzuweisen sind.

Der besseren Übersicht halber mögen die Tabellen auf S. 498 und 499 dienen.

Gebirgsbau.

Das unterelsässische Erdölgebiet lehnt sich in seinem Nordteil unmittelbar an die am östlichen Fuße des Hochwaldes

verlaufende Rheintalrandspalte an, welche von der Siebenbronner Mühle her über Marienbronn nördlich Mitschdorf mit einem durchschnittlichen Streichen von etwa $N 60^{\circ} O$ verläuft. Diese bildet einen guten Quellhorizont, da sie die durchlässigen Schichten des Buntsandsteins gegen die Tertiärmergel abschneidet, und hierdurch ist ihr Verlauf unter dem Gehängeschutt ziemlich sicher zu verfolgen.

Zwischen Marienbronn und Mitschdorf am Heldackergraben ist eine hängengebliebene, kleinere Muschelkalkscholle zwischengelagert. Sie hängt wahrscheinlich mit der Richtungsänderung der Randspalte zusammen, die von Mitschdorf unmittelbar östlich Görsdorf in mehr südliche Richtung übergeht und mit einem Streichen von etwa $N 40^{\circ} O / S 40^{\circ} W$ auf die Karlmühle an der Sauer unweit Wörth durchsetzt, nacheinander Muschelkalk, Keuper und Lias gegen das oligocäne Küstenkonglomerat verwerfend.

In der südlichen Fortsetzung springt die Randspalte, der Sauer folgend, in Nord-Südrichtung bis Morsbronn über, um von dort wieder in der ursprünglichen Richtung des Hochwaldes über Forstheim-Merzweiler weiterzuverlaufen als Staffelbruch des sich hier weithin ausdehnenden Zaberner Bruchfeldes.

Das Erdölgebiet, welches man als Pechelbronner Bruchfeld bezeichnen kann, erstreckt sich von der Rheintalhauptspalte bis etwa in die Gegend von Leitersweiler, wo nach VAN WERVEKE (12) die betreffenden Tertiärschichten sich in einem sehr tief liegenden Gebiete befinden. M. E. handelt es sich hier um einen Grabenbruch, der sich ostwärts an das Erdölgebiet etwa von Niederbetschdorf, Kühllendorf, Leitersweiler, Hofen, Hunsbach anschließt.

Innerhalb dieses Pechelbronner Gebietes werden die Schichten von mehreren Verwerfungen durchsetzt, welche entgegengesetztes Einfallen als das der Rheintalhauptspalte zei-

gen und demgemäß die Schichten in der Richtung ihres Einfallens gegen Osten wieder herausheben.

Die Lagerung der Schichten ist durchweg flach mit geringem Einfallen nach Südosten bzw. Ostsüdosten.

Die tektonische Übersichtskarte gibt ein Bild von der mannigfachen Zerstückelung des Tertiärgebirges. Indessen ist es nur möglich, eine Übersichtsskizze zu geben, da die Lage der Brüche sich nur annähernd bestimmen läßt, weil in dem petrographisch so vielfach wechselnden Gebiete die Ergebnisse der Meißelbohrungen eine Tektonik nur in groben Zügen erkennen lassen, andererseits eine Kartierung der Oberfläche nach den einzelnen Oligocänzonen unmöglich ist. Die Unterschiede in den Zonen sind für Kartierungszwecke zu gering, zumal durch die Verwitterung des Bodens weitere, erhebliche Schwierigkeiten sich bieten. Die zur Darstellung gebrachte Tektonik basiert deshalb auf dem Befunde der Tiefenlage der Oberkante der roten Leitschicht, ferner auf den Feststellungen der Tiefenlage der versteinungsreichen Zone, soweit sich eine Identifizierung dieser Zone ermöglichen ließ, ferner aus den Feststellungen über das plötzliche Absetzen gewisser Ölhorizonte.

Ein Hauptbruch, der die Schichten heraushebt, verläuft von Morsbronn-Gunstett östlich Diefenbach-Preuschdorf auf Lobsann zu. Er bildet im Verein mit der Rheintalrandspalte am Fuße des Hochwaldes einen Teilgraben, den sogenannten Diefenbacher Graben. Ob dieser einheitlich oder weiter in sich gegliedert ist, entzieht sich unserer Kenntnis infolge Mangels an Bohrungen. Nach der östlich des Grabens sich zeigenden starken Zerstückelung des Gebirges zu urteilen, ist es wahrscheinlich, daß der Graben ebenfalls weiter zergliedert ist. Der den Graben ostwärts begrenzende Hauptbruch, der sich bis nach Lobsann erstreckt, bildet die Fortsetzung der

von Forstheim—Morsbronn in das tertiäre Vorland durchsetzenden Hauptrandspalte, wobei sich mit Beginn des Eintretens in den Tertiärgraben die Erscheinung des Umsetzens der Einfallrichtung des Bruches zeigt, demgemäß in dem östlichen Anschlußgebiete die Schichten herausgehoben erscheinen. So z. B. stehen am Fisselbache südlich Lampertsloch westlich des Bruches Foraminiferenmergel an, während östlich desselben, also in der Fallrichtung der Schichten, die liegenden Schichten (Pechelbronner Süßwasserfazies) zutage treten.

Die sich nach Osten zu im weiteren anschließenden, widersinnigen Brüche spiegeln in dem Gebiete zwischen Gunstett und Hölschloch bzw. zwischen Diefenbach-Merkweiler die Nordost-Südwestrichtung der Hauptspalte wider. Infolge der Heraushebung der Schichten in der Richtung ihres südöstlichen Einfallens sind die Brüche als eine Art rückläufiger Staffel zu bezeichnen. Eine einzige Ausnahme mit Einfallen parallel der Rheintalhauptspalte bildet ein von Biblisheim auf Merkweiler laufender Bruch, der im Verein mit den ostwärts sich anschließenden, die Schichten weiter heraushebenden Brüchen zu einer kleineren Grabenbildung geführt hat, dem Biblisheimer Graben. In ihm wurde die Tiefenlage der Oberkante der roten Leitschicht mit — 420 NN (Bohrung 1270) festgestellt; also eine ziemliche Versenkung gegenüber der östlichen Heraushebung, die bei Sulz u. Wald ihren Höhepunkt erreicht. Die Tiefenlage der roten Leitschicht bei Sulz u. Wald beläuft sich auf — 101 NN (Bohrung 1337).

Die durch widersinnige Verwerfungen zerstückelten und mehrfach wieder herausgehobenen Schollen zwischen Gunstett und Merkweiler mit ihrer, der Hochwaldrichtung parallel gehenden Längsrichtung werden unmittelbar bei Merkweiler-Pechelbronn durch den größeren, etwa Nord-Süd streichenden, von Oberstritten über Hölschloch verlaufenden Längsbruch be-

grenzt, der seinerseits wahrscheinlich durch den Gunstett-Preuschkdorfer Sprung, der sich bis nach Lobsann erstreckt, abgeschnitten wird.

Dieser Längsbruch, der, wie die Bohrerergebnisse erkennen lassen, von kleineren Brüchen mehrfach durchsetzt und ausgelenkt sein mag, scheint in seinem nördlichen Verlaufe an Sprunghöhe abzunehmen. M. E. hängt dies damit zusammen, daß der Bruch die Schichten, die mehr Nordost-Südwest streichen und demgemäß südöstliches Einfallen zeigen, spießwinklig durchschneidet. Diese Erscheinung tritt im Ostteil unseres Gebietes häufiger hervor, denn von dem erwähnten Bruche ostwärts, etwa von Walburg-Hölschloch-Lobsann ab macht sich eine zweite Verwerfungsrichtung bemerkbar, die mehr nordnordöstlich-südsüdwestlichen Verlauf innehält, sich also mehr der allgemeineren Richtung des Rheintales anschließt.

In welchem Verhältnis dieses Bruchsystem zu dem ersteren steht, ob es jünger oder älter ist, läßt sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Es hat den Anschein, als wenn das Bruchsystem der Nordnordost-Südsüdwestrichtung älter als das des nordost-südwest gerichteten ist, da sich die Brüche der ersteren Richtung zum Teil überhaupt nicht oder nur wenig im Gelände markieren, während die letzteren zum Teil dem Gelände ein charakteristisches Gepräge geben durch Hervortreten einzelner Hügelrücken mit den Verwerfungen gleichlaufenden Tälern, wie z. B. das Tal westlich der Surburger Höhe zwischen Surburg und Kutzenhausen, dem die Eisenbahnlinie zwischen Sulz und Hölschloch folgt.

Wahrscheinlich aber sind beide Bruchsysteme insofern gleichaltrig, als der Senkungsprozeß sicher ein langandauernder gewesen ist und während der gesamten Tertiärzeit andauert hat, worauf schon im stratigraphischen Teil hingewiesen

wurde. Übereinstimmen hiermit würde die durch die beiden Bruchsysteme und durch das Ineinandergreifen derselben bewirkte, eigentümliche Gitterstruktur, die auch im Oberelsaß beobachtet wurde. Die erste Anlage zu der intensiven Zerstückelung mögen die mehr nord-südlich gerichteten Brüche gegeben haben, wie aus folgendem ersichtlich wird.

Bekanntlich wird von VAN WERVEKE (15) die Ausbildung des Rheintalgrabens als Folge des von Süden wirkenden Druckes auf die Massive der Vogesen und des Schwarzwaldes aufgefaßt, wobei die Massen des Hunsrück und Taunus als Stau- oder Widerlager dienen. Versuche, die ich im Jahre 1916 mit Herrn Dr. WAGNER zusammen bei Prüfung von Beton unter der hydraulischen Presse auszuführen Gelegenheit hatte, haben gleiche Erscheinungen, wie sie die Tektonik des Rheingrabens aufweist, gezeitigt.

Die Betonwürfel, die in der Stampfrichtung geprüft wurden, waren dazu so in die Presse eingelegt, daß der hydraulische Druck von unten wirkte und sich senkrecht nach oben fortpflanzte, indem die Würfel oben gegen ein festes Widerlager gepreßt wurden. Hierbei zeigte sich die interessante Erscheinung, daß die bei Überschreitung der Elastizitätsgrenze (i. Druckgrenze, meßbar durch Atmosphären) von der jeweiligen Stelle des geringsten Widerstandes sich bildenden Risse und Sprünge in der Druckrichtung selbst auftraten und sich in ihrer weiteren Vergrößerung nach oben hin fortpflanzten. Es sind das die Sprünge, die bei der Betonprüfung als „erste Ribbildung“ bezeichnet und notiert werden. Erst hinterher bei fortschreitendem Drucke (Druckerhöhung) bildeten sich mehr oder weniger spießwinklig verlaufende Quersprünge, so daß schließlich durch die nunmehrigen, gitterartig ineinandergreifenden zwei Sprungsysteme allmählich völlige Zermürbung des Betonwürfels eintrat, derart, daß bei

Ineinanderpressung der einzelnen Gesteinsteilchen diese selbst kegelförmig von dem Würfel abbröckelten.

Diese Beobachtungen decken sich demnach mit dem Befunde der Sprünge im Rheingrabengebiet vollständig, und unter diesem Gesichtspunkte ist es natürlich, in dem mehr nördlichgerichteten, also nordnordoststreichenden Sprungsystem entsprechend der „ersten Ribbildung“ die erste Anlage zur völligen Zerstückelung des Gebirges zu erblicken, zumal es sich um ein typisches Schollengebirge handelt.

Auf das flache Einstellen der Schichten nach Osten, dem Rheine zu, war schon hingewiesen worden. DAUBRÉE (2) gibt ein östliches Fallen mit 4% für den ehemaligen Schachtbergbau von Merkweiler an, welches von VAN WERVEKE bezweifelt wurde. Letzterer berechnete das Fallen aus der Tiefenlage der roten Leitschicht einzelner Tiefbohrungen zu 8%. In dieser Hinsicht sind die durch den Schacht Nöllenburg bei Merkweiler erfolgten Aufschlüsse bemerkenswert, die genaue Messungen ermöglichten.

An den verschiedensten Stellen wurden Nivellements der Streckensohlen ausgeführt, welche, da sowohl die fallenden wie die streichenden Strecken sählig gefahren wurden, im allgemeinen mit der Basis des Lagers identisch sind. Die sich aus diesen Messungen ergebende, durchschnittliche Streichrichtung der Schichten, festgelegt durch den Verlauf der Normallinie + 21,36 NN, beträgt N 40° O (astronomische Messung) mit Einfallen von 7,5% oder 4° 30' nach S 50° O (astronomische Messung) unter Berücksichtigung der magnetischen Deklination oder rein magnetisch gemessen N 50° 35' O für das Streichen und S 39° 25' O für das Fallen.

Der Befund des Fallens der Schichten steht im Einklang mit den in verschiedenen Kernbohrungen beobachteten Einfallswinkeln, die zwischen 2 und 10° schwankten. Schwaches

Einfallen der Schichten, fast bis zu horizontaler Lagerung reichend, findet sich vornehmlich im Westteil des Gebietes, wie z. B. bei Gunstett, Dürrenbach, Ohlungen und im Hagenauer Forste (Revier Glaswinkel). Stärkeres Einfallen stellt sich dagegen weiter ostwärts ein. Auf Grund der Tiefenlage der roten Leitschicht östlich der etwa Nord-Süd streichenden Oberstritten-Hölschloch-Merkweiler-Verwerfung ergibt sich ein Einfallen bis etwa 15° , was mit den Beobachtungen ANDREAES (4) im ehemaligen Bergbau von Schwabweiler übereinstimmt.

Zur Erklärung der verschiedenen Höhenlage einzelner Horizonte im Oberelsaß haben, wie FÖRSTER angibt, VOGT und MIEG das Vorhandensein von Sätteln und Mulden angenommen. FÖRSTER (9) selbst hielt es für wahrscheinlich, daß sowohl Faltungen als auch Verwerfungen den Unterschied in der Höhenlage bewirken.

Auch hierfür haben die Aufschlüsse im Schachte Nöllenburg Klarheit geschaffen, indem sie bei durchweg ruhiger Lagerung der Schichten mit ihrem geringen Einfallen nach Osten erkennen lassen, daß das Gebirge lediglich ein Schollengebirge ohne jegliche Faltung darstellt.

Demgemäß sind die wenig wechselnden Fallwinkel der Schichten lediglich eine Funktion der die einzelnen Schollen begrenzenden Verwerfungen bezüglich ihrer Sprunghöhe. Dergleichen konnte beobachtet werden, daß Schichtenschleppungen an den Verwerfungen nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen und bereits wenige Meter von einem Bruche entfernt nicht mehr vorhanden sind.

Die Verwerfungen selbst setzen mehr oder weniger steil in die Tiefe. An einem Parallelsprung der Rheintalhauptspalte im Lobsanner Asphaltbergwerk konnte ich einen Fallwinkel von 70° feststellen. Die Hauptspalte selbst dürfte demnach noch steiler in die Tiefe setzen. Eine im Schachte I (Schacht

Nöllenburg) auf Strecke Ha durchsetzende Störung zeigte indessen nur ein Einfallen von 40° . Gleiche Verhältnisse beobachtete seinerzeit ANDREAE im Schwabweiler Bergbau. Hier schwankte das Einfallen der zahlreichen, widersinnigen Verwerfungen zwischen $40-60^\circ$.

Der geologische Bau des Erdölgebietes wird am deutlichsten klar durch das beifolgende Übersichtsprofil a der Tafel IX, welches querschlägig den Gebirgsbau etwa vom Kinderlochsgraben östlich Diefenbach durch die Kreuzhecke bis nach Surburg-Ost auf Grund der Bohrresultate wiedergibt.

Die Öllagerstätten.

Nach ihrem spezifischen Gewichte werden die im Untersaß auftretenden Öle in Leichtöle und Schweröle getrennt.

Die Leichtöle sind durch mehr oder weniger starken Gehalt an leichten Kohlenwasserstoffen, vornehmlich Gasolinen und Benzin, charakterisiert. Ihr spezifisches Gewicht schwankt zwischen $0,852-0,905$. Bei ihnen findet bereits eine erhebliche Destillation von Kohlenwasserstoffen bis zu einer Temperatur von 150°C statt.

Die Schweröle dagegen sind zum mindesten arm an leichten Kohlenwasserstoffen oder sie fehlen ihnen ganz; eine Destillation findet erst bei höherer Temperatur statt unter Zunahme des dickflüssigen, zur Verarbeitung auf Schmieröle geeigneten Rückstandes. Das spezifische Gewicht der Schweröle schwankt zwischen $0,924-0,968$.

Auch rein äußerlich macht sich der Unterschied von Leichtöl und Schweröl bemerkbar. Ersteres besitzt dunkelbraune Farbe und scheint im auffallenden Lichte olivbraun bis dunkelolivgrün nach Art fluoreszierender Substanzen und ist dünnflüssig, während letzteres bei seiner Zähflüssigkeit schwarzbraune bis tiefschwarze Färbung zeigt.

Wie in anderen Gebieten sind auch hier die Erdöllager an sandige Schichtbildungen geknüpft, von denen nach der petrographischen Beschaffenheit Sande, sandige Mergel, Sandsteine und sandige Kalke in Frage stehen.

Praktisch spielen jedoch nur die Sande eine Rolle, da nur aus ihnen durch Bohrungen Öl in lohnenden Mengen gewonnen werden kann, während in den übrigen sandigen Abarten infolge des geringen Porenvolumens Ölführung nur in Form von Ölsuren beim Bohren oder gar nur bei Kernziehung nachgewiesen werden kann.

Schon im stratigraphischen Teil war auf den überaus starken petrographischen Wechsel der Schichten und auf die charakteristische Vertretbarkeit einer Schicht durch eine gleichaltrige, petrographisch anders entwickelte Schicht nach Art von Einlagerungen infolge Oszillationen hingewiesen worden. Dies gilt im besonderen Maße von der sandigen Entwicklung der Schichten durch unregelmäßige Zufuhr und Ablagerung des Sandmaterials vom Lande her bei Eintritt in das Oszillationsbecken.

Da nun die sandigen Schichten die Träger des Öles sind, ist auch die Form der einzelnen Öllagerstätten eine höchst unregelmäßige. In den tieferen Horizonten, von der versteinungsreichen Zone abwärts bis zur roten Leitschicht, sind die Sandabsätze bei geringerer Mächtigkeit mehr ausgebreitet, in der Pechelbronner Süßwasserfazies und an ihren Oszillationsrändern dagegen sind sie bald breiter, bald schmaler, also ziemlich unregelmäßig in bezug auf die Breitenausdehnung infolge Entstehung der Sande als Sedimente von in das Becken eintretenden, sich verlagernden Flußläufen.

Den stratigraphischen Horizonten entsprechend tritt Öl in sämtlichen Oligocänschichten von den Melettaschichten abwärts bis unter die rote Leitschicht auf, selbst im jurassischen

Grundgebirge (Murchisoniensandstein und Jurensisschichten) der Biblisheim-Surburger Tiefbohrungen wurden Ölspuren, hier allerdings nur im Bohrkern beobachtet. Produktion ist jedoch nur in den Schichten der Pechelbronner Süßwasserfazies, in den gleichaltrigen Zonen der Normalgliederung und in den Schichten bis unmittelbar unter die rote Leitschicht zu erzielen. Tiefer finden sich keine produktiven Öllager mehr.

Wie aus beifolgender Übersichtstafel über die örtliche und stratigraphisch-räumliche Verbreitung des Öls hervorgeht, liegt die Hauptverbreitung der Öllager in den Schichten über der roten Leitschicht, besonders in der unteren bituminösen Zone, bis in die Gips- und limnische Zone hinein. Von den insgesamt 11—12 horizontartig entwickelten Öllagern lassen sich zwei Gruppen unterscheiden, von denen die untere die Öllager von den Schichten unmittelbar unter der roten Leitschicht bis zur Basis der oberen bituminösen Zone enthält, während die obere Gruppe namentlich die Öllager der Steinsalzanhydritmergelzone und der Gips- und limnischen Zone in sich schließt. Abgesehen von dem Basallager und von Ölspuren in den hangenden Partien der oberen bituminösen Zone ist diese sonst ölfrei.

Das Leichtöllager unter der roten Leitschicht wurde bisher nur in Anlehnung an die starke Heraushebung der Schichten östlich des Hauptbruches von Oberstritten-Biblisheim über Hölschloch bis Pechelbronn erwiesen.

Die Öllager der unteren bituminösen Zone, der versteinungsreichen Zone und der Basalschichten der oberen bituminösen Zone erstrecken sich dagegen fast über das ganze Gebiet, von Uhlweiler, Ohlungen, Wintershausen bis nach Lobsann hin. Ihre Hauptverbreitung liegt im zentralen Teile des Gebietes bei Dürrenbach, Pechelbronn, Oberstritten, Hölschloch.

Bemerkenswert sind die Öllager innerhalb der Pechelbronner Süßwasserfazies im Pechelbronner Hauptfelde, welches das Gebiet von Gunstett-Ost, Biblisheim, durch den Niederwald und die Kreuzhecke bis nach Merkweiler-Pechelbronn umfaßt. Hier schließen sich die vier produktiven Öllager hauptsächlich dem westlichen Oszillationsrande der Pechelbronner Süßwasserfazies an. Das oberste Lager enthält Schweröl, die übrigen Leichtöl. Von diesen war im vorigen Jahrhundert das Schweröllager durch Bergbau erschlossen, aus welchem DAUBRÉES Beobachtungen über die Natur der Lagerstätte stammen. Der jetzt im Pechelbronner Hauptfelde im obersten Leichtöllager, einem der Haupthorizonte, umgehende Bergbau ist daher für die Geologie besonders zu begrüßen, da er eine Nachprüfung der DAUBRÉE'schen Angaben ermöglicht.

DAUBRÉE sprach sich seinerzeit dahin aus, daß die bituminösen Sande flach gelagerte Massen parallel der Schichtung bilden, deren Längserstreckung die Breite bedeutend überwiegt, und deren Mächtigkeit zwischen 0,8—2 m wechselt und selten auf 4 m anschwillt. Ausdrücklich erklärte er, daß die Mächtigkeit nach den Rändern zu abnimmt, so daß der Querschnitt ein linsenförmiger ist. Daher bezeichnete er diese Einlagerungen mit dem Ausdruck „amas stratiformes“, wodurch er im Gegensatz zu dem Ausdruck „couche = Schicht“ das Charakteristische sowohl der Einlagerung als auch der geringeren seitlichen Ausdehnung als „Ader“ zum Ausdruck brachte. HÖFER bezeichnet sie als Schläuche.

Hervorzuheben ist ferner DAUBRÉES Feststellung, daß dünne Braunkohlenflözchen mit den bituminösen Sanden wechsellagern und mitunter in einem Dezimeter Ölsand zehn solcher Flözchen zu erkennen sind, ferner, daß diese sich häufig an der Grenze der Bitumensande und der ölfreien, sie umgebenden Mergel finden und daß sie „dem Bergmanne das Auskeilen der ölführenden Schichten ankünden“.

Diese seine Angaben, die auch von VAN WERVEKE aufgenommen wurden, haben sich durch den Bergbau des Schachtes Nöllenburg bestätigt, nachdem ich mich schon früher von der Richtigkeit der Angaben bezüglich Lignitführung einzelner

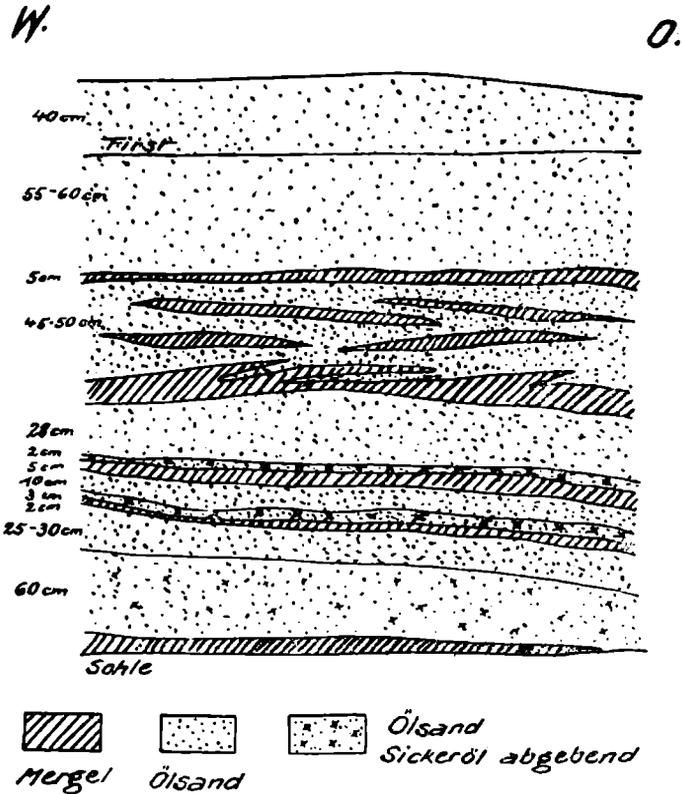


Fig. 2. Vor Ort der Nordstrecke im Schacht I.
17 m von Schachtmitte. Höhe und Länge 1 : 40.

Schichtchen sowie Auflösung dünner Ölflozchen in mehrere dünne Schnüre im Lobsanner Asphaltbergwerke überzeugen konnte.

Der Ölbergbau zeigt, daß das Lager nicht aus einer einzelnen Schicht besteht, sondern daß es sich aus mehreren,

sandigen Teillagern zusammensetzt mit vielfach sich durchziehenden Vertaubungen durch an- und abschwellende Mittel in Form grüner Mergel, daß also die linsenförmige Einlagerung der Ölsande im ganzen nur ein Abbild im großen darstellt als Summe vieler linsenförmiger, sandiger Teillager, indem der Sand in sandigen Mergel, dieser schließlich in Mergel besonders an den Flanken, aber auch im Lager selbst, übergeht.

Hieraus geht also unzweifelhaft hervor, daß die ölführenden Sande ursprünglich gegen ihre Umgebung abgegrenzte Bildungen sind und daß die linsenhaften Anhäufungen, die z. B. das durchschnittlich mit 2,5 m entwickelte Schachtlager bisweilen zu 4—5 m Mächtigkeit anschwellen lassen, Verschmelzungen einzelner Schichtenpakete zu einem größeren Ganzen darstellen vermöge ihres petrographischen Habitus, nämlich durch den Sandgehalt oder ausschließlich durch Sand selbst.

Die Ölsande selbst sind reine Flußsande von mittlerem Korn, vielfach mit diskordanter Kreuzschichtung. Mehrfach wurde in ihnen das Vorkommen vom Ufer losgerissener und eingeschwemmter Mergelblöcke, bis über Kopfgröße erreichend, beobachtet.

Aber ebenso wie die Sande anschwellen, nehmen an anderen Stellen die einzelnen Mergelmittel an Mächtigkeit zu, verdichten sich und führen zu vollkommener Vertaubung des Lagers, indem sich dann bisweilen nach dem Hangenden oder nach dem Liegenden zu neue, kleinere, sandige Teillager ab-schären.

Da nun sowohl die umgebenden Mergel Süßwassermergel, andererseits die Sande Flußsande sind, so ist nur der Schluß möglich, daß die Stellen der Sandablagerungen das Produkt ehemaliger stärkerer Strömungskraft und Strömungsgeschwindigkeit sind, daß also das Ineinandergreifen von Sanden und

Mergeln bzw. die abstoßende und auskeilende Lagerung der Sande sowie der Übergang zu sandigen Mergeln auf Strömungsverlagerungen innerhalb des flachen, vielleicht zeitweilig trockengelegenen Beckens zurückzuführen ist, indem sich also in nächster Nähe eine zweite, dritte usw. Sandanhäufung gebildet hat, deren Niveau nicht unbedingt dasselbe zu sein braucht, da ja gleichzeitig mit Ablagerung der Flußsande eine allmähliche, allgemeine Auffüllung des Süßwasserbeckens Hand in Hand ging. Hiermit stimmt auch die Beobachtung der im allgemeinen die Breite überwiegenden Längenerstreckung der Sandeinlagerungen überein.

In bezug auf die Tektonik ist das Auftreten der Öllager insofern wesentlich, als unser Gebiet ein typisches Schollengebiet ist, daß also Antiklinal- und Synklinalverhältnisse der Faltungsgebiete fehlen, und doch kommen die hiesigen Verhältnisse der Ölführung auf das Wesen der Faltungsgebiete insofern hinaus, als das Öl entsprechend dem Auftreten in Antiklinalen in den Schichtenköpfen der durch widersinnige Verwerfungen herausgehobenen Schollen oder in den schwebenden Teilen derselben auftritt und insofern eine gewisse mittelbare Abhängigkeit von der Tektonik zeigt, sich anlehnend an den von der Tektonik abhängigen Wasserverlauf der Schichten.

Zugleich hat die Erfahrung ergeben, daß die Senkungsgebiete wie z. B. der Biblisheimer Graben, abgesehen von geringen Ölspuren, wie sie sich fast überall finden, keine Öllager führen, obwohl auch hier die Verbindungen durch Vorhandensein von Sanden gegeben sind. Demzufolge würden also im allgemeinen die gehobenen Gebietsteile den Antiklinalen, Versenkungen den Synklinalen der Faltungsgebiete entsprechen. Die Ölführung der in sich zersplitterten Horstscholle von Gunstett-Biblisheim-Merkweiler mit seiner starken

Ölführung und ebenso die analogen Verhältnisse der herausgehobenen Glaswinkler Scholle im Hagenauer Forste, die sich im Norden spitzwinklig bei der Walburger Wiese am Ebersbache schließt, bestätigen dies.

Die im Erdölgebiet auftretenden und vielfach mit dem Öle zusammen vorkommenden Wässer sind Salzwässer, deren Chlornatriumgehalt nach mehrfachen Analysen durchschnitt-

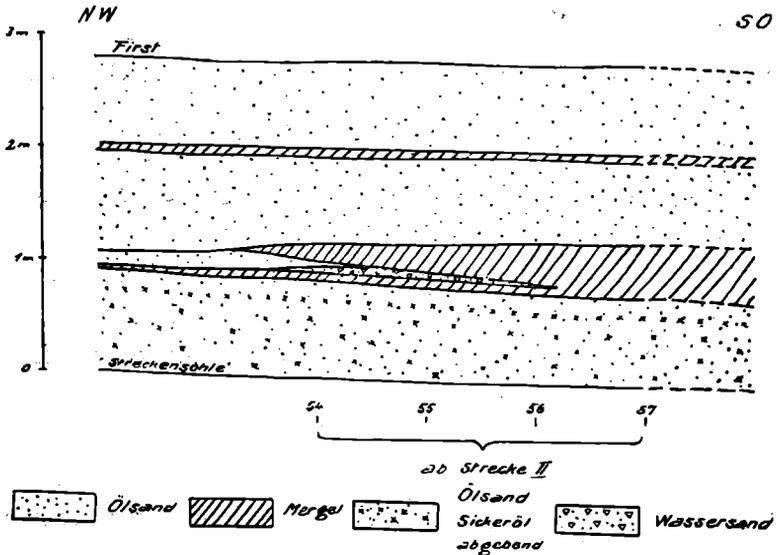


Fig. 3. Geologisches Profil auf Strecke IIa des Schachtes I.

lich 6—8% beträgt. Sie hängen mit der Entsalzung von ursprünglich in den tertiären Mergeln enthaltenen Salzresten zusammen und bilden in den einzelnen Gebieten Grundwasserhorizonte, wie z. B. ein solcher ausgedehnter Horizont im Pechelbronner Hauptfelde bei 90—110 m Tiefe festgestellt ist. Im übrigen wurde Auftreten von Salzwasser unmittelbar über oder unter den Öllagern, wie z. B. bei Hölschloch, Lobsann, Kutzenhausen u. a. O., festgestellt, abgesehen von den Ansammlungen von Wässern im tiefsten Teile einer Öl-

lagerstätte, welche, da die Schichten hier nur flach einfallen, weniger in einer Folge des Unterschiedes der spezifischen Gewichte von Öl und Wasser, als vielmehr in einem solchen der geringeren Adhäsion des Wassers beruhen.

Einen Beweis hierfür ergibt einmal die Feststellung des Auftretens geringer Wässer in den muldenartigen Vertiefungen der Ölsandlager, in sogenannten Taschen des in Ausbeutung stehenden Schachtlagers, als auch andererseits die Beobachtung des Vorhandenseins größerer Wasserklumpen in den Schweröllagern, in denen das Wasser durch die Zähflüssigkeit des Öles zurückgehalten und eine allgemeine Trennung von Öl und Wasser verringert bzw. verhindert wird.

Bezüglich der Druckverhältnisse spielt der hydrostatische Druck des Öles nur eine untergeordnete Rolle, da die Schichten nur schwach geneigt sind, andererseits der Breitenausstrich der Lager meist nur ein geringer ist. Wichtiger dagegen ist der eigene Gasdruck des Öles, der sich beim Anbohren eines Lagers insofern bemerkbar macht, als die im Öle absorbierten Gase sich ausdehnen und namentlich bei Anbohrung eines unverritzten Lagers zu stärkeren Ausbrüchen führen und Ölspringer erzeugen. Daß die eruptierende Wirkung zum größten Teile auf Entspannung des eigenen Gasdruckes beruht, beweist die Abnahme der Ölspringer infolge der langjährigen Bohrtätigkeit, wodurch eine erhebliche Entgasung des Ölgebietes erfolgt ist. Heute gehören Ölspringer in Pechelbronn zu den Seltenheiten.

Aber auch durch den hydrostatischen Druck artesisch gespannten Wassers können Eruptionen von Öl erzeugt werden. Solche Fälle wurden im besonderen in dem Gebiete östlich des Oberstritten-Hölschloch-Merkweiler Bruches beobachtet.

Die hier den tiefsten Teil der Lagerstätte bildenden Wässer üben einen starken Druck auf das Öl aus, wodurch dieses

innerhalb der Lagerstätte nach dem Schwebenden zu zusammengedrückt wird. Solche Stellen ergeben beim Anbohren zunächst ein starkes, freies Ausfließen des Öles, wobei Produktionen bis zu 40 Kubikmeter Tagesleistung öfter beobachtet wurden, lassen aber bald nach und verwässern schließlich. Bisweilen pumpen derartige Löcher abwechselnd Öl und Wasser je nach Regulierung des Wasserdruckes durch die Druckwirkungen des Öles.

Die spezifischen Gewichtsverhältnisse der Öle bezüglich der stratigraphischen Gliederung der Lager sind ganz verschieden. Die durch zahlreiche Analysen festgestellten spezifischen Gewichte der trockenen Rohöle ergeben keineswegs eine allgemeingültige Zunahme nach der Tiefe zu, wie nach einer von Herrn DE CHAMBRIER aufgestellten, im „Erdöl“ von HÖFER (8) Abschnitt Elsaß sich findenden Gruppenübersicht zu erwarten wäre. Vielmehr bezieht diese sich nur auf einen kleinen Teil des zentralen Gebietes ohne Berücksichtigung der Außenreviere. Sie schließen sich etwa den in der beifolgenden Übersichtstabelle der spezifischen Gewichte der einzelnen Öllager unter der Spalte „Preuschkdorf“ zusammengefaßten Öllagern an, welche die Öle der Kreuzhecke und des Kinderlochgrabens bis in die Gegend von Preuschkdorf enthalten.

Eine Abhängigkeit der Beschaffenheit der Öle von der Höhenlage der Schicht innerhalb der ganzen Schichtenfolge, wie VAN WERVEKE im „HÖFER“ angibt, mag zugegeben werden, ist sicher wohl auch der Fall und wird in einem ungestörten Gebiete sich auch erweisen lassen, namentlich in Gegenden, in denen die Öllager sich in größeren Tiefen finden, wo der allgemeine Gebirgsdruck bezüglich Dichteabschlusses der ausschlaggebende Faktor ist. Im unterelsässischen Erdölgebiet jedoch spielen Entgasungen der Öllager, die in erster Linie

Übersichtstabelle
der spezifischen Gewichte der einzelnen Öllager.

Zone	Uhlweiler	Wintershausen	Schweighausen	Glaswinkel	Gunstett	Dürrenbach	Preuchdorf	Lobsann	Pechelbrunn	Kutzenhausen	Sulz	Hölschloch	Biblisheim	Oberstritten	Oberkutzenhausen
Melettaschichten			871												
Foraminiferenmergel															
Gips und limnische Zone		867,3	863,4; 871,9												
Steinsalzanhydritmergelzone			897,5		879,9; 885,4		873,6-880		952-965 875-880						942-968
Obere bituminöse Zone			883,4; 897,7	866,2- 870,5			885-886					882,5	889	873,9- 882,2	
Versteinerungsreiche Zone		873,3	852-863			885,5		940,5- 948,6	924-939,5 879-889,7	948,3- 953,2 904,5	947-954			880	
Untere bituminöse Zone	870-885			904	879,6- 897,3 883-889,9	888 885	889,7	898,5 894,9	881,5- 888,8 888-892			892-898,8 886-889	879,6 882 880,5	866 859,5-873 878	
Rote Leitschicht															
Grüne und schwarze Mergel									883-884			880-887	888		

durch nachträgliche Gebirgsstörungen bedingt werden, eine Rolle, obwohl die Brüche, wie die Schachtaufschlüsse erst wieder erwiesen haben, im allgemeinen sperren. Schwerö-lager finden sich hier sowohl in oberen Teufen wie bei Oberkutzenhausen, Pechelbronn, Sulz und in dem Gebiete an der Straße Merkweiler—Hölschloch bei 70—100 m, als auch in größeren Tiefen (300—400 m) bei Lobsann und Kutzenhausen.

Daß das Vorhandensein von Schweröl in größeren Tiefen auf Entgasung zurückzuführen ist, beweist das Vorhandensein größerer Gaslager in den die Schweröllager von Kutzenhausen überlagernden Schichten, die in den einzelnen Bohrungen in verschiedensten Teufen angetroffen wurden. Die Entgasung des Öles ist hier durch einen die Schichten durchsetzenden Bruch erfolgt, der die Gase in den verschiedensten Schicht-horizonten sich stauen läßt. Die Gase bestehen überwiegend aus Methan, aber auch aus anderen leichten Kohlenwasser-stoffen, Benzinen, welche sich durch Absorption bzw. Kon-densation nachweisen lassen.

Zu bemerken ist ferner, daß das Auftreten der Schweröl-lager in den oberen Teufen im Pechelbronner Zentralteile mit dem bereits erwähnten Hauptgrundwasserhorizonte zusammen-fällt, so daß hier andererseits auch mit der Möglichkeit einer teilweisen Entgasung durch die ausgedehnte Wasserzirkulation zu rechnen ist. Vielleicht deutet die vielfach mit An-bohrung dieses Grundwasserhorizontes beobachtete Gasführung darauf hin.

Der für das spezifische Gewicht des Öles bestimmende Dichteabschluß ist andererseits auch von dem Porenvolumen, welches eine Funktion der Korngröße der Sande und der gegenseitigen Lagerung der einzelnen Sandkörner ist, abhängig, basiert also zum Teil auf der Beschaffenheit der Lagerstätte

selbst. Hierauf weist der Befund der in der versteinungsreichen Zone am Bocksberge bei Schweighausen auftretenden Leichtöle hin mit einem spezifischen Gewichte von 0,852—0,863, während die in den höheren Niveaus der Umgebung auftretenden Leichtöle ein solches bis 0,8977 zeigen. Die dortigen Sandeinlagerungen besitzen ein bedeutend feineres Korn als die z. B. in der Pechelbronner Süßwasserfazies auftretenden Ölsande. Es deckt sich dies mit dem Befunde des Öles in den Melettaschichten von Schweighausen. Auch hier sind es Sande von äußerst feinem Korn. Das spezifische Gewicht dieses Öles beträgt 0,871. Diese Lagerstätte ist identisch mit der des ehemaligen Schwabweiler Ölbergbaus. Auch hier soll das Öl ein sehr leichtes, benzinreiches gewesen sein. Leider sind darüber keine Analysen vorhanden.

Was nun im übrigen die Öllager anbetrifft, so ist nach den vorliegenden Ergebnissen und Erfahrungen an dem Charakter der primären Öllagerstätte, wie sie von VAN WERVEKE (10) betont wird, nicht mehr zu zweifeln; primär nicht nur in dem Sinne, als das Oligocän selbst die Formation der Entstehung des Öles ist, sondern auch daß die heutige Lagerstätte zugleich die Stätte der Polymerisationsvorgänge bei der Ölbildung selbst ist. Folgende Gründe unter vielen anderen weisen jedenfalls daraufhin.

Zunächst ist erst jetzt wieder durch die Bergwerksaufschlüsse bewiesen, daß die Sande, die das Öl enthalten, als Einlagerungen ursprünglich gegen ihre Umgebung abgegrenzte Bildungen sind. Aus der Tiefe kann das Öl nicht in sie hinaufgewandert sein, da einmal die nachgewiesenen Bruchlinien keine klaffenden Spalten darstellen, sondern völlige Sperrung in dem durchaus tonig-mergeligen Gebirge erzielen. Ich könnte dies sowohl in situ an einer im Schachte Nöllenburg auf Strecke IIa durchörterten Störung als auch in gleicher

Weise im Jahre 1913 bereits im Lobsanner Asphaltbergwerke feststellen. Interessant hierfür ist ebenso das im Schachtbetriebe des öfteren zu beobachtende Auftreten von Sprüngen nach Art von Trockenrissen, die selbst im Öllager Sperrungen erkennen lassen; wie sich aus der verschiedenen Höhe des Ölflüssigkeitsniveaus links und rechts solcher Sprünge ergibt.

Eine einzige Ausnahme zeigt das erwähnte Schwerölvorkommen von Kutzenhausen, wo durch nachträgliche Gebirgszertrümmerung ein Hinüberziehen von Öl aus dem primären Lager in die angrenzende, abgesunkene Scholle, zugleich unter Entgasung der leichten Bestandteile, stattgefunden hat. Dieser Einzelfall hat mich lange zögern lassen, eine endgültige Stellungnahme für oder gegen die primäre Lagerung einzunehmen. Jedoch brachte mich die fortschreitende Bohrtätigkeit, deren geologische Untersuchung und die praktischen Erfahrungen über den hydrostatischen Druck des Wassers zu der Überzeugung, daß es sich bei Kutzenhausen nur um einen Sonderfall handeln konnte, indem hier durch die unter starkem Druck stehenden Wässer eine Hineinpressung von Öl in eine durch nachträgliche Störungen zufällig angrenzende poröse Gesteinsschicht bedingt wurde.

Die im übrigen durchgängigen Lagerungsverhältnisse erläutert ferner der Nachweis, daß die unter dem unmittelbar unter der roten Leitschicht auftretenden tiefsten produktiven Öllager befindlichen Schichten keine für größere Ölführung geeignete Sande führen, sondern nur feste Sandsteine, sandige dolomitische Mergel und sandige Kalke, die wohl zur Bildung von Ölspuren, niemals aber zu solcher produktiver Öllager ausreichen. (Vgl. Sulzer Kernbohrung 1350 (11).)

So sind denn auch die im Jura (Murchisoniensandstein und Jurensisschichten) durch die Tiefbohrungen bekannt gewordenen Ölspuren ebenso primär wie die über der roten

Leitschicht im Oligocän auftretenden Öllager. Die geringe Porosität des festen Murchisoniensandsteins und des sandigen Kalkes der Jurensisschichten sind weder zur Bildung noch zur Abgabe größerer Ölmengen befähigt. Dieser Grund, der eine Herkunft der oligocänen Öllager aus dem Jura ausschließt, hat seinerzeit wohl auch TZSCHACHMANN (16) veranlaßt, den Ursprung des Öles in weitere unbekannte Tiefen hinabzuverlegen, um an der Theorie durchgehender sekundärer Art der Öllagerstätten festhalten zu können.

Die primäre Natur der oligocänen Öllagerstätten läßt nun die weitere Frage nach der Entstehung des Öles auftauchen. VAN WERVEKE (11) hat diesbezüglich dargelegt, daß das Öl an dem Wechsel von Süßwasser und marinen Schichten gebunden sei. Die Richtigkeit hierfür ergibt sich aus den geschilderten Untersuchungen über die Ausbildung der oligocänen Schichtenfolge sowie aus der Feststellung über die räumliche und örtliche Verbreitung der Öllagerstätten innerhalb der einzelnen Zonen, besonders aus der starken Ölführung im Hauptfelde zwischen Dürrenbach und Pechelbronn in Anlehnung an den westlichen Oszillationsrand des Überganges der Pechelbronner Süßwasserfazies zur marinen Ausbildung des Normalprofils.

Aber nicht allein dieser Faktor ist für die Ölbildung ausschlaggebend, sondern ein weiteres Moment tritt hinzu durch das Vorhandensein von Salzwasser. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß stets Öl und Salzwasser zusammen vorkommen. Auf das Vorhandensein des letzteren in unserem Gebiete war bereits hingewiesen worden. Die Gegenwart des Salzwassers als eine nicht zufällige, sondern als wesentlich für die Bildung von Öl, also der Nachweis der wesentlichen Bedeutung und infolgedessen der ursächliche Zusammenhang zwischen Salzwasser und Ölbildung, wird hier

bewiesen durch das Auftreten von Ölspuren in den erwähnten Juraschichten des Pechelbronner Gebietes, während solche in den anstehenden gleichaltrigen Schichten im Zaberner Bruchfelde, also westlich des Rheintalgrabens, fehlen. Der wesentliche Unterschied beruht eben lediglich in dem Fehlen der Salzwässer im Zaberner Bruchfelde durch Fehlen der überdeckenden oligocänen Schichten, in welchen durch Entlaugung des ursprünglichen Salzgehaltes die Salzwasserführung zustande kommt.

Der Vergleich der Ölspurenvorkommen in den jurassischen Schichten unseres Gebietes mit den Öllagern der Oligocän-schichten zeigt, daß das Gemeinsame und Wesentliche beider Schichten für die Ölbildung das Vorhandensein organischer, an das Gestein gebundener Substanzen ist, in den jurassischen Schichten äußerlich kenntlich an der beträchtlichen Fossilführung, in den oligocänen, verhältnismäßig fossilarmen Schichten jedoch bedingt durch das Absterben und die Anreicherung mikroskopisch kleiner Lebewesen, des marinen als auch des Süßwasserplanktons, welche eine notwendige Folge sein mußte durch den ständigen Wechsel der Lebensbedingungen, veranlaßt durch das intensive Ineinandergreifen der marinen und süßen Wässer. (Faulschwammgesteine POTONIÉS.)

Die Entstehung der Öllager im Unterelsaß hängt demnach zusammen mit der Entlaugung von Salzen und Einwirkung der Salzlauge auf die ursprünglich bei der Sedimentation der Schichten eingebetteten organischen Reste einerseits bei Gegenwart sandiger Schichten, da nur in solchen infolge Vorhandenseins von Porenvolumen eine Polymerisation der bei der Umsetzung sich bildenden Kohlenwasserstoffe vor sich gehen kann, andererseits bei Vorhandensein eines Wechsels von durchlässigen und undurchlässigen Schichten, durch welchen erst die weiteren physikalischen

Vorbedingungen für die Verdichtungs- und Polymerisationsvorgänge geschaffen werden.

Das Auftreten von Ölspuren in den jurassischen Schichten unseres Gebietes, denen ja eigene Salze fehlen, beweist ferner, daß die Ölbildung bzw. die Umsetzung der organischen Reste zu Kohlenwasserstoffen nicht auf einer bei der Entlaugung der Salze bedingten Aufhebung der auf die organischen Reste konservierend wirkenden Kraft der Salze beruht, worauf der Befund, soweit es das Oligocän betrifft, schließen lassen könnte. Vielmehr muß auf eine direkte Einwirkung der entstehenden Salzwässer auf die organischen Substanzen allgemein geschlossen werden, also auf chemische Prozesse, die in erster Linie in der Diffusion der Salze und demnach in dem Verhalten ihrer Ionen begründet sein würden.

Bei der Bildung des Öls selbst scheinen aber neben den durch die Entsalzung der Schichten bedingten Diffusionswirkungen der Salzwässer auch die Okklusionsvorgänge der Gase bei der Umsetzung der organischen Reste eine wesentlich Bedeutung zu spielen, durch welche eine Anreicherung der deszendenden, polymerisationsfähigen Kohlenwasserstoffe in den porösen Gesteinsschichten ermöglicht werden kann. Daß jedenfalls die Verdichtung und Polymerisation der Kohlenwasserstoffe zu Öl in den Sanden, den Trägern des Öles, selbst vor sich gegangen ist, beweist neben dem ganzen geologischen Verstande auch das völlige Fehlen von Öl in den die Lager umgebenden sterilen Mergeln als auch das Fehlen von Spuren, die auf Auslaugung der Mergel hindeuten könnten, während im übrigen doch Pyritisierung auf Okklusionsvorgänge, in diesem Falle auf solche von bei der Umsetzung entstehenden Schwefelwasserstoffgasen hinweist.

Diese Verhältnisse weiter zu verfolgen muß jedoch in erster Linie dem Chemiker und Physiker überlassen bleiben,

Nur soviel scheint aus der geologischen Beobachtung der Ölmengen unseres Gebietes im Vergleich zu den räumlichen Ausdehnungen der Öllager hervorzugehen, daß bei Verdichtung der leichten Kohlenwasserstoffe zu Öl bzw. bei der folgenden Polymerisation derselben die bei der Umsetzung der organischen Reste entstehenden, deszenderten Stoffe bzw. die Art ihres Ausbildungsproduktes abhängig sind von der Menge der umsetzungsfähigen Substanz und daß diese somit in Beziehung stehen zu der Ausdehnung und Mächtigkeit der die Träger bildenden porösen Schichten, oder mit anderen Worten, daß die Art des deszenderten Umwandlungsproduktes in erster Linie die Resultante darstellt aus der Menge der deszendenzfähigen Masse im Verhältnis zur Größe des Porenvolumens, welche sich aus der Ausdehnung und Mächtigkeit der porösen Lagerstätte ergibt.

Vielleicht hängt hiermit das Vorhandensein größerer Gaslager am Büchelberge im Bienwalde ohne Ölführung zusammen, da dort sandige Schichten bedeutend stärker als im Pechelbronner Gebiete entwickelt sind, andererseits es eine bekannte Erscheinung ist, daß wohl Erdgase ohne Öl, niemals aber Öle ohne Erdgase auftreten.

Sulz u. Wald, März 1918.

Zone	Uhl-weiler	Wintershausen	Schwabhausen	Glaßwinkel	Schwabweiler	Gumstett	Dürrenbach	Preusdorf	Lobsann	Pechelbronn	Kutzenhausen	Sulz Wald	Surburg	Hörschloch	Biblisheim	Oberstritten
Metella-schichten		XXXXXX	OOOOO		OOOOO											
Foraminiferenmergel																
Gips- u. Lössische Zone		OOOOO	OOOOO					XXXXXX XXXXXX	OOOOO	XXXXXX XXXXXX		XXXXXXXX	XXXXXXXX			
Steinsalz-anhydritmergelz		XXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX						OOOOO						
Obere Bituminöse Zone		XXXXXX								XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX				
Versteinerungsreiche Zone		XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX				OOOOO		OOOOO	XXXXXX	OOOOO		XXXXXX		OOOOO
Untere Bituminöse Zone	OOOOO			OOOOO	XXXXXX			OOOOO	OOOOO	OOOOO				OOOOO	OOOOO	OOOOO
Rote Leitschicht					XXXXXX	OOOOO	OOOOO									
Uhl. Oligocäne Grüne u. Schwarze Mergel.					XXXXXX	XXXXXX	OOOOO					XXXXXX	XXXXXX		OOOOO	
Dogger										OOOOO			XXXXXX			

OOOOO Leichtöllager
 OOOO Schweröllag.
 XXXXXXXX Öls Spuren
 Asphalt
 XXXXXX Pechelbronner Süßwasserfacies

Fig. 4. Verbreitung der Öllager im Unter-Elsäß.

Literatur.

1. G. CUVIER: Recherches sur les ossements fossiles (Lophiodon von Buchweiler). 1822.
2. M. A. DAUBREE: Description géologique et minéralogique du Département du Bas-Rhin. Straßbourg 1854.
3. A. ANDREAE: Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs: Die älteren Tertiärschichten im Elsaß. Straßburg 1883.
4. A. ANDREAE: Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Abhandlung zur Geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. Bd. II, Heft 3. Straßburg 1884. III. Teil: Das Oligocän im Elsaß.
5. L. VAN WERVEKE: Ausflug nach Buchweiler im Unterelsaß. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch., Bd. 44; 1892. Berlin.
6. L. VAN WERVEKE: Schichtenfolge in den Tiefbohrungen von Obersittlen und Oberkutzenhausen. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen. Bd. VI, Heft 1. Straßburg 1907.
7. P. KESSLER: Die tertiären Küstenkonglomerate in der Mittelrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. VII, Heft 2. Straßburg 1909.
8. ENGLER-HÖFER: Das Erdöl; Leipzig 1909. Bd. II, S. 209 ff.: „Elsaß“, bearbeitet von Bergrat Dr. L. VAN WERVEKE in Straßburg i. E.
9. B. FÖSTER: Ergebnisse der Untersuchung von Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen, zur Aufsuchung von Steinsalz und Kalisalzen ausgeführten Tiefbohrungen im Tertiär des Oberelsaß. Mitteilg. der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. VII, Heft 4. Straßburg 1911.
10. L. VAN WERVEKE: Einige Ergebnisse der Untersuchung der Kerne aus Tiefbohrungen in Lothringen und im Unterelsaß. Bitumenführende Jurensisschichten aus dem Untergrund des Tertiärs. Mitteilg. der Philomath. Gesellsch. in Elsaß-Lothringen, Bd. IV; 1911. Straßburg.
11. L. VAN WERVEKE: Die Entstehung der unterelsässischen Erdöllager, erläutert an der Schichtenfolge im Oligocän. Mitteilg. der Philomath. Gesellsch. in Elsaß-Lothringen, Bd. IV, Heft 5. 20. Jahrgang; 1912. Straßburg.

12. W. WAGNER: Vergleich der jüngeren Tertiärablagerungen des Kalisalzgebietes im Oberelsaß mit denen des Mainzer Beckens. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. VIII, Heft 2. Straßburg 1913.
13. L. VAN WERVEKE: Bitumenvorkommen in mesozoischen Schichten des Rheintals. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothr. 1913. (Bd. VIII.)
14. R. GORGEY: Minerale tertiärer Kalisalzlagerstätten. TSCHERMAKS Mineralog. und petrograph. Mitteilg., Bd. XXIX, Heft 6.
15. L. VAN WERVEKE: Übersicht über den geologischen Bau und die geologische Entwicklung des Reichslandes Elsaß-Lothringen und des Großherzogtums Baden. Straßburg 1913.
16. W. TZSCHACHMANN: Die Asphalt- und Erdöllagerstätten im Unterelsaß. Zeitschr. „Petroleum“, IX. Jahrgang, Heft 12. Berlin 1914.
17. E. HOEHNE: Über die geologische Stellung der Blättersandsteine von Schwabweiler im Unterelsaß und ihre Beziehungen zum Septarien-tone. Mitteilung der Geologischen Landesanstalt von Elsaß-Lothr., Bd. IX, Heft 3. Straßburg 1916.
18. L. VAN WERVEKE: Profile durch den mittleren Muschelkalk aus Bohrungen im nordöstlichen Frankreich, in Luxemburg, Lothringen und dem Rheintal. Vergleich mit der Entwicklung in Württemberg. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. X, Heft 3. Straßburg 1917.
19. A. HERRMANN: Vierter Beitrag zur Kenntnis des Vorkommens von Foraminiferen im Tertiär des Unterelsaß. Mitteilg. der Geolog. Landesanstalt von Elsaß-Lothringen, Bd. X, Heft 3. Straßburg 1917.



im Unterelsässischen Erdölgebiet

von Dr. Hæhne.

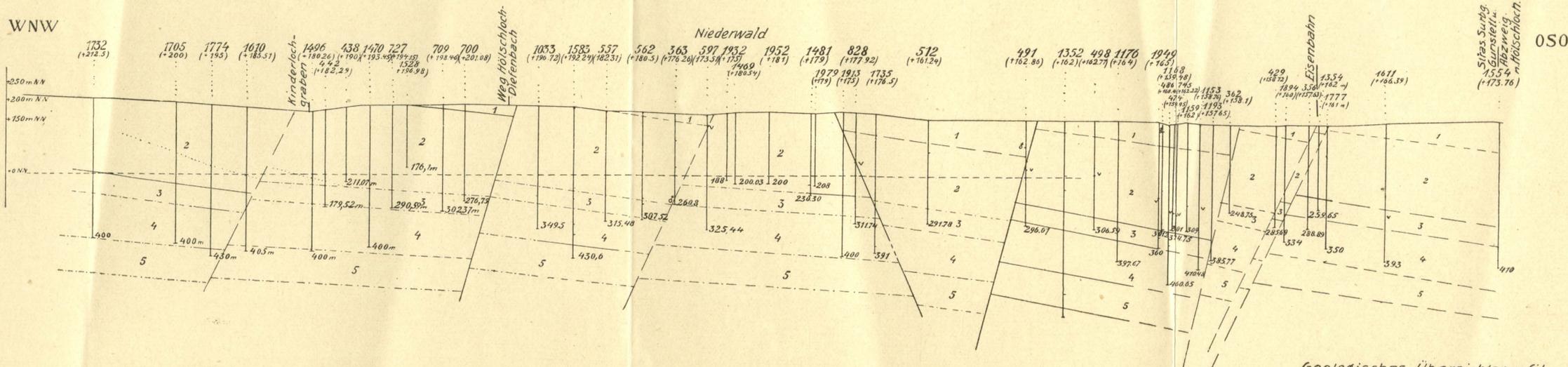
Zone	Uhlweiler	Wintershausen	Schweighausen	Glaswinkel	Schwabweiler	Gunstett	Diefenbach	Preuschdorf	Lobsann	Pechelbronn	Kutzenhausen	Sulz u. Wald	Surburg	Hölschloch	Biblisheim	Oberstritten
Melettaschichten	—	+	+	+	+	+	—	—	+	—	—	—	—	+	+	+
Foraminiferenmergel	—	} Oszillation	} Oszillation	} Oszillation	} Oszillation	Westen Osten	—	—	+	—	—	+	—	?	+	?
Gips- und Limnische Zone	— Küstenkonglomerate						+	+	+	+	Küstenkonglomerate	Küstenkonglomerate	Küstenkonglomerate	} Pechelbronner Süfwasserschichten unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	} Pechelbronner Süfwasserschichten	} Pechelbronner Süfwasserschichten
Steinsalzanhydritmergelzone	+	+	+	+	+	Pechelbronner Süfwasserschichten unter Einfluß von Küstenkonglomerat und Gipszone	Pechelbronner Süfwasserschichten unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	Pechelbronner Süfwasserschichten unter Einfluß von Brackwasser								
Obere bituminöse Zone	+	+	} Binnenmeer	} z. T. Binnenmeer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Versteinerungsreiche Zone	+	+			+	+	+	+	Geringer Einfluß von Küstenkonglomerat im oberen Teile	Geringer Einfluß von Küstenkonglomerat im oberen Teile	Unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	Unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	Unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	Unter Einfluß von Küstenkonglomeraten	+	+
Untere bituminöse Zone	+	+	+	+	+	+	Erheblicher Einfluß von Binnenmeer	Unter Einfluß von Binnenmeer und Küstenkonglomerat	Unter Einfluß der Versteinerungsreich. Zone im oberen Teile	Unter Einfluß der Versteinerungsreich. Zone	+	+	+	+	+	+
Rote Leitschicht	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dolomitmergelzone					+					+		+	+		+	+
Anhydritmergelzone												+	+		+	+

+ Zone in allgemein normaler Fazies vorhanden.

— Schichten fehlen infolge Erosion.

? Schichten als selbständige Zone noch nicht erwiesen.

Profil a.

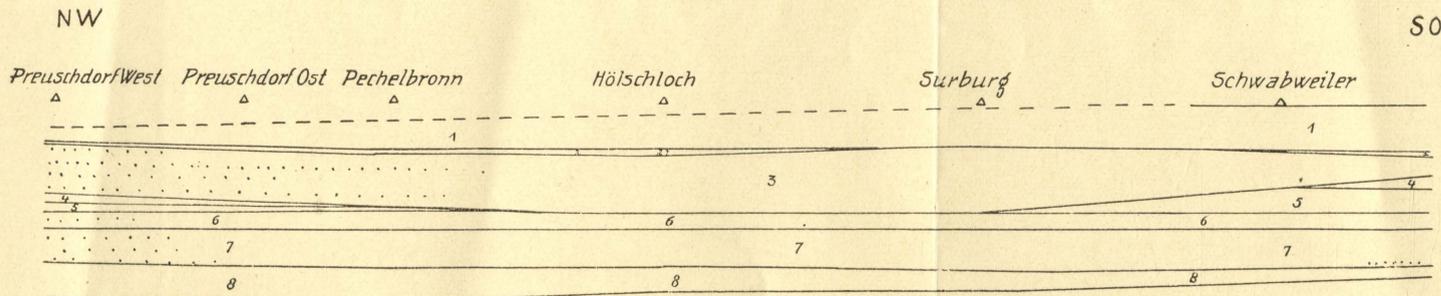


1 Marines Mitteloligocän (Melettaschichten einschl. Foraminiferenmergel & Fischeschiefer) 2 Bunte Mergel u. Versteinerungsreicher Zone¹⁾ im wesentlichen Pechelbronner Süßwasserfacies. 3 Versteinerungsreiche Zone. 4 Unt. Bituminöse Zone. 5 Rote Leitschicht.

¹⁾ Die vermutliche Grenze zwischen Pechelbronner Süßwasserfacies u. Oscillationsmergel/Plin/Gips Limnische Zone, Steinsalz u. obere bituminöse Zone) ist durch die punktierte Linie dargestellt.

Geologisches Übersichtsprofil durch das Pechelbronner Erdölgebiet. von Dr. Hoehne.

Profil b.



1 Melettaschichten. 2 Foraminiferenmergel incl. Fischeschiefer 3 Pechelbronner Süßwasserfacies. 4 Steinsalzanhydritmergelzone. 5 Ob. Bitumin. Zone. 6 Versteinerungsreiche Zone. 7 Unt. Bitumin. Zone. 8 Rote Leitschicht. Küstenkonglomerate.

Profil a. Geologisches Übersichtsprofil durch das Pechelbronner Erdölgebiet.

Profil b. Profil der Bodenschwankungen im Erdölgebiet des Unterelsaß.