

1/2 Kurzm

Abhandlungen  
der Geologischen Landesuntersuchung  
am Bayerischen Oberbergamt  
H e f t 26

---

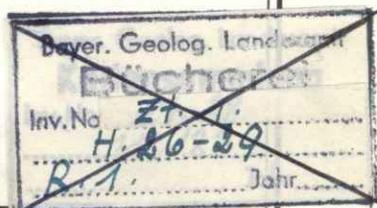
Die Monotis-Bank in den Posidonien-  
Schiefern, besonders Frankens

Von  
Friedrich Birzer  
Mit 2 Abbildungen

---

Zur Geologie der Ehrenbürg (Walberla)  
bei Forchheim

Von  
Otto Joos  
Mit 1 geologischen Karte 1:10000



---

Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt  
München 1936

# Die *Monotis*-Bank in den Posidonien-Schiefeln, besonders Frankens

Von

Friedrich Birzer

---

## Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung . . . . .	4
A. Die Verbreitung der <i>Monotis</i> -Bank . . . . .	5—12
1) Die <i>Monotis</i> -Bank in der nördlichen Frankenalb . . . . .	5—8
2) Die <i>Monotis</i> -Bank in der südlichen Frankenalb . . . . .	8—9
3) Die <i>Monotis</i> -Bank im Regensburger und Bodenwöhrer Gebiet . . . . .	9
4) Die <i>Monotis</i> -Bank im Ries-Gebiet . . . . .	9
5) Die <i>Monotis</i> -Bank in der Schwäbischen Alb . . . . .	9—11
6) Sonstige deutsche Vorkommen der <i>Monotis</i> -Bank . . . . .	11—12
B. Die Bildungsbedingungen der <i>Monotis</i> -Bank . . . . .	12—28
1) Der Einfluß der Gezeiten auf die Bildung der <i>Monotis</i> -Bank . . . . .	13
2) Die hydrologischen Verhältnisse des Posidonien-schiefer- Meeres . . . . .	13—15
3) Die Kalkbildung im Lias-Epsilon-Meer . . . . .	15—17
4) Der Wohnraum der <i>Pseudomonotis</i> -Muschel . . . . .	17—19
5) <i>Pseudomonotis</i> im Verhältnis zur übrigen Fauna . . . . .	19—20
6) Die Sedimentationsgeschwindigkeit . . . . .	21—22
7) Die Bildung der schalenarmen Fazies . . . . .	22
8) Die Bildung der schalenreichen Fazies . . . . .	23
9) Die Verbreitung der Faziesarten . . . . .	23—26
10) Die Erhaltung der <i>Monotis</i> -Bank und die Transgression im Ober-Epsilon . . . . .	26—28
C. Palaeogeographie . . . . .	28
Zusammenfassung . . . . .	29
Schriftenverzeichnis . . . . .	30—32

---

## Einleitung.

In den Flachseeablagerungen der verschiedensten Zeiten spielen Versteinerungsanhäufungen eine zum Teil bedeutende Rolle. Meist handelt es sich dabei um allochthone Anhäufungen, die ihnen eigene Merkmale tragen, wie zum Beispiel Spuren von Bearbeitung durch Transport, Fehlen einer Schalenhälfte, bezeichnende gesetzmäßige Lage und Anordnung u. a. Seltener sind autochthone, also am Ort des Lebens eingebettete Fossilanreicherungen. Die Flachseebeobachtungen, besonders an der Nordsee, haben gezeigt, wie aufbereitende Vorgänge bei der Sedimentation von Tierresten im Meer das ursprüngliche Bild der Lebensgesellschaften ändern und zu ausgedehnten Anhäufungen oft nur einer einzigen Art führen können.

Im folgenden soll versucht werden, die Bildungsumstände einer in den Posidonien-Schiefen des Lias überaus weit verbreiteten Fossilanhäufung, der „*Monotis*-Bank“, zu untersuchen.

Anhäufungen von Fossilien einer einzigen Art finden sich in den Posidonien-Schiefen des Lias sowohl Süd- wie Norddeutschlands in großer Zahl. Es sei nur erinnert an die Anreicherungen von *Inoceramus*, von *Posidonia*, oder an die Belemniten-Schlachtfelder, deren originelle Deutung als Verdauungsüberbleibsel von *Hybodus* bekannt ist. Diese Fossilanreicherungen sind zumeist vertikal eng begrenzt, aber auch in horizontaler Richtung nur örtlich zu verfolgen. Ihnen gegenüber bildet die wegen der großen Häufigkeit von *Pseudomonotis substriata* ZIET., aus der sie oft allein besteht, als „*Monotis*-Bank“ bezeichnete bituminöse Kalkbank einen vertikal sehr gering, aber horizontal in einem großen Teil der Posidonien-Schiefer Deutschlands verbreiteten, leicht kenntlichen Horizont.

Wenn ich die Vorkommen in Franken ganz besonders berücksichtige, so geschieht das, weil die Posidonien-Schiefer am West- sowohl wie am Ostrand der Frankenalb zu Tage treten. Wenngleich der genaue Verlauf der im Osten gelegenen Küste und ihre Entfernung vom heutigen Rand des Alten Gebirges nicht festgelegt werden kann, so ist es hier, infolge der erwähnten Lagerungsverhältnisse doch möglich, einzelne Punkte hinsichtlich ihrer Lage zur Küste miteinander zu vergleichen.

Die *Monotis*-Bank in den Posidonien-Schiefen des Schwäbischen Jura erwähne ich genauer, um die in Franken gewonnenen Ergebnisse übertragen zu können. Die übrigen deutschen Vorkommen werden erörtert, um einen möglichst vollständigen Überblick über die weite Verbreitung der Bank in Deutschland zu geben.

## A. Die Verbreitung der Monotis-Bank.

### 1) Die Monotis-Bank in der nördlichen Frankenalb.

In der nördlichen Frankenalb sind den bituminösen, dünn-schiefrigen Posidonien-Schiefen drei bis fünf, selten mehr, bitumenreiche Stinkkalkbänke von je etwa 20 bis 30 cm Dicke eingeschaltet. Die *Monotis*-Bank ist in den meisten Fällen die oberste dieser Kalkbänke. Sie zeigt im einzelnen eine besonders im Hinblick auf die Schalenführung unterschiedliche Ausbildung. Im Coburger Gebiet sind die Posidonien-Schiefer nur schlecht aufgeschlossen. GÜMBEL erwähnt die *Monotis*-Bank von Groß-Garnstadt bei Coburg mit „auffallend großen Exemplaren von *Monotis substriata*“. Bei Gärtenroth, in der Nähe von Burgkundstadt, sind die Posidonien-Schiefer nach LOHMÜLLER 2,80 bis 3,00 m mächtig, wovon auf Ober-Epsilon etwa 0,80 m entfallen. Die *Monotis*-Bank besteht hier aus hartem grauen Kalk und ist 0,20 bis 0,30 m mächtig. Die Schalenführung ist verhältnismäßig gering. Selten treten mehrere Schalen zu einer kleinen linsenförmigen Anreicherung zusammen. Die durchweg sehr gut erhaltenen Schalen sind in allen möglichen Stellungen im Gestein verteilt. Ihre Größe schwankt zwischen  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  cm im Durchmesser.

Eine ganz ähnliche Ausbildung zeigt die *Monotis*-Bank in dem großen Aufschluß der Ziegelei bei Mistelgau, W. von Bayreuth. Die Mächtigkeit der gesamten Posidonien-Schiefer beträgt hier ungefähr 3,60 m. Ober-Epsilon ist, wie bei Gärtenroth, rd. 0,80 m mächtig. Die *Monotis*-Bank ist 20 bis 30 cm stark. Auch hinsichtlich der Anreicherung von Schalen der *Pseudomonotis substriata* ergibt sich große Übereinstimmung mit dem Gärtenrother Aufschluß. Bemerkenswert sind vereinzelte Dactylioceraten. Diese sind oft mit Calcitkristallen erfüllt, nur die Schale ist pyritisiert. Pyrit findet sich außerdem in der Bank zuweilen in kleinen, dünnen, einige Zentimeter langen Lagen. Wie nirgends so schön läßt sich bei Mistelgau die Oberfläche der Bank beobachten. Sie liegt auf rd. 50 m im Quadrat frei und zeigt eine höchst unregelmäßige Gestalt. Kleine, 5 bis höchstens 10 cm hohe Erhebungen wechseln mit ebensolchen Vertiefungen. Eine Regelmäßigkeit in der Anordnung dieser Erhebungen läßt sich nicht feststellen. An zwei Stellen, die drei Meter voneinander entfernt sind, bemerkt man auf zwei parallelen mehrere Meter langen Erhebungen walzen- und knollenförmige, äußerlich stark rostige Pyrite. Ihr Durchmesser beträgt 3 bis 4 cm. Auf der einen Erhebung lassen sich diese Gebilde 10 m weit verfolgen, auf der dazu parallelen etwa 5 m. Die Walzen und Knollen sitzen z. T. sehr fest im Gestein. Zu beiden Seiten dieser Linien — etwa 25 cm hüben und drüben — liegen viele sehr gut erhaltene Belemnitenrostra. In einigen Fällen stecken diese in den Pyritknollen. Außer diesen linienhaften Vorkommen von Belemniten und wulstförmigen Pyritknollen liegen solche Knollen noch da und dort verstreut einzeln auf der Bankoberfläche. Immer sind

um sie Belemniten in gutem Erhaltungszustand, aber ohne gesetzmäßige Lagerichtung verstreut. Auch bei den linienhaften Vorkommen konnte eine solche Gesetzmäßigkeit nicht festgestellt werden. Diese Linien beschäftigen uns nochmal bei der Frage der Sedimentationsgeschwindigkeit im Posidonien-schiefer-See.

Südlich von Mistelgau sind gute Aufschlüsse selten. Bemerkenswert ist ein Profil, das GALSTERER am südlichen Ausgang des Dorfes Pappenberg aufgenommen hat. Der gesamte Lias-Epsilon ist hier durch nur 25 cm Kalkstein vertreten. Davon sind in einer oberen Kalkbank von 15 cm Stärke Schalen von *Pseudomonotis substriata* im unteren Teil stark angereichert. Bei Treinreuth erwähnt GALSTERER eine 28 cm starke *Monotis*-Bank, die weniger Schalen führt (wie ich nach Handstücken urteilen konnte). Hier sind auch Schiefer zur Ausbildung gelangt. Die Mächtigkeit ist aber nicht festzustellen. In beiden Aufschlüssen liegen die meisten Schalen mit der Wölbung nach oben im Gestein. Nur einzelne Schalen liegen in durchaus unregelmäßiger Lage. Alle Schalen sind gut erhalten. Neben *Pseudomonotis substriata* kommen Dactyloceraten nicht selten vor. Sie sind ähnlich erhalten wie bei Mistelgau. — Die Posidonien-Schiefer gehen nun weiter südlich bald unter Tag. Erst im Gebiet N. von Amberg kommen sie infolge einer Aufwölbung (Hahnbacher Sattel) wieder an die Erdoberfläche. Bei Krickelsdorf, N. von Hahnbach, fand SPERBER im unteren Teil der Schiefer linsenförmige Einschaltungen von feinkörnigem Sandstein. Der gesamte Lias-Epsilon ist bei Krickelsdorf nach SPERBER 4,88 m mächtig, wovon auf Ober-Epsilon 0,60 m entfallen. Die *Monotis*-Bank ist hier 0,33 m mächtig. Ihre Fazies gleicht noch sehr stark derjenigen in den oben beschriebenen Aufschlüssen, besonders von Mistelgau. Die Lage der Schalen mit der Wölbung nach unten kommt ebenso häufig vor wie die umgekehrte und die unregelmäßige Lage. Bei Aschach, in der Nähe von Amberg, ist die *Monotis*-Bank hinsichtlich ihrer Schalenführung ähnlich ausgebildet wie bei Treinreuth. Man beobachtet zu unterst eine etwa 3 cm mächtige Lage, die ausschließlich aus verhältnismäßig großen gut erhaltenen Schalen besteht. Diese liegen wirt durcheinander, zum größten Teil aber wölbung-unten. Diese Schalenpackung liegt in einer etwa 50 cm breiten muldenförmigen Vertiefung der unterlagernden Schiefer und keilt nach den Seiten bald aus. Über dieser Lage folgt ein grauer, harter bituminöser Kalkstein, aber nicht durch eine Schichtfuge von der Schalenlage getrennt. *Pseudomonotis*-Schalen sind darin vereinzelt und ohne gerichtete Lage zu finden. Nur einmal beobachtet man 4 cm über der unteren Lage von Schalen eine pflasterähnliche Anreicherung mit der Schalenstellung vorwiegend gewölbt-oben. Die Mächtigkeit von Lias-Epsilon beträgt bei Aschach nach SPERBER 7,34 m. Ober-Epsilon ist 0,45 m, die *Monotis*-Bank 0,40 m mächtig.

In allen bis jetzt beschriebenen Aufschlüssen ist die *Monotis*-Bank

die oberste Kalkbank in den Schiefen. Im ganzen betrachtet ist ihre Schalenführung im Vergleich zu den noch zu beschreibenden Vorkommen (am Westrand der Frankenalb) gering.

Am Westrande der nördlichen Frankenalb ist die *Monotis*-Bank in allen guten Aufschlüssen leicht zu finden. Im Staffelsteiner Gebiet konnte bereits BAADER feststellen, daß zuweilen zwei durch eine etwa 15 cm starke Schieferlage getrennte *Monotis*-Bänke übereinander vorkommen. Davon gleicht die untere Bank im wesentlichen den Vorkommen am Ostrand der Alb. Die obere Bank ist am Trimeusel bei Staffelstein und in den umliegenden Aufschlüssen am Main außerordentlich schalenreich. Dabei erfüllen die Schalen das Gestein lagenweise vollkommen. Zuweilen sind zwischen den Schalenlagen Kalkzwischenlagen entwickelt, wodurch eine plattige Spaltbarkeit der Bank bedingt wird. In diesem Fall sind die einzelnen Lagen 1 bis 2 cm voneinander entfernt. Die Schalen liegen zumeist mit der Wölbung nach oben und sind bis zu 1 cm groß. Solche von 3 bis etwa 7 mm Durchmesser überwiegen aber bedeutend. Die Lage Wölbung-unten kommt ebenfalls sehr häufig vor, besonders dort, wo sehr viele Schalen nebeneinander liegen. In den Kalkzwischenlagen beobachtet man ab und zu Schalen mit unregelmäßiger Stellung. Die Gesamtmächtigkeit der Posidonien-Schiefer beträgt in dieser Gegend 8 bis 9 m, auf das Ober-Epsilon entfallen fast 2 m.

Bei Geisfeld (SO. von Bamberg) ist die *Monotis*-Bank wenig schalenreich und gleicht den Mistelgauer Aufschlüssen. Sie ist hier nur 0,07 m mächtig. Ob eine obere Bank vorhanden ist, läßt sich ungenügender Aufschlußverhältnisse wegen nicht entscheiden. Nach BAADER soll eine solche in sehr schalenreicher Form vorhanden sein. Die obere Bank ist auch N. von Geisfeld stets die schalenreichere.

In der Umgebung von Forchheim findet man die *Monotis*-Bank fast nur aus Schalen bestehend. Bei Schlaifhausen bildet die Grenze zwischen Mittel- und Ober-Epsilon eine ganz aus *Dactylioceras athleticum* bestehende Bank. Eine *Monotis*-Bank ist hier also nicht vorhanden. Die *Dactylioceras*-Bank ist bis 10 cm mächtig. Neben den Ammoniten enthält sie viele Fischschuppen und -zähne.

Einer der besten Aufschlüsse in den Posidonien-Schiefen am Westrand der nördlichen Frankenalb befindet sich bei Hetzlas, unweit Erlangen. Eine eigentliche *Monotis*-Bank läßt sich hier aber nicht ausscheiden. Wahrscheinlich vertreten zwei Kalkbänke in der Oberregion der Schiefer die obere und untere *Monotis*-Bank. In diesen ist *Pseudomonotis substriata* verhältnismäßig oft in nicht gesetzmäßiger Lage anzutreffen. Lias-Epsilon ist bei Hetzlas 4,60 m mächtig. Insgesamt sind in den Schiefen sieben Kalkplatten enthalten, deren Mächtigkeit zwischen 7 und 25 cm schwankt.

Den Lias von Kalchreuth bei Erlangen hat KRUMBECK eingehend untersucht. Die *Monotis*-Bank ist hier ähnlich ausgebildet wie am übrigen

Westrand der Alb, also sehr schalenreich. Nach KRUMBECK ist sie hier 30 cm mächtig.

Im Gebiet Lauf—Hersbruck—Altdorf hat STAHL den Lias untersucht. Das Epsilon zeichnet sich hier durch die sehr geringe Mächtigkeit von nur 2 m aus. Ober-Epsilon ist nach STAHL hier 0,90 bis 1,5 m mächtig. Eigentliche Schiefer sind nur untergeordnet zu beobachten, die Fazies ist mehr kalkig. In kleineren Aufschlüssen in der Umgebung von Rasch habe ich festgestellt, daß die *Monotis*-Bank in einer Weise ausgebildet ist wie bei Mistelgau, also in schalenarmer Fazies. Die Schalen sind im Gestein in allen möglichen Lagen verteilt. Nur selten treten sie zu linsenförmigen Anreicherungen zusammen.

Bei Etzelsdorf, unweit dem Haltepunkt Ober-Ferrieden der Bahn Nürnberg—Regensburg ist die Bank wieder in außerordentlich schalenreicher Form entwickelt. Die Schalen liegen hier zum überwiegenden Teil mit der Wölbung nach oben, soweit sie sich nicht gegenseitig behindert haben und dann umgekehrt liegen. In diesem Gebiet sind auch wieder die Schiefer vorhanden. Unter der *Monotis*-Bank im Aufschluß im Bahneinschnitt liegt, von der Bank durch eine 15 cm starke Lage von Schiefen getrennt, eine Kalkbank, die an Fischschuppen und -zähnen sehr reich ist.

## 2) Die *Monotis*-Bank in der südlichen Frankenalb.

In der südlichen Frankenalb sind die Posidonien-Schiefer am besten aufgeschlossen bei Möning, unweit Allersberg, wo das Profil von K. G. SCHMIDT aufgenommen wurde. Die *Monotis*-Bank besteht hier fast nur aus Schalen, die ganz eng aneinander liegen. Der Erhaltungszustand ist sehr gut. Die Mächtigkeit der Bank beträgt 15 cm und ist geringen Schwankungen unterworfen, diejenige von Lias-Epsilon beträgt bei Möning nach SCHMIDT etwa 4,5 m, davon ist Ober-Epsilon 1,50 m mächtig. Unter der eigentlichen *Monotis*-Bank liegen im Profil Möning zwei 3 cm starke Kalkbänkchen, deren Oberfläche mit *Pseudomonotis*-Schalen pflastermäßig bedeckt sind. Es handelt sich aber um rein örtliche Bänke.

Bevor wir die Posidonien-Schiefer in der südlichen Alb weiter betrachten, sollen sie zuerst aus der Gegend von Regensburg und dem Bodenwöhrer Becken beschrieben werden.

Den Lias des Bodenwöhrer Beckens und seines Vorlandes hat bereits JAKUBOWSKY beschrieben. Im Lias-Gebiet W. der Naab fand er einen Quarzkörnchen führenden Kalk, der „z. T.“ von *Pseudomonotis substriata* erfüllt ist. Die Bank gleicht also hier der Ausbildung am Ostrand der Frankenalb. Im Bodenwöhrer Becken selbst besteht Lias-Epsilon zum größten Teil aus Sandsteinen und nur untergeordnet aus Schiefertonen. Bei Bruck findet sich *Dactylioceras athleticum* bankförmig in feinkörnigen gelben Sandsteinen. Die Aufschlüsse sind schlecht, weshalb auch die

Mächtigkeit nicht genau ermittelt werden kann. JAKUBOWSKY gibt insgesamt 1 bis 2 m an. Nach GÜMBEL beträgt die Mächtigkeit aber bis 8 m.

### 3) Die Monotis-Bank im Regensburger und Bodenwöhrer Gebiet.

Bei Irlbach, N. von Regensburg, hat KRUMBECK ein genaues Profil durch den Lias-Epsilon aufgenommen. Dort sind die Posidonien-Schiefer in ihrem unteren Teil noch tonig-schiefriq (etwa 5 m) und gehen nach oben in feinkörnigen schiefrigen Sandstein über, der etwa 10 m mächtig ist. Die Grenze gegen Ober-Epsilon, das nur 15 bis 20 cm stark ist, bildet eine *Dactyloceras*-Bank wie im Bodenwöhrer Becken. Eine *Monotis*-Bank ist hier nicht entwickelt. Die sandige Ausbildung des oberen Teils von Lias-Epsilon ist für das ganze Regensburger Gebiet bezeichnend. Nach POMPECKJ ist hier die *Monotis*-Bank nirgends entwickelt, wie den Schiefern (im unteren Teil des Profils) dieses Gebietes überhaupt keine Kalkbänke eingelagert sind.

Bei Beilngries wurde der gesamte Lias in zwei Bohrungen durchfahren. Er ist aber vom ebenfalls angetroffenen *Opalinus*-Ton nicht zu unterscheiden. In den Proben sah ich nur schiefrige Tone. Kalkbänke habe ich keine beobachtet. Die Mächtigkeit beträgt in der einen Bohrung 44,00 m, in der älteren, bereits von SCHWERTSCHLAGER mitgeteilten 60,85 m. Ein großer Teil der Tone gehört aber sicher dem *Opalinus*-Ton an.

### 4) Die Monotis-Bank im Ries-Gebiet.

Im übrigen Lias-Gebiet der südlichen Frankenalb ist die *Monotis*-Bank nicht entwickelt.<sup>1)</sup> Die Anzahl der Kalkbänke in den Schiefern ist auf drei, im Hesselberg-Gebiet auf zwei zusammengeschrumpft. Hier unterliegt die Mächtigkeit der Posidonien-Schiefer großen Schwankungen bereits auf kurze Erstreckung. HÄNEL mißt bei Wittelshofen 7,8 m und gleich südlich von diesem Ort nur 4,5 m. Das Ries-Gebiet war zur Zeit des Lias-Epsilon vom Meer überflutet. Die ortsfremden, bei der Ries-Katastrophe auf die Umgebung überschobenen Schollen bestehen z. T. aus Schwarzjura-Gesteinen. Eine größere Scholle von Posidonien-Schiefer liegt aufgeschlossen im Bahneinschnitt von Fünfstetten. Die Fazies der Schiefer ist die normal bitumenreich-schiefrige. Man beobachtet in den Schiefern nur eine einzige Kalkbank, in der sich *Pseudomonotis substriata* nur vereinzelt findet.

### 5) Die Monotis-Bank in der Schwäbischen Alb.

In der Schwäbischen Alb ist die *Monotis*-Bank nicht durchgehend vorhanden. Von Wasseralfingen beschreibt sie BECHTER als ein dünnes Kalkbändchen, das *Pseudomonotis substriata* „in Menge“ enthält.

<sup>1)</sup> Wo man keine *Monotis*-Bank findet, ist sie oft in früheren Zeiten als einzig verhältnismäßig brauchbarer Werkstein abgebaut worden, wie REUTER erwähnt. Man muß also sehr vorsichtig sein, um keinen Täuschungen zu unterliegen.

Darüber folgen nach BECHTER noch 6 m Schiefer, in den 3,20 m mächtigen Schiefen unter der Bank sind noch zwei weitere Kalkbänke eingelagert. Bei Reichenbach beobachtete BECHTER eine „von *Dactyloceras* wimmelnde Bank.“ Die *Monotis*-Bank scheint nicht vorhanden zu sein. Von hier gibt er die Mächtigkeit von Lias-Epsilon mit 10 bis 11 m an, wovon auf Ober-Epsilon rund 6 m entfallen sollen. Diese Mächtigkeitsangaben erscheinen sehr hoch. BRÄUHÄUSER gibt für den ganzen Lias-Epsilon bei Aalen eine Mächtigkeit von 4 bis 5 m an, bei Ellwangen eine solche von nur 1 m. Besonders für das Ober-Epsilon erscheinen mir die Angaben von BECHTER nicht zutreffend. Bei Göppingen ist die *Monotis*-Bank in einer an fränkische Verhältnisse erinnernden Form ausgebildet. Nach HAUFF ist hier „auf der Grenze Mittel-/Ober-Epsilon in großen Nestern und Kesseln statt des Schlackens eine kalkige *Monotis*-Bank ausgebildet ca. 5, selten bis zu 12 cm stark, die junge und alte Tiere von 1 bis 15 mm regellos durcheinander enthält“. HAUFF betrachtet also die *Monotis*-Bank von Göppingen als eine Fazies des „Schlackens“ (Stinkkalkbank), der andererseits im Holzmadener Gebiet auch als „Kloake“ auftreten kann und in diesem Fall aus Fischschuppen, Ammoniten und vereinzelt Wirbeltierbruchstücken besteht. Bemerkenswert ist, daß nach HAUFF bei Holzmaden Ober-Epsilon nicht überall vorhanden ist. Die *Jurensis*-Mergel liegen in diesem Fall unmittelbar auf Mittel-Epsilon. Im unteren Teil der Posidonien-Schiefer konnte HAUFF fast in allen Brüchen ein sehr regelmäßiges Lager von *Pseudomonotis*-Schalen kleinerer Größe innerhalb der Schiefer feststellen. Dieses Lager besteht ausschließlich aus linken Schalenhälften, wie das in der *Monotis*-Bank ebenfalls der Fall ist. Die Mächtigkeit der einzelnen Glieder von Lias-Epsilon ist in der Holzmadener Gegend einer ziemlichen Schwankung unterworfen. Unter-Epsilon ist nach HAUFF etwa 1,60 m mächtig, Mittel-Epsilon von 2,5 bis 5,6 m. Ober-Epsilon fehlt, wie erwähnt, oft ganz. Bei Göppingen ist es 7 m stark. Auch Mittel-Epsilon kann in seinen obersten Teilen nicht vorhanden sein.

In der Reutlinger Gegend ist nach BURKHARDSMEIER eine *Monotis*-Bank nicht vorhanden. Die Mächtigkeit von Epsilon soll etwa 12 m betragen. Nach HAUFF ist bei Reutlingen allein Ober-Epsilon 10 m mächtig. Eingeschaltet finden sich in den Schiefen zwei Stinkkalkbänke. Auch im Lias des Steinlach-Tales wird nichts von einer *Monotis*-Bank erwähnt, wenngleich nach BÜCKLE *Pseudomonotis substriata* im oberen Teil des Mittleren Epsilon häufig zu finden ist. BÜCKLE unterscheidet in den über 12 m mächtigen Posidonien-Schiefen 5 Stinkkalkbänke. Auf Ober-Epsilon entfallen rd. 3,5 m.

In den Erläuterungen zu Blatt Mössingen beschreibt M. SCHMIDT eine Anreicherung von *Pseudomonotis substriata*. In diesem Aufschluß an der Gomaringer Sägmühle erfüllen die Schalen aber nur eine dünne Lage im Schiefer. Am Bahnhof Schömberg kommt nach M. SCHMIDT

eine „ganz mit *Pseudomonotis substriata* erfüllte Kalkbank“ vor. Die gleichen Verhältnisse beschreibt BERZ von einem Aufschluß bei Denkingen. Danach liegen in der Gegend um Wehingen—Wilflingen „ähnliche rasch wechselnde Verhältnisse vor wie in der Gegend von Holzmaden“; Ober-Epsilon fehlt zum Teil. Die Mächtigkeit des gesamten vorhandenen Epsilon schwankt nach BERZ zwischen 7,3 und 10,5 m.

Im Lias-Epsilon des Donau-Rheinzuges sind drei Stinkkalkbänke enthalten. Nach SCHALCH ist die oberste dieser Bänke durch „mehr oder weniger reichliche Führung von Schalen der *Pseudomonotis substriata*“ ausgezeichnet. Demnach dürfte es sich um eine Schalenführung handeln, wie wir sie am Ostrand der Frankenalb schon kennengelernt haben. Die Mächtigkeit von Epsilon beträgt in diesem Gebiet etwa 10 m. Ober-Epsilon ist ungefähr 1 m mächtig.

Im südlichen Klettgau ist die *Monotis*-Bank nach WÜRTEMBERGER nicht vorhanden. Hier sind in den rd. nur 6 m mächtigen Schiefeln 2 Kalkbänke eingelagert.

Die Lias-Vorkommen am Rheintal-Rand zwischen Basel und Freiburg enthalten Posidonien-Schiefer, der nach PRATJE in der Nähe von Staufen (S. von Freiburg) 12 m mächtig ist und nur eine einzige Kalkbank enthält. Das gleiche gilt vom Lias-Epsilon, der in einer Mächtigkeit von 30 m in der Langenbrückener Jurasenke vorkommt.

## 6) Sonstige deutsche Vorkommen der *Monotis*-Bank.

In Norddeutschland hat DENCKMANN den Posidonien-Schiefer in sechs Zonen eingeteilt. Dem süddeutschen Ober-Epsilon entsprechen mächtige Ablagerungen mit *Harpoceras bifrons* BRUG. Die Fazies ist die gleiche wie in Süddeutschland. *Pseudomonotis substriata* kommt in der gleichen Art der Anreicherung vor wie hier. So sind z. B. Stücke der *Monotis*-Bank von Salzgitter und Schandelah bei Braunschweig im Handstück kaum von solchen des Trimeusel-Aufschlusses in der nördlichen Frankenalb zu unterscheiden. Die *Monotis*-Bank von Fallersleben ist ganz ähnlich. Ebenso erinnern die Vorkommen von Hattorf (NO. von Braunschweig) auch in Einzelheiten an die Ausbildung am Westrand der nördlichen Frankenalb, zum mindesten was die Schalenführung angeht. Bei Dobbertin in Mecklenburg liegt nach STOLLEY *Coeloceras crasum* und *Pseudomonotis substriata* „in sandigen Kalkschiefern, ... in harten Sandsteinen *Harpoceras levisoni* und *Harpoceras* cf. *bifrons* ebenfalls von massenhaften Schalen der *Pseudomonotis substriata* begleitet.“

Im Lothringer Jura findet man nach KLÜPFEL zuweilen im Lias-Epsilon *Pseudomonotis substriata* sowohl auf Schieferflächen als auch auf der Oberfläche dünner Kalkplatten angereichert.

In allen Vorkommen, die ich kenne, fand sich immer nur die linke Klappe von *Pseudomonotis*, eine Tatsache, die STAHL zuerst aus dem Gebiet östlich von Nürnberg beschrieben hat.

Es fragt sich nun, ob diese derart weitverbreitete Anreicherung einer einzigen Art auf geringster vertikaler Erstreckung überall gleichzeitig oder wenigstens fast gleichzeitig entstanden ist. Die stratigraphische Einteilung der Posidonien-Schiefer läßt das Ober-Epsilon mit dem Auftreten von *Hildoceras bijrons* beginnen. In Franken gehört demnach die *Monotis*-Bank bereits zu Ober-Epsilon, da nach KRUMBECK das erwähnte Leitfossil bereits vereinzelt in ihr vorkommt. In Norddeutschland liegt die *Monotis*-Bank an der Basis der Schichten mit *Harpoceras bijrons*. Nach den Untersuchungen von HAUFF erscheint dieser Ammonit bei Göppingen gleich über der Bank. Im Lothringer Jura beschränken sich die gelegentlichen Anhäufungen von *Pseudomonotis*-Schalen auf die „*Bijrons*-Knollentone“.

Überblickt man diese Tatsachen, so läßt sich wohl sagen, daß die *Monotis*-Bank in diesen Gebieten als ungefähr gleichzeitig betrachtet werden kann. Geringere zeitliche Unterschiede zwischen einzelnen größeren Gebieten werden wir auf Grund weiter unten auszuführender Überlegungen allerdings annehmen müssen.

## B. Die Bildungsbedingungen der *Monotis*-Bank.

In einem so ausgedehnten Meer, wie dem des Lias-Epsilon können sich bei der Bildung so großer Schalenanhäufungen wie der *Monotis*-Bank Umstände auswirken, die heute vielleicht nicht mehr alle erkannt werden können. Ich bin mir bewußt, daß die folgenden Auseinandersetzungen nur einen Versuch darstellen, die Entstehung dieser Fossilanreicherung zu erklären, der sich auf das gründet, was sich heute aus Gestein und Fossilinhalt herauslesen läßt.

Für die Bildung der in den letzten Jahren vielfach untersuchten Schalenanreicherungen an der Nordsee spielen die Gezeiten eine wesentliche Rolle. Die Senkung der Nordseeküste bedingt eine langsame Transgression, die für die Erhaltung der Muschelpflaster erforderlich ist, während für die Anreicherung und Sonderung der Schalen nach ihrer Größe Ebbe und Flut verantwortlich sind.

Es wäre verfehlt, die Schiefer als regelmäßig von der Flut sedimentierten Wattenschlick anzusehen, wie es schon versucht wurde. Denn diese Annahme würde bei der über so große Gebiete gleichbleibenden Fazies der Schiefer zugleich eine Transgression des Epsilon-Meeres über gleiche Strecken voraussetzen. Dafür sind keinerlei Anhaltspunkte gegeben. Selbst bei Regensburg, also an einem der Küste sicher sehr nahe gelegenen Ort, flutete das Meer bereits zu Beginn des Lias-Epsilon, denn Lias-Delta ist hier seiner Fauna und petrographischen Ausbildung nach (schiefriger Ton mit oolithischem Roteisenerzflöz) eine Meeresablagerung, und zwischen Lias-Delta und -Epsilon läßt sich keine Diskordanz feststellen.

### 1) Der Einfluß der Gezeiten auf die Bildung der Monotis-Bank.

Dennoch müssen wir uns mit der Frage, ob Gezeiten zur Ausbildung gelangt sind, auseinandersetzen, da sie unter Umständen bei der Bildung der *Monotis*-Bank mitgewirkt haben könnten. Es ist ja bekannt, daß Ebbe und Flut nicht nur innerhalb der trockenlaufenden Zone besondere Erscheinungen hervorrufen, sondern auch im ständig wasserbedeckten Meeresraum.

Die paläogeographische Lage des Meeresbeckens im Lias-Epsilon, die mit am ersten über die Möglichkeit der Ausbildung von Gezeiten Aufschluß geben könnte, ist wenigstens für Nord- und Westdeutschland schwierig festzulegen. DORN hat erst vor kurzem die paläogeographischen Verhältnisse der Posidonien-Schiefer näher untersucht, weshalb auf seine Arbeit verwiesen sei. Seine Karte zeigt, daß nach der Lage des in Betracht kommenden Gebietes zum Ozean zu urteilen, Gezeiten wohl zur Ausbildung gekommen sein können.

WEIGELT hat nachgewiesen, daß die Gezeiten auf gewisse Tiere, die in der Gezeitenzone leben, einen ganz bestimmten Einfluß ausüben. Dieser besteht z. B. bei *Mytilus* insbesondere in einem Rauherwerden der Schale und in einer Veränderung des Schalenschlußwinkels, welche Eigenschaften durch den Zwang der Unterbrechung der Nahrungsaufnahme und durch das mehrmalige Trockenliegen am Tage hervorgerufen werden. Die schalentragende Tierwelt des Lias-Epsilon zeigt solche Eigentümlichkeiten nicht. Sie ist durchweg durch sehr dünne Schalen ausgezeichnet. Man darf allein auf Grund dessen Gezeiten nicht ausschließen, da deren Ausmaß und damit die Möglichkeit zu häufiger Veränderung im genannten Sinn unbekannt sind.

Mir scheint es ziemlich wahrscheinlich, daß in dem von uns betrachteten Meeresraum Gezeiten zur Ausbildung gekommen sind.

Um die Frage des Wohnraums von *Pseudomonotis substriata* und die Mechanik der Sedimentation beurteilen zu können, ist es nötig, zuerst näher auf die hydrologischen Verhältnisse des Posidonien-schiefer-Meeres einzugehen.

### 2) Die hydrologischen Verhältnisse des Posidonien-schiefer-Meeres.

Seitdem POMPECKJ das Epsilon-Meer mit dem Schwarzen Meer verglichen hat, ist es für die meisten selbstverständlich, daß der bitumen- und schwefelkiesreiche Schiefer unter ähnlichen Verhältnissen entstanden sein muß, wie die Sedimente dieses rezenten Meeres. Ohne weiteres wird aus der Fazies des Gesteins auf die Fazies des Wassers geschlossen, das man sich in seiner Unterzone als schwefelwasserstoffreich vorstellt, so wie das heute im Schwarzen Meere der Fall ist. DORN berechnete sogar aus dem heutigen Pyritgehalt der Schiefer und Kalke des Lias-Epsilon den vermutlichen Schwefelwasserstoffgehalt des Wassers nach chemischer Methode. Gegen eine solche Berechnung wandte sich bereits RICHTER

(1931, S. 316) im Hinblick auf den sulfidreichen devonischen Hunsrück-Schiefer. Denn die Flachseebeobachtungen an der Nordsee zeigten, daß sulfidreicher Schlick durchaus kein schwefelwasserstoffreiches Wasser zur Voraussetzung hat. „Reich an Sauerstoff und erfüllt von Leben kann Meerwasser fast unmittelbar über tiefschwarzem,  $H_2S$ -reichem Schlamm stehen, von diesem nur durch eine dünne, haarscharf abgesetzte und bei jeder Verletzung sofort neugebildete Oxydationshaut getrennt. Bedingung ist nur Erneuerung des Wassers, . . .“ (RICHTER, 1931). An der brasilianischen Küste beobachtete v. FREYBERG (1932), daß „selbst stinkender Mangroveschlick kein Beweis für sauerstoffarmes Wasser“ sei. Solche Tatsachen mahnen bei der Beurteilung des Epsilon-Meeres zu großer Vorsicht.

Was aber als besonders beweiskräftig für die schwefelwasserstoffreiche Unterzone angeführt wird, ist das angebliche Fehlen bodenbewohnender Tiere in den Schiefen. DORN erwähnt, daß sich benthonische Formen fast ausschließlich in den Kalkbänken finden. Die Kalkbildung führt er auf zeitweilige stärkere Durchlüftung der tieferen Wasserschichten zurück. Die Beschränkung der an das Bodenleben gebundenen Tierwelt auf die Kalkbänke ist für ihn deshalb der Beweis, daß das Meer normalerweise für benthonisches Leben ungeeignet war. Es ist nun allgemein bekannt, daß in unseren Schiefen die Fossilien gewöhnlich plattgedrückt sind, während sie in den Kalkbänken zumeist in voller Körperlichkeit erhalten sind. HENNIG hat auf Grund dieser Tatsache berechnet, daß die Schiefer auf  $\frac{1}{20}$  ihrer ursprünglichen Mächtigkeit bei der Diagenese zusammengedrückt worden sind. Die Kalke müssen diesem Druck schon damals standgehalten haben und man darf daraus schließen, daß sie schon bei der Sedimentation viel standfester waren als die Schiefer. Darin suche ich den Grund für das Zurücktreten des Benthos in den Schiefen. Diese waren schon von vornherein zur Besiedelung viel weniger geeignet als der Kalkschlick. Schalentiere wären im dünnflüssigen Schiefer Schlamm versunken und konnten sich nur auf dem zäheren Kalkschlick entfalten, weil nur er standfest genug war, Tiere tragen zu können. RICHTER konnte den Nachweis führen, daß die in den Schiefen, besonders in einigen Lagen weit verbreiteten Chondriten ehemalige Bohrgänge von Würmern sind. Er zieht daraus den Schluß, daß der Meeresboden bewohnbar war „und zwar nicht nur auf seiner Oberfläche, sondern auch im Innern des Sediments“ (1931, S. 308). Nach v. FREYBERG<sup>1)</sup> leben sogar im Mangroveschlick zahlreiche Würmer. Dem chemischen Zustand nach wäre also der Schiefer bewohnbar gewesen. Was das schalentragende Benthos von der Besiedelung zurückhielt, war seine physikalische Beschaffenheit als weiches fließbares Sediment. Von den Schiefen des Lias-Epsilon gilt das Gleiche, was RICHTER über den Hunsrück-Schiefer des

1) Freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Prof. v. FREYBERG.

Devon, der mit unseren Posidonien-Schiefern auch sonst viel gemeinsam hat nach Entstehung und Besiedlungsfähigkeit, sagt: „Was Muscheln anlangt, so ist Schlamm nicht derjenige Untergrund, auf dem schalenbeschwerte Grundbewohner in artenreicher Entfaltung zu erwarten sind.“

Die von BEURLEN als Beweis für wenigstens zeitweiliges benthonisches Leben angeführten Eryoniden kommen nach DORN ebenfalls nur in kalkreichen Schichten vor. Dies zeigt aber nicht unbedingt die bessere „Durchlüftung“, sondern beweist mindestens gleich kräftig, daß diese Krebse als Bodenbewohner an Kalkschlick gebunden waren, weil nur dieser sie tragen konnte.

### 3) Die Kalkbildung im Lias-Epsilon-Meer.

Was nun die Kalkbildung im Epsilon-Meer anbetrifft, so möchte ich auf die oben mitgeteilten Tatsachen hinweisen. Bei einem Vergleich einzelner Gebiete zeigt sich, daß unmittelbar am Rand des Meeres nur Sand sedimentiert wurde. Ob solcher überall vorhanden war, mag dahingestellt bleiben. Man beobachtet auch an ziemlich küstennahen Orten (Ries, Beilngries) keine Sandsteine, sondern nur Schiefer. In dem an diese Sandgebiete distal<sup>1)</sup> anschließenden Gebiet sind den Schiefnern keine Kalkschichten eingelagert oder treten doch sehr zurück. Erst weiter beckenwärts beobachtet man mehrere Kalkbänke. Am Ostrand der Frankenalb sind es drei, am Westrand schon bis sieben solcher Bänke. Noch weiter gegen das Innere des Meeresbeckens nimmt die Zahl der Kalkbänke wieder ab. So sind den 12 bzw. 30 m mächtigen Schiefnern des Lias-Epsilon bei Freiburg i. B. und Langenbrücken je nur eine Kalkbank eingeschaltet. Das zeigt, daß die Möglichkeit zur Ausfällung von Kalk in einer bestimmten Zone in gewisser mittlerer Entfernung von der Küste am häufigsten eintrat. Wenn die Kalkbildung auf zeitweilige „Durchlüftung“ des Meeres zurückzuführen wäre, dann müßte sie am Rand am stärksten sein. Denn hier, wo man die stärkste Wasserbewegung erwarten darf, wäre auch die davon abhängige „Durchlüftung“ am stärksten gewesen. Dieser Befund berechtigt wohl zur Annahme, daß die Kalkbildung andere Ursachen gehabt haben muß. Diese können in heute nicht mehr feststellbaren, rein anorganischen Umständen gelegen haben. HENNIG hat aber mit Recht die zuweilen innerhalb der Schiefer auftretenden Kalkknollen auf den Verwesungsprozeß der darin gefundenen Tiere zurückgeführt. Ob und wie weit die Kalkbildung ganz generell solchen Vorgängen zuzuschreiben ist, läßt sich nicht sagen. Jedenfalls kann man, auch wenn man auf dem Standpunkt des schwefelwasserstoffreichen Wassers steht, Kalkbildung und Durchlüftung nicht miteinander verbinden. Wohl ist es aber möglich, die Kalkführung beim gegenseitigen Vergleich von Profilen auf ihre Lage zur Küste mit heranzuziehen, da Zurücktreten oder Fehlen des Kalkes auf Randgebiet bzw. das Beckeninnere hinweist,

<sup>1)</sup> Distal = beckenwärts, proximal = küstenwärts (n. WEIGELT).

während Vorherrschen von Kalk einen mittleren Saum zwischen beiden bezeichnet. Vorherrschen von Kalk inmitten kalkärmerer Gebiete zeigt Untiefen an (STAHL, Altdorfer Schwelle!).

Die Fazies der Schiefer selbst macht die Annahme einer schwefelwasserstoffreichen Unterzone nicht notwendig. Es wurde schon gesagt, daß selbst der unter dem Einfluß von Ebbe und Flut, also im bewegtesten und sauerstoffreichen Wasser entstandene Wattenschlick der Nordsee reich ist an Sulfiden.

Neben allen diesen Erscheinungen, die das Posidonienschiefer- Meer als einen gesunden Lebensraum erscheinen lassen und zu ihrer Erklärung schwefelwasserstoffreiches Wasser nicht zur Voraussetzung haben, erscheint mir aber eines ganz besonders gegen eine „vergiftete Unterzone“ zu sprechen: die zahlreichen Anzeichen von starker Wasserbewegung, die oft bis auf den Meeresgrund gereicht haben muß. DORN, der vollkommen auf dem Standpunkt von der vergifteten Unterzone steht, beweist an Hand mehrerer sehr geeigneter Beispiele, daß das Epsilon-Meer sehr flach und sein Wasser durch Strömungen bewegt war. Die gleichbleibende Fazies der Schiefer in einem so weiten Raum wurde nach DORN durch Strömungen, die das Sediment verteilten, hervorgerufen. Solche Strömungen müssen dann aber sehr ausgedehnt gewesen sein. Auf Bewegung des Wassers nicht nur in einer oberen Schicht deutet außerdem die Einklappigkeit der Muscheln (von *Pseudomonotis substriata* fand ich nur linke Klappen) und manches andere. Ein besonders schönes Beispiel starker Wasserbewegung sind die linienhaften Anreicherungen von Belemniten, wie ich sie von Mistelgau beschrieben habe. Diese Linien führe ich auf Wellen zurück, die bis auf den Grund gereicht haben. Anzeichen von Wasserbewegung finden sich im ganzen Lias-Epsilon. Sie sind an jedem Ort so oft eingetreten, daß eine Ansammlung von Schwefelwasserstoff in einer Unterzone überhaupt unmöglich gewesen sein muß. Strömungen des Ausmaßes, wie sie DORN mit Recht annimmt und Wasserbewegung, wie sie sich an zahlreichen Beispielen beweisen läßt, schließen eine vergiftete Unterzone aus. Man kann auch nicht gelten lassen, daß diese nur zeitweilig oder örtlich vorhanden gewesen wäre, weil sich alle Erscheinungen, die gegen die vergiftete Unterzone sprechen, während des ganzen Epsilon überall nachweisen lassen. Bereits KLAEHN war für die Möglichkeit benthonischen Lebens und wenigstens „gewisse Durchlüftung“ des Wassers eingetreten.

Wenn man einen Vergleich des Posidonienschiefer-Meeres mit einem rezenten Meer durchführen will, so glaube ich, daß ihm die Ostsee (abgesehen von deren Gezeitenlosigkeit) am nächsten kommt. Hier sammeln sich in den tiefsten Teilen, die aus viel pflanzlicher Substanz bestehenden Mudde-Sedimente an, die reich sind an Sulfid. Diese dürften fossil geworden, unseren Schiefen weitgehend gleichen. Nur sind sie heute schon fester als wir vom Schiefersediment im Lias-Epsilon-Meer annehmen

dürfen und sind deshalb besiedelt. Aber auch der Ostseemudd zeigt, daß Schwefelwasserstoffgehalt des Sediments das Leben auf diesem nicht unmöglich macht und daß frisches Wasser über solchem Sediment stehen kann. Wenn solche stinkende Mudde nur standfest genug ist, so wird sie auch besiedelt. In der bewegten Ostsee kann sich gar kein Schwefelwasserstoff am Grund ansammeln. Das Wasser wird ständig bis auf den Grund durchlüftet und bei der nachgewiesenen Wasserbewegung im Posidonienschiefer-See war hier das Gleiche der Fall.

Die vorzügliche Erhaltung der Wirbeltiere im Schiefer mag durch Schwefelwasserstoff begünstigt sein. WEIGELT spricht von dessen „konservierender Wirkung“. Dieser Schwefelwasserstoff wirkte aber nach der Einbettung. Die gute Erhaltung ist gerade ein Beweis für die rasche Sedimentation, die damals geherrscht haben muß. Die Tiere wurden vor der Verwesung oder höchstens in schwach verwestem Zustand eingebettet.

Es zeigt sich nichts, was den Vergleich mit dem Schwarzen Meer notwendig macht. Für das Posidonienschiefer-See gibt es kein rezentes Vergleichsobjekt, das alle Erscheinungen restlos klären würde. Es lassen sich aber an Hand der rezenten Flachseebeobachtungen viele Erscheinungen dieses Meeres kritisch betrachten. DORN hat mit Recht vor allzu-rascher Übertragung rezenter Beobachtungen auf fossile Verhältnisse gewarnt. Aber auch ein Vergleich des Lias-Epsilon-Meeres mit dem Schwarzen Meer oder ähnlichen Räumen mit einer schwefelwasserstoffreichen Unterzone wäre eine solche Übertragung. Gerade im Hinblick auf den Lias-Epsilon zeigt sich, wie brauchbar und unentbehrlich rezente Flachseebeobachtungen sind. Sie schützen vor der Zuflucht zu Vergleichen, die ohne sie gar nicht beurteilt werden können.

#### 4) Der Wohnraum der *Pseudomonotis*-Muschel.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen über das Posidonienschiefer-See können wir uns der Frage nach dem Wohnraum der *Pseudomonotis*-Muschel zuwenden. Daß dieser nicht mit dem Ort ihres heutigen Vorkommens zusammenfiel, geht daraus hervor, daß man, wie erwähnt, ausschließlich linke Klappen findet. Die linke Klappe ist aber stärker gewölbt als die rechte, so daß erstere der Verfrachtung viel leichter unterliegt als letztere. Wohin die rechten Klappen gekommen sind, ist unbekannt. Eine Trennung und gesonderte Verfrachtung von Muschelschalen ist an der Nordsee eine oft beobachtete Tatsache. Wie in rezenten Fällen, so wird man auch im vorliegenden fossilen Fall eine Zerstörung der einen Klappe annehmen müssen. Bei vielen *Pseudomonotis*-Arten scheint die ausschließliche oder fast alleinige Erhaltung der linken Klappe allgemein zu sein. Nach DIENER trifft man z. B. in den Werfener Schichten sehr häufig linke Klappen von *Pseudomonotis clarai*, wogegen ihre rechten Klappen nur selten gefunden werden. Das Gleiche gilt nach DIENER von *Pseudomonotis ochotica*. Nach PHILIPPI wurde von *Pecten*

*albertii* im Muschelkalk „noch nie eine flache Schale gefunden“ (S. 89). Diese Muschel ist ähnlich gebaut wie *Pseudomonotis substriata*.

Die Dünnschaligkeit von *Pseudomonotis substriata* ist möglicherweise eine Anpassung an feinkörnigen Grund. Kalk hätte zum Bau einer kräftigeren Schale genügend zur Verfügung gestanden. Ein Beweis, daß das Wasser am Wohnraum nur wenig bewegt war, ist die Dünnschaligkeit nicht unbedingt. Es gibt auch an der Nordsee im stark bewegten Wasser Muscheln mit dünnen Schalen, allerdings immer zusammen mit stärkeren Schalentieren, worauf bereits PRATJE hinweist. Der Erhaltungszustand der *Pseudomonotis*-Schalen ist in allen mir bekannten Fällen sehr gut. Trotzdem kann daraus nicht ohne weiteres auf einen kurzen Verfrachtungsweg geschlossen werden. Schalen werden i. a. Bearbeitungsspuren zeigen, wenn sie längere Zeit am Meeresboden bewegt und durch Reibung mit dem Sediment oder aneinander abgeschleudert worden sind. Der schlickige Grund des Posidonienschiefer-Meeres konnte nennenswerte mechanische Wirkungen auf die *Pseudomonotis*-Schalen aber kaum ausüben. Diese wurden infolge ihres geringen Gewichtes schon bei verhältnismäßig geringer Wasserbewegung aufgewirbelt und so wirksamer Bearbeitung entzogen. Kleine dünne Schalen verhalten sich in dieser Hinsicht wohl ähnlich wie Sandkörner, die zur mechanischen Bearbeitung durch bewegtes Wasser eine gewisse Mindestgröße besitzen müssen. Körner unter 0,75 mm Durchmesser werden nicht mehr abgerollt, sondern schon bei geringer Wasserbewegung aufgewirbelt. Wenigstens gilt dieses Maß äußerster Bearbeitung, wenn das Sediment überhaupt aufgewirbelt wird. Es ist aber nicht nötig, daß jede Wasserbewegung auch wirklich Sediment aufwirbelt, auch wenn es sehr feinkörnig ist. Die von TRUSHEIM im Wattenmeer beobachtete Ausbildung von Rippeln im Schlick zeigt dies in deutlicher Weise.

*Pseudomonotis* braucht als Byssusträger eine Möglichkeit zum Anheften. Vielleicht standen dazu an einigen Stellen Tange zur Verfügung, unter Umständen auch Treibholz. Fehlt solche Anheftungsmöglichkeit, so können sich die Tiere gegenseitig festspinnen. Aber auch in diesem Fall siedeln sich rezente Byssusträger nicht auf Schlick an, nicht einmal auf dem Wattenschlick der Nordsee<sup>1)</sup>, der viel standfester ist, als man vom Schieferschlick des Posidonienschiefer-Meeres annehmen darf. Dieser kommt als Siedlungsraum für *Pseudomonotis substriata* nicht in Betracht. Es bliebe also als Lebensraum das Gebiet des Kalkschlicks und das feinsandige Küstengebiet. Würde man nur das sandige Randgebiet als Wohnraum annehmen, so wäre in diesem Fall zu erwarten, daß bei der Verfrachtung der Schalen nicht nur diese beckenwärts bewegt wurden, son-

<sup>1)</sup> Es sei denn, daß Stücke von Muschelbeeten (*Mytilus*) losgerissen und auf Schlick getrieben werden. Auf solchen können sich neue Tiere ansiedeln und festspinnen. Die größten *Mytilus*-Beete sind aber auf dem Sandwatt. Der Schlick in ihrer Umgebung wurde erst nach der Ansiedlung abgelagert, weil die Beete als Schlickfänger auftreten.

dern auch der Sand mit ihnen. Wenn man den Muscheln das Kalkschlickgebiet als Wohnraum zuordnet, so war hier die Wasserbewegung noch stark genug, die Schalen zu verfrachten. Sie hätte also auch Sand bewegen können. Das bedingt aber nicht, daß wirklich Sand aus dem Küstengebiet in den Ablagerungsraum der Schalen gefördert wurde. Denn der Sand bleibt am Rand und wird von der Flut küstenwärts bewegt. Er unterliegt dem Küstenversatz, und wird überhaupt nicht beckenwärts bewegt, selbst wenn an sich die Wasserbewegung kräftig genug gewesen wäre.

Nun ist bei diesen Überlegungen auch die gewölbte Form der Schalen zu berücksichtigen, die die Verfrachtungsfähigkeit nach der günstigen Seite beeinflußt haben wird. Außerdem werden von den rezenten Muschelbeeten oft große Stücke abgerissen, wie sich an der Nordsee oft beobachten läßt, und die mit dem Byssus aneinanderhängenden Tiere werden schwimmend verfrachtet. Das mag auch im hier betrachteten fossilen Fall manchmal eingetreten sein. Vielleicht wurde ein Teil auch mit Tang oder Treibholz verfrachtet.

Die durchweg sehr gute Erhaltung spricht für kurzdauernde Bewegung, auch wenn man den weiter oben angeführten möglichen Einwand bezüglich der Abnützung bei der Verfrachtung berücksichtigt. So suche ich den Wohnraum im Gebiet des randnahen Kalkschlicks.

### 5) *Pseudomonotis* im Verhältnis zur übrigen Fauna.

Die ungeheuer weite Verbreitung einer einzigen Art in so großen Mengen legt die Vermutung nahe, daß nur diese eine Art, wenn auch nicht den alleinigen, so doch einen großen Teil der Tierwelt ausmachte. Wir werden nun noch sehen, daß die Anreicherung von Schalen zu so großen Massen, wie sie vom Westrand der nördlichen Frankenalb beschrieben worden sind, erst durch selektive Kräfte möglich war. Die normale Schalenführung ist die, wie sie vom Ostrand der Frankenalb beschrieben wurde, und diese Fazies liegt den zunächst folgenden Betrachtungen zugrunde. Aber auch dann bleibt, wenn man größere Gebiete in Betracht zieht, das Vorkommen dieser einzigen Art immer noch außergewöhnlich mengenhaft. Andere Faunenbestandteile fehlen aber durchaus nicht vollkommen. *Dactylioceraten* und *Belemniten* sind sogar verhältnismäßig häufig. Immerhin ist die Frage aufzuwerfen, ob aufbereitende Vorgänge bei der Sedimentation zu einer Trennung der Arten führten. In Franken tritt *Dactylioceras* zuweilen bankbildend auf. KRUMBECK betrachtet auf Grund seiner stratigraphischen Untersuchungen wohl mit Recht diese Bank als eine fazielle Vertretung der *Monotis*-Bank. Rein mechanisch läßt sich wohl vorstellen, daß Strömungen örtlich zu einer Anreicherung von *Dactylioceraten* führten. Die große Individuenfülle erklären aber aufbereitende Vorgänge allein nicht. Dazu ist die *Monotis*-

Bank zu weit verbreitet und ihre fazielle Vertretung durch die *Dactylioceras*-Bank zu örtlich. Wir müssen annehmen, daß diese kleine Muschel die randnahen kalkigen Gebiete in ungeheurer großer Zahl besiedelte. Der Grund für eine so plötzliche Entwicklung kann in den allgemeinen Lebensbedingungen liegen. Wenn für eine Fauna ungünstige Lebensverhältnisse eintreten und nur eine oder einige wenige Arten diesen gewachsen sind, so können sich diese Arten bei genügend Vorhandensein von Nahrung in ungeheurer Individuenfülle entwickeln. Einen solchen, wenn auch örtlich begrenzten Fall hat JESSEN aus der Nordsee von der Insel Amrum beschrieben. Im Westen dieser Insel leben nach ihm gegen 50 Molluskenarten, im Osten dagegen gibt es nur *Mytilus*, *Litorina* und *Hydrobia*, diese drei aber in außerordentlichen Mengen. Die Ursache dafür sucht JESSEN in den schlechten Lebensverhältnissen, die hier für den übrigen Teil der Fauna herrschen. Man könnte im vorliegenden fossilen Fall ähnliches annehmen. Dann müßten aber Vorgänge, die auf die übrige Fauna derart gewirkt hätten, in einem sehr großen Teil des Meeres gleichzeitig eingetreten sein. Ein solcher Vorgang müßte sich in der Fossilführung des Gesteins unbedingt bemerkbar machen. Das ist aber nicht der Fall. Es wäre auch nicht einzusehen, warum nur in diesem zeitlich so beschränkten Teil von Lias-Epsilon für den größten Teil der Fauna mit fast alleiniger Ausnahme von *Pseudomonotis substriata* derart weit verbreitete ungünstige Lebensbedingungen eingetreten sein sollen. Denn den Ablagerungen nach zu schließen, wiederholten sich gleiche äußere Bedingungen im Verlauf von Lias-Epsilon und *Pseudomonotis substriata* gibt es im ganzen Posidonien-Schiefer. Was also die große Individuenfülle letzten Endes bedingt hat, gibt sich in den Ablagerungen heute nicht mehr kund. Immerhin ist bemerkenswert in diesem Zusammenhang, daß nach HAUFF im Ober-Epsilon keine Wirbeltiere, weder Saurier noch Fische vorkommen. DORN hat diese Tatsache auf eine im Ober-Epsilon den unteren Stufen gegenüber langsamere Sedimentation zurückgeführt, die einen Zerfall der Tierleichen nach sich zog. Man kann auch annehmen, daß für diese Tiergruppen ungünstige Lebensverhältnisse eintraten, die unter Umständen auch die übrige Fauna beeinflussten. Wenn diese Tatsache aber mit dem Aufblühen von *Pseudomonotis substriata* zusammenhinge, müßte diese Muschel im ganzen Ober-Epsilon massenhaft vorkommen, wenn man nicht annehmen will, daß nur an der Wende Mittel—Ober-Epsilon die Lebensbedingungen die Wirbeltiere vertrieben und daß sie dann nur noch ganz vereinzelt in jene Meeresgründe zurückkehrten.

Die manchmal in verschiedenen Horizonten der Posidonien-Schiefer auftretenden pflasterähnlichen Anreicherungen von *Pseudomonotis substriata* dürften nicht auf durch Lebensverhältnisse geschaffene Individuenfülle, sondern auf selektive Anreicherung durch Meeresströmungen zurückzuführen sein. Daß solche Strömungen vorhanden waren, wurde bereits klargelegt.

## 6) Die Sedimentationsgeschwindigkeit.

Die Mechanik der Sedimentation im Posidonienschiefer-Meer muß vor einer Darstellung der Umstände, die die *Monotis*-Bank bildeten, erläutert werden. Die Bituminierung der Schiefer hat schon WEPFER auf eine sehr rasche Sedimentation zurückgeführt. DORN kommt auf Grund der Erhaltung der Fauna zu dem gleichen Ergebnis. In der Frage der Sedimentationsgeschwindigkeit bringt uns der Aufschluß Mistelgau einen Schritt weiter. Die von dort beschriebenen Pyritlinien dürften auf folgende Art entstanden sein: Die Pyrite entstanden durch den Schwefelwasserstoff, der bei der Verwesung von Weichteilen frei wurde. Daß die Rostren nicht für sich allein ohne anhaftende Weichteile angefrachtet wurden, geht schon aus der Tatsache der stets engen Verknüpfung von Pyrit und Belemnitenrostren hervor. Es läßt sich das auch aus der unregelmäßigen Lagerichtung dieser Rostren schließen, denn eine Strömung, die Belemnitenrostren linienhaft anreichern kann, hätte wahrscheinlich auch die Kraft besessen, diese kegelförmigen Gebilde einzusteuern. Die in Verwesung begriffenen Tierkörper mußten aber alsbald eingebettet werden, da sonst der zur Pyritbildung nötige Schwefelwasserstoff entwichen wäre. Denn zu seiner Ansammlung über dem Meeresboden wäre die Wasserbewegung, die Belemniten so zusammenschwemmen konnte, zu stark gewesen. Es kann sich bei den Pyritknollenlinien auch nicht um Zusammenschwemmungen von bereits einmal eingebetteten Rostren und Eisensulfidkonkretionen im Sediment handeln, da die Pyrite dann auch einmal allein zu erwarten wären. Sicher spricht aber gegen diese Ansicht, daß die Belemniten zum Teil in den Pyriten stecken. Die Sedimentation muß in dem vorliegenden Fall so rasch vor sich gegangen sein, daß die Rostren mit noch anhaftenden Weichteilen eingebettet werden konnten.

Einigen Aufschluß über die Art der Sedimentation gibt uns auch die Stellung und Art der Anhäufung von *Pseudomonotis*-Schalen in der schalenarmen Fazies der *Monotis*-Bank am Ostrand der Fränkischen Alb.

Die Lage gewölbt-oben ist das Gewöhnliche. Zum Kippen so leichter Schalen in diese stabile Lage ist kaum eine Kraft erforderlich. Gewölbt-unten liegen die Muschelschalen immer in kleinen und kleinsten Mulden angereichert. Es wirkten eben geringe Unebenheiten des Untergrundes als Sedimentfallen im Sinne von W. QUENSTEDT. Die Schalen wurden über den Boden bewegt und im Stromschatten solcher Fallen entsprechend dem FUCHS'schen Versuch sedimentiert. — Wo sich die Schalen gegenseitig hindern konnten, ist von vornherein jede Lage möglich. An den Stellen, wo rein örtlich auf kleinstem Raum die Bedingungen eines selektiv-positiven Sedimentgefälles gegeben waren, überwiegt die stabile Einbettungslage mit der Wölbung nach oben. Nun beobachtet man aber sehr oft nur eine einzige Schale für sich in beliebiger Stellung im Gestein. W. QUENSTEDT hat für derartige Fälle mehrere Gründe in Erwägung ge-

zogen. Nach ihm ist eine beliebige Stellung möglich, wenn eine Schale zufällig auf unebenem Untergrund zur Ablagerung kommt. Es liegen aber in der *Monotis*-Bank vereinzelt Schalen ohne jede Lagebeziehung zueinander oft auf 1 bis 2 cm Entfernung nebeneinander, so daß man ein äußerst unregelmäßiges Relief des Untergrundes schon auf kürzeste Entfernung annehmen müßte, was unwahrscheinlich ist. Es waren auch in der schalenarmen Fazies der *Monotis*-Bank immerhin genügend Schalen vorhanden, so daß kleine Vertiefungen des Grundes als Sedimentfallen stets von mehreren Schalen ausgefüllt worden sind, wie wir oben gesehen haben. Anders ist es, wenn die Sedimentation so rasch vor sich ging, daß das Relief des Meeresbodens auf kleinstem Raum schon gewechselt hatte, bevor nach der Ablagerung einer einzigen Schale weitere in die Vertiefungen gelangen konnten. Diese Möglichkeit erscheint mir sehr wahrscheinlich. Denn eine andere, von W. QUENSTEDT für unregelmäßige Lage von Muschelschalen herangezogene Ursache, nämlich das Versacken von Schalen in weichem Sediment, kommt für die leichte *Pseudomonotis substriata* bei der Zähigkeit, die Kalkschlick besitzt, nicht in Betracht. Eher läßt sich noch annehmen, daß manche *Pseudomonotis*-Schale mit dem Sediment bewegt worden ist und sich deshalb in beliebiger Stellung im Gestein befindet, zumal diese Annahme auch für bereits bewiesene starke Wasserbewegung spricht.

### 7) Die Bildung der schalenarmen Fazies.

Zusammenfassend stellen wir also fest: In bewegtem Wasser wurden die linken *Pseudomonotis*-Schalen aus dem Wohnraum der Muscheln in Meeresgründe verfrachtet, wo vorwiegend selektiv-positives Sedimentgefälle herrschte und wurden dabei in einem der Küste parallelen Saum angereichert. Sie wurden vorwiegend in kalkigen Schlick eingebettet, erfüllten vielleicht aber auch zum Teil den bituminösen Schlamm, der bereits distal jener für die Kalkbildung optimalen Zone gelegen war. Es entstand auf diese Weise die verhältnismäßig schalenarme Fazies der *Monotis*-Bank, wie wir sie besonders ausgeprägt zuerst am Ostrand der nördlichen Frankenalb kennengelernt haben. Nur in manchen Aufschlüssen ist sie auch in diesem Gebiet etwas schalenreicher und gleicht dann mehr dem Typus des Westrandes der Frankenalb, was wohl auf schmale Meeresströmungen zurückzuführen sein dürfte. Daß gerade am Ostrand der Frankenalb schmale Strömungen vorhanden waren, beweist der Aufschluß Krickelsdorf, dessen Sandlinsen SPERBER auf Meeresströmungen zurückgeführt hat.

Die ungeheuer starke Anreicherung von Schalen in der Fazies des Westrandes der nördlichen Frankenalb würde aber durch solche Vorgänge allein nicht befriedigend erklärt. Fossilanhäufungen dieser Art haben ihre Ursache in äußeren regionalen Vorgängen.

### 8) Die Bildung der schalenreichen Fazies.

POMPECKJ hatte den Übergang der Schiefer in Sandsteine im Regensburger Gebiet bereits als durch eine Regression des Meeres verursacht angesehen. Diese Regression muß um die Wende Mittel—Ober-Epsilon ihr größtes Ausmaß erreicht haben. Nur durch sie läßt sich die Anreicherung von Schalen zu der schalenreichen Fazies der *Monotis*-Bank erklären. Durch die Verflachung trat nämlich für die küstennahen Gebiete negatives Sedimentgefälle ein. Distal ging dieses in ein selektiv-negatives über. Das heißt, übertragen auf die in Rede stehenden Ablagerungen: In den randlichen Teilen wurden die Sedimente samt den darin enthaltenen Schalen entfernt, in weiterer Entfernung von der Küste wurden die Schalen abgelagert, alle feineren Teile aber weitergeführt. Dazu kamen aber noch die schon ursprünglich hier vorhandenen Schalen, die nicht verfrachtet, aber doch durch die Wegführung der anorganischen Sedimentteile angereichert wurden. Es entstand eine marine Lesedecke, eben die schalenreiche Fazies der *Monotis*-Bank, wie sie am Westrand der nördlichen Frankenalb in so großartiger Entwicklung auftritt. Die Regression i. e. S., also in Bezug auf die Breite des wirklich trockenlaufenden Gebietes, war auf das Randgebiet beschränkt, ihre Wirkung auf die Sedimente aber infolge der Verminderung der Höhe der über diesen stehenden Wassersäule regional. Die *Monotis*-Bank ist ein ausgezeichnetes Beispiel für Vorgänge, die v. FREYBERG (1930) an der Mangroveküste Brasiliens gesetzmäßig erfaßte, indem er „... für die zur Pflasterbildung nötige Anreicherung ein selektiv-positives Sedimentgefälle, das alle Sedimente, die feiner sind als die Schalen, weiterführt, oder eine vorausgegangene Phase selektiv-negativen Gefälles, die solche älteren Sedimente entfernt und Schalenlesedecken zurückläßt ...“ verantwortlich macht.

### 9) Die Verbreitung der Faziesarten.

Wir dürfen also die schalenreiche Fazies der *Monotis*-Bank wie die schalenarme nur in einer bestimmten der Küste parallelen Zone erwarten, eben wo selektiv-negatives Sedimentgefälle herrschte. Weiter im Innern herrschte vorwiegend positives Sedimentgefälle, das nicht zu Schalenanreicherung führen kann. Damit stimmt überein, daß sich in den Aufschlüssen bei Freiburg und Langenbrücken keine *Monotis*-Bank findet. Am beckenwärts gelegenen Rand des schalenreichen Saumes müßte man gegen das Beckeninnere eine Anordnung der Schalen nach Korngrößen und eine allmähliche Abnahme der starken Schalenführung erwarten. Nun ist das Übergangsgebiet aber nur mehr in einem Teil von Württemberg (zwischen Holzmaden und Reutlingen) erhalten. Bei Göppingen, also dem äußersten Punkt der schalenreichen Fazies ist die Mächtigkeit der Bank schon sehr schwach gegenüber Franken. Es haben aber Strömungen, örtlich wechselnde Wassertiefe, gegenseitige Behinderung der

Schalen beim Transport, Fallenwirkung u. a. die Grenzen nicht schematisch genau zur Ausbildung kommen lassen, weshalb Schalen verschiedener Größe nebeneinander sedimentiert wurden. Das Auftreten der „Kloake“ (Bank mit viel Fischschuppen und -zähnen, sowie Wirbeltierbruchstücken) gerade im Gebiet um Holzmaden als Fazies der *Monotis*-Bank (nach HAUFF) dürfte aber darauf zurückzuführen sein, daß diese leicht beweglichen Gebilde weiter ins Beckeninnere verfrachtet und erst später angereichert wurden als die *Pseudomonotis*-Schalen.

Bei der Regression wurde nur der sehr randnahe Teil der schalenarmen Fazies aufgearbeitet. Ein großer Teil ist noch vorhanden und liegt dann unter der schalenreichen Bank. Daß das regredierende Meer die Kalkbank der schalenarmen Fazies nur im randnahen Gebiet aufarbeiten konnte, erhärtet meine schon oben gesagte Meinung über die rasche diagenetische Verfestigung von Kalkschlick. Das Meer vermochte nur die noch weichen Teile des küstenferneren Teils der Bank aufzuarbeiten und so entstand die Form der Oberfläche der *Monotis*-Bank von Mistelgau. Der untere Teil der Bank war hier schon diagenetisch erhärtet, wobei die Grenze gegen den oberen noch verhältnismäßig weichen Teil in welliger Form verlief, die bei der Regression durch das Wasser freigelegt wurde. Der erhärtete Kalk selbst wurde überhaupt nicht angegriffen. Die Stärke der Wasserbewegung läßt sich daraus ungefähr ermessen.

Die Breite des Saumes mit der schalenreichen Fazies der Bank beträgt ungefähr 25 km. Wir beobachten diese Zone im westlichen Teil der Schwabenalb nördlich der Donau (Abb. 1). Östlich davon taucht sie unter den Albkörper unter. Das Reutlingen-Holzmadener Gebiet liegt bereits distal dieser Zone mit selektiv-negativem Sedimentgefälle. Hier fehlt deshalb die *Monotis*-Bank. Erst zwischen Göppingen und Aalen kommt dieser Schillausum wieder zu Tage, um nördlich vom Ries in einem großen Bogen sich der Frankenalb zuzuwenden. Das fast vollkommene Fehlen von Kalkbänken im Posidonien-Schiefer des Rieses (Fünfstetten), wie das Fehlen der *Monotis*-Bank spricht dafür, daß im Ries und nördlich davon eine breite Schwelle die Sedimentgefällszonen nach Norden verschob. Diese Schwelle muß ziemlich breit gewesen sein, denn sie macht sich noch im Gebiet der südlichen Frankenalb weit bemerkbar. Hier kam, wie im Ries, die *Monotis*-Bank schon ursprünglich (in der schalenarmen Fazies) nicht zur Ablagerung, da die Küstennähe zu groß war. Für große Küstennähe spricht auch die geringe Zahl der Kalkbänke innerhalb der Schiefer dieses Gebietes. Die *Monotis*-Bank in ihren beiden Faziesarten lag nördlich vom heutigen Nordrand des Lias-Epsilon in diesem Gebiet und ist längst der Abtragung zum Opfer gefallen. Daß in dieser Gegend die Abtragung viel weiter vorgeschritten ist als in der nördlichen Frankenalb, hat auch DORN auf Grund seiner Untersuchungen über die fränkischen Schwammriffe dargetan. Hier sind die um ein im Ansbacher Gebiet liegendes Trockengebiet saumartig angelegten Riffe des Malm-Beta durch



ist die schalenarme Zone am Ostrand der Frankenalb. An diese Zone mit der schalenarmen Fazies schließt sich das noch randnähere Gebiet ohne *Monotis*-Bank an. Diesem Gebiet gehört ein Teil des Klettgaus, das Ries-Gebiet und ein großer Teil der südlichen Frankenalb an.

Daß die schalenarme Zone viel breiter ist als die schalenreiche hat wohl seinen Grund darin, daß die Ausdehnung der ersteren nicht allein durch die Transportkraftverhältnisse des Meeres, sondern auch durch die große Ausdehnung des Wohnraums der *Pseudomonotis*-Muschel bedingt wird, während die schalenreiche Ausbildung nur durch die Sedimentationsverhältnisse und das Ausmaß der Regression geregelt wurde. Die Breite der schalenarmen Zone ist wohl wegen der verschiedenen starken Ausbreitung der *Pseudomonotis*-Muschel schon zu ihren Lebzeiten schwankend, weshalb ihre Distalgrenze in der Abbildung nicht dargestellt werden konnte. Der Verlauf ihres küstennahen Randes war durch Abtragung bei der Regression bestimmt. Er ist heute aber nicht mehr erhalten.

Nach diesen Ausführungen verstehen wir auch, warum zuweilen (Bamberger Gebiet) zwei *Monotis*-Bänke übereinander zu beobachten sind. Die schalenarme Bank wurde bei der Regression ja nur in ihren randlichen Teilen aufgearbeitet. Die mehr beckenwärts gelegenen wurden auch bei der durch die Regression bedingten stärkeren Wasserbewegung nur angegriffen, soweit sie noch nicht diagenetisch erhärtet waren. Zum Teil war die schalenarme Bank in ihren distalen Teilen von Schiefer überdeckt, auf den sich nun der Schill bei der Bildung der schalenreichen legte. Da wir gesehen haben, daß die *Dactylioceras*-Bank faziell die schalenarme *Monotis*-Bank vertritt und durch Frachtsonderung zu erklären ist, kann auch sie unter der schalenreichen Bank liegen. Da aber bei der Entstehung der schalenreichen Bank solche Frachtsonderung ebenfalls eingetreten ist, kann eine *Dactylioceras*-Bank auch über der schalenarmen Bank liegen. Sie vertritt in diesem Fall die schalenreiche Bank. Es wäre sogar möglich, daß zwei *Dactylioceras*-Bänke übereinander vorkommen, was bis jetzt aber nicht beobachtet ist.

Soweit die *Dactylioceras*-Bank als Fazies der schalenarmen Bank erkannt wurde, wurde sie bei der Regression nicht zerstört. Selbst im küstennahen Gebiet der Sandablagerung (Irlbach, Bruck) ist sie erhalten. Wahrscheinlich war die Erhöhung der Transportfähigkeit des Wassers durch die Regression zwar so groß, die dünnen leichten *Pseudomonotis*-Schalen zu verfrachten, aber nicht die schweren, zu jener Zeit schon mit Sand erfüllten Gehäuse der *Dactylioceras*.

#### 10) Die Erhaltung der *Monotis*-Bank und die Transgression im Ober-Epsilon.

Daß die *Monotis*-Bank erhalten wurde, verdanken wir der nach dieser Regression wieder vorschreitenden Transgression. „Die Erhaltung der Pflaster ist natürlich nur in Räumen mit positivem Sedimentgefälle mög-

lich“ (v. FREYBERG 1930, S. 87). Jetzt wurde die Bank (in den distalen Teilen die schalenreiche, in den proximalen die schalenarme Fazies, die von Sedimenten befreit war) von Schlick überdeckt. In entgegengesetzter Richtung als die Transgression vorschritt, muß diese Überdeckung an Mächtigkeit zunehmen, da ja die distalen Gebiete länger und ausgiebiger mit Sedimenten beliefert wurden als die proximalen. Auf kleinem Raum hat einen rezenten Fall solcher Überschlickung durch Transgression JESSEN beobachtet. Ein Muschelpflaster an der Küste Amrums war nach ihm in 12 m Entfernung vom Kliffstrand mit 5 cm, bei 17 m Entfernung mit 8 cm und bei 22 m Entfernung mit 15 cm Schlick bedeckt (S. 57). Die Mächtigkeit von Ober-Epsilon reiht sich den Vorgängen gut ein (vgl. Abb. 2). Am Westrand der nördlichen Frankenalb ist es im Staffelsteiner Gebiet etwa 4 m mächtig, in der Erlanger und Neumarkter Gegend rd. 1,5 m. Im Bayreuther und im Amberger Gebiet ist es aber stets nur rd. 0,5 m mächtig. Entsprechend sind die Verhältnisse in der Schwäbischen Alb.

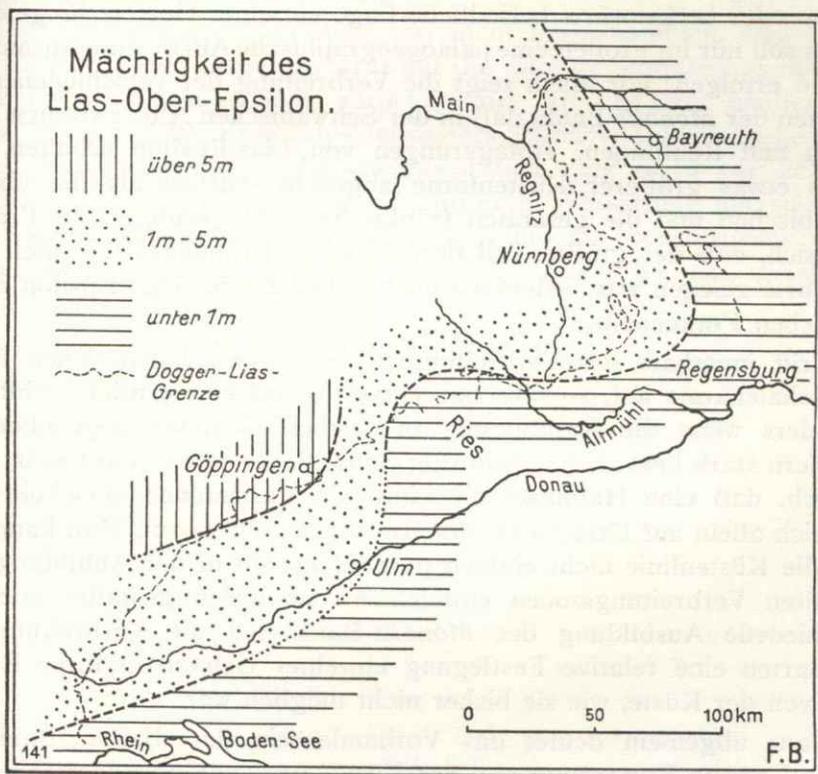


Abb. 2

Die Mächtigkeit von Ober-Epsilon entspricht den Vorgängen nach der Bildung der *Monotis*-Bank. Infolge der Transgression nach ihrer Ablagerung wurden die randnahen Gebiete erst später und deshalb weniger ausgiebig mit Sedimenten beliefert als die weiter beckenwärts gelegenen Teile des Beckens.

Bei Holzmaden-Boll schwillt Ober-Epsilon auf 7 m Mächtigkeit an (so weit es vollständig erhalten ist), bei Reutlingen ist es nach HAUFF sogar 10 m mächtig. Bis in das Gebiet des Donau-Rheinzuges nimmt es auf 1,2 m Mächtigkeit ab (nach SCHALCH), um im Klettgau noch weniger zu betragen.

Die Anzahl der Kalkbänke in den einzelnen Profilen reiht sich entsprechend den über die Kalkbildung gemachten Ausführungen den Fazieszonen der *Monotis*-Bank gut ein. In den Gebieten der schalenarmen Fazies sind es durchschnittlich drei, gegen bis acht in den mehr distal gelegenen Gebieten mit der schalenreichen Fazies. In der an diese Zone beckenwärts anschließenden ohne Schalenanreicherung nimmt die Kalkführung wieder ab.

### C. Paläogeographie.

In den zuletzt gemachten Ausführungen wurde schon auf die mehr küsten- oder beckenwärts befindliche Lage einzelner Gebiete hingewiesen und es soll nur im großen eine paläogeographische Auswertung zusammenfassend erfolgen. Vor allem zeigt die Verbreitung der verschiedenen Faziesarten der *Monotis*-Bank, daß in der Schwäbischen Alb (zwischen Holzmaden und Reutlingen) Ablagerungen von Lias-Epsilon erhalten sind, die in etwas größerer Küstenferne abgesetzt wurden als die übrigen schwäbischen und die gesamten fränkischen Ablagerungen. In Franken zeigt sich, daß der größte Teil der südlichen Frankenalb ziemlich nahe der Küste gelegen war, jedenfalls noch näher als der Lias-Epsilon in der nördlichen Frankenalb.

Tritt innerhalb des Verbreitungsgebietes der schalenreichen Fazies eine schalenarme auf, so läßt das entweder auf eine Untiefe schließen, besonders wenn die Kalkbildung in solchen Gebieten gegenüber den Schieferen stark hervortritt (Altdorfer Schwelle STAHL's!), oder es ist auch möglich, daß eine Halbinsel die einzelnen Fazieszonen verschob. Dies läßt sich allein auf Grund der *Monotis*-Bank nicht sagen. Man kann deshalb die Küstenlinie nicht einfach parallel zu den in der Abbildung dargestellten Verbreitungszonen einzeichnen. Immerhin gestattet aber die verschiedene Ausbildung der *Monotis*-Bank und die Verbreitung der Faziesarten eine relative Festlegung einzelner Gebiete in ihrer Entfernung von der Küste, wie sie bisher nicht möglich war.

Ganz allgemein deutet das Vorhandensein der *Monotis*-Bank auf nicht allzuweite Entfernung von der Küste. Auch die norddeutschen Vorkommen dürften sich bei genauerer Untersuchung entsprechend auswerten lassen wie die süddeutschen.

### Zusammenfassung.

Die *Monotis*-Bank in den Posidonien-Schiefen des Lias-Epsilon ist in zwei zeitlich wenig voneinander getrennten Faziesarten ausgebildet: einer schalenreichen und einer schalenarmen Fazies.

Die erstere Fazies verdankt ihre Entstehung einer größtenteils durch selektive Sedimentation hervorgerufenen Anreicherung von Schalen der in großer Individuenfülle lebenden *Pseudomonotis substriata*. Die schalenreiche Fazies entstand im Verlauf einer Regression des Meeres durch teilweise Zerstörung der schalenarmen Fazies und Anreicherung der Schalen weiter beckenwärts. Beide Ausbildungsweisen sind in breiten Säumen parallel zur Küste in der Fränkischen und Schwäbischen Alb zu verfolgen. Die Verbreitung beider Faziesarten gestattet einen Vergleich von Profilen hinsichtlich ihrer mehr becken- oder küstenwärts gelegenen Vorkommen und läßt sich dementsprechend paläogeographisch auswerten. Es zeigt sich, daß in Schwaben küstenfernere Sedimente des Lias-Epsilon erhalten sind als in Franken.

Das Posidonienschiefer-Meer war nicht lebensfeindlich. Das Fehlen des Benthos in den Schiefen wird auf die geringe Standfestigkeit dieser gegenüber dem Kalkschlick zurückgeführt, an den das benthonische Leben gebunden ist. Eine schwefelwasserstoffreiche Unterzone des Meeres ist nicht anzunehmen. Die Sedimentation ging rasch vor sich. Die Ausfällung von Kalk war in einer mittleren Wassertiefe am stärksten. Gegen den Rand des Meeres tritt die Kalkbildung ebenso zurück wie im Beckeninnern. Deshalb läßt sich die Kalkführung bei paläogeographischen Vergleichen mit auswerten.

## Schriftenverzeichnis.

- AMMON, L. VON: Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth-Treuchtlinger Linie. — Geogn. Jh., 16, München 1903, ersch. 1905.
- BAADER, A.: Über die lithologische Gliederung und die chemische Natur der Posidonien-schiefer am Westrande des Jura in Mittelfranken und Oberfranken. Diss. Erlangen 1921 (Manuskript).
- BECHTER, P.: Beiträge zur Stratigraphie des Lias im Aalener Gebiet unter besonderer Berücksichtigung von Lias-a. Diss. Tübingen 1924 (Manuskript).
- BERZ, K. C.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Württemberg. Blatt Wehingen-Wilflingen. Stuttgart 1933.
- BEURLEN, K.: Einige Bemerkungen zur Sedimentation in dem Posidonien-schiefer Holzmadens. — Jahresb. u. Mitt. d. Oberrh. Geol. Ver., N. F., 14, Stuttgart 1925.
- BODE, A.: Über Orthopteren und Neuropteren aus dem oberen Lias von Braunschweig. — Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst., 25, Berlin 1904, ersch. 1907.
- BRANDES, TH.: Die faziellen Verhältnisse des Lias zwischen Harz und Eggegebirge mit einer Revision seiner Gliederung. — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 33, Stuttgart 1912.
- BRÄUHÄUSER, M.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Aalen. 3. Aufl. Stuttgart 1933.
- BÜCKLE, E.: Die geologische Gliederung des mittleren Steinlachteales. Diss. Tübingen 1913.
- BURKHARDSMAIER, H.: Die geologische Gliederung der Umgegend von Betzingen-Reutlingen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 65, Stuttgart 1909.
- DEECKE, W.: Geologie von Baden. Teil I. Berlin 1916.
- DEHM, R.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Monheim. — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 67, Abt. B, Stuttgart 1931.
- DENCKMANN, A.: Studien im deutschen Lias. — Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst., 13, Berlin 1892, ersch. 1893.
- DIENER, C.: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig u. Wien 1925.
- DORN, P.: Untersuchungen über fränkische Schwammriffe. — Abh. d. Geol. Landesunters. am Bayer. Oberbergamt, H. 6, München 1932.  
— Paläogeographische Studien über das jurassische Posidonien-schiefermeer Deutschlands. — Tübinger naturw. Abh., 15, Stuttgart 1936.
- ENGEL, TH.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl., Stuttgart 1908.
- FABER, G.: Beitrag zur Kenntnis des Posidonienmeeres. — Monatsb. Ges. Luxemburger Naturfreunde, N. F., 25, Luxemburg 1931.
- FISCHER, E.: In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 68, Stuttgart 1912.
- FREYBERG, B. VON: Zerstörung und Sedimentation an der Mangroveküste Brasiliens. — Ber. d. kais. Leopold. Akad. d. Naturf. z. Halle, 6, Walther-Festschrift, Leipzig 1930.  
— Die Röt-Muschelkalkgrenze bei Eisfeld (Thür.). — Geol. u. Pal. Abh., N. F., 19, Jena 1932.
- GALSTERER, B.: Stratigraphie und Tektonik bei Freihung und Pappenberg. Diss. Erlangen 1934. Nürnberg 1935.
- GÜMBEL, C. W. VON: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. Kassel 1891.
- HÄNEL, R.: Geologische Untersuchungen im Hesselberggebiet. Zulassungsarbeit Erlangen 1932 (Manuskript).

- HAUFF, B.: Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs. — *Paläontographica*, 64, Stuttgart 1921.
- HENNIG, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. Berlin 1923.  
— *Chondrosteus hindenburgi* POMP. — Ein „Stör“ des württembergischen Ölschiefers (Lias). — *Paläontographica*, 67, Stuttgart 1925—1926.
- JAKUBOWSKY, K.: Geologische Untersuchungen im Gebiet des Bodenwöhrer Beckens (Oberpfalz). Diss. Göttingen 1921 (Manuskript).
- JESSEN, W.: Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine rezenten und subfossilen Muschelpflaster. — *Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst.*, 53, Berlin 1932, (Diss. Halle).
- KLAEHN, H.: Mit tierischem Besatz bewachsene Holzreste aus dem schwäbischen Posidonienmeer, nebst Bemerkungen über die in diesem herrschenden physikalischen, chemischen und bionomischen Verhältnisse. — *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ.*, 85, Stuttgart 1929.
- KLÜPFEL, W.: Der Lothringer Jura. 1. Teil: Lias. — *Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst.*, 39, Berlin 1918, Teil II.
- KRUMBECK, L.: Über den Lias von Kalchreuth bei Erlangen, besonders  $\gamma$  und  $\epsilon$ . — *C. f. Min. usw.*, Abt. B, Stuttgart 1932.
- LOHMÜLLER, K.: Die Jurascholle von Kirchleus. — Zulassungsarbeit Erlangen 1932. (Manuskript).
- PHILIPPI, E.: Vorlesungen. Jena 1912.
- PICARD, L.: Die fränkische Alb von Weißenburg und Umgebung. Diss. Freiburg i. B. 1923.
- POMPECKJ, J. F.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf. — *Geogn. Jh.*, 14, München 1901.
- PRATJE, O.: Lias und Rhät im Breisgau. — *Mitt. d. Bad. Geol. Landesanst.*, 9, Heidelberg 1923.  
— Die Juratransgression im Bereiche von Schwarzwald und Vogesen. Frankfurt 1924.
- QUENSTEDT, W.: Beiträge zum Kapitel Fossil und Sediment vor und bei der Einbettung. — *N. Jb. f. Min. usw.*, B.-B. 58, Abt. B, Stuttgart 1927.
- REUTER, L.: Das Keuper- und Juragebiet westlich von Bayreuth. — *Jahresb. u. Mitt. d. Oberrh. Geol. Ver.*, N. F., 12, Stuttgart 1923.  
— In Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. Abt. IV, München 1927.
- RICHTER, R.: Psychische Reaktionen fossiler Tiere. — *Paläobiologica*, 1, Wien u. Leipzig 1928.  
— Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteines. — *Senckenbergiana*, 13, Frankfurt 1931.
- SCHALCH, F.: Erläuterungen zu Blatt Wiechs-Schaffhausen der Geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Heidelberg 1916.
- SCHMIDT, K. G.: Geologie von Neumarkt (Oberpfalz). Diss. Freiburg i. B. 1925.
- SCHMIDT, M.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Württemberg. Blatt Geislingen a. Riedbach, Stuttgart 1922. — Blatt Mössingen, Stuttgart 1933.
- SCHWERTSCHLAGER, J.: Die Beziehungen zwischen Donau und Altmühl im Tertiär und Diluvium. — *Geogn. Jh.*, 23, München 1910.
- SPERBER, H.: Geologische Untersuchungen im Bereiche des Hahnbacher Sattels. Diss. Erlangen 1931. Sulzbach 1932.
- STAHL, W.: Geologische Untersuchungen zwischen unterer Pegnitz und Schwarzach (Mittelfranken). — *Sitzungsb. d. Phys.-med. Soz. Erlangen*, 61, Erlangen 1929/30. Diss. Erlangen 1929.

- STOLLEY, E.: Über den oberen Lias und den unteren Dogger Norddeutschlands. — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 28, Stuttgart 1909.
- THOMAS, E.: Genetische Betrachtungen über die Lias- und Neokomablagerungen am Fallstein und ihre Eisenerze. — Jb. d. Hall. Verb. f. d. Erf. d. mitteld. Bodenschätze, 4, Halle 1923.
- TRUSHEIM, F.: Rippeln im Schlick. — Natur u. Museum, 59, Frankfurt 1929.  
— Versuche über Transport und Ablagerung von Mollusken. — Senckenbergiana, 13, Frankfurt 1931.
- WANDERER, K.: Die Juraablagerungen am Westrand des Bayerischen Waldes zwischen Regenstauf und der Bodenwöhrer Bucht. — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 21, Stuttgart 1906.
- WEIGELT, J.: Angewandte Geologie und Paläontologie und das Erzlager von Salzgitter. — Fortschr. d. Geol. u. Pal., 4, Berlin 1924.  
— Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung. Leipzig 1927.
- WEPFER, E.: Terrestrische Einflüsse bei der marinen Sedimentation und ihre Bedeutung. — Z. D. Geol. Ges., 74, Berlin 1922.
- WÜRTENBERGER, L.: Schichten des Schwarzen und Braunen Jura im Klettgau. — N. Jb. f. Min. usw., Jhrg. 1867, Stuttgart 1867.

# Zur Geologie der Ehrenbürg (Walberla) bei Fordheim

Von

Otto Joos

Mit 1 geologischen Karte 1:10000

---

## Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort . . . . .	34
A. Allgemeine Übersicht . . . . .	34—35
B. Formationsbeschreibung . . . . .	35—43
I. Der Keuper . . . . .	35—36
1. Der Feuerletten oder die Knollenmergel . . . . .	35—36
2. Das Rhät . . . . .	36
II. Der Jura . . . . .	36—43
1. Der Rhätolias . . . . .	36—37
„Das Rhät“ . . . . .	36—37
2. Der Lias oder der Schwarze Jura . . . . .	37—40
a) Arieten-Schichten (Lias-Alpha <sub>g</sub> ) . . . . .	37
b) Lias-Beta . . . . .	38
c) Lias-Gamma ( <i>Numismalis</i> -Mergel) . . . . .	38
d) Lias-Delta (Amaltheen-Schichten) . . . . .	38—39
e) Lias-Epsilon (Posidonien-Schiefer) und Lias-Zeta . . . . .	39
<i>Dactyloceras</i> -Schichten . . . . .	39—40
3. Der Dogger oder der Braune Jura . . . . .	40—41
a) Dogger-Alpha ( <i>Opalinus</i> -Ton) . . . . .	40
b) Dogger-Beta (Dogger-Sandstein) . . . . .	40—41
c) Mittlerer und Oberer Dogger . . . . .	41
4. Der Malm oder der Weiße Jura . . . . .	41—43
III. Quartäre Ablagerungen . . . . .	43—44
a) Diluviale Schotter . . . . .	43
b) Bergstürze . . . . .	43—44
c) Gehängeschutt . . . . .	44
d) Gehängelehm . . . . .	44
e) Kalksinter (Aragonit) . . . . .	44
C. Tektonik . . . . .	44—45
Vorschlag für eine geologische Wanderung . . . . .	45
Verzeichnis der wichtigsten Schriften . . . . .	46

---

## Vorwort.

Im Frankenland hat der Name „Walberla = Ehrenbürg“ einen guten Klang. Schon in vorgeschichtlicher Zeit war der mächtige Berg am Eingang zur Fränkischen Schweiz ein Mittelpunkt des Volkslebens. Die Ringwallanlage, die noch heute das Plateau des Berges begrenzt, gibt uns Zeugnis von seiner einstigen Bedeutung.<sup>1)</sup> Alljährlich findet am ersten Sonntag im Mai das uralte Walpurgisfest statt, und von nah und fern wallen an diesem Tage Zehntausende zu der alten Kultstätte, an der schon unsere Vorfahren ihre Frühlingsfeste abgehalten haben. Bei dieser heimatkundlichen Bedeutung des Berges lag es nahe, das so viel besuchte Gebiet geologisch zu kartieren, um den Besuchern auch eine erd- und landwirtschaftsgeschichtliche Anleitung für ihre Wanderungen an die Hand zu geben. Als ich deshalb im Jahre 1934 im geologischen Institut Erlangen im Rahmen der Akademikerhilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft beschäftigt war, gab mir (neben den mir gestellten Hauptaufgaben) Herr Prof. Dr. B. v. FREYBERG die Anregung zu dieser Arbeit, und es sei ihm an dieser Stelle für die mannigfaltigen Unterstützungen der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Ziel und Aufgabe dieser Arbeit war, vor allen Dingen die Oberflächenform der Ehrenbürg zu klären. Da Prof. KRUMBECK zur Zeit damit beschäftigt ist, das Gradabteilungsblatt Forchheim, zu dem auch unser Gebiet gehört, zu kartieren, so erachte ich es für unnötig, auf stratigraphische Einzelprobleme einzugehen. Ebenso gehört eine Untersuchung der Bodenverhältnisse nicht in den Rahmen der Arbeit. Die rasche Einarbeitung in die Schichtenfolge wurde mir sehr erleichtert durch die mustergültige Kartierung, die das südlich angrenzende Blatt Erlangen-Nord durch L. KRUMBECK gefunden hat. Besonders seine Untersuchungen über Rhätolias und Lias waren mir sehr nützlich, und ich konnte in weitestgehendem Maße eine Bestätigung seiner Ergebnisse finden. Hinsichtlich der Begriffe „Rhät“ und „Rhätolias“ folge ich seiner auf Blatt Erlangen-Nord angewandten Bezeichnung. Die neueste (während des Druckes erschienene) Schrift (Sitzungsber. d. Phys.-Med. Soz. Erlangen, 67, 1935/36, S. 15—62) konnte nicht mehr berücksichtigt werden.

Dem Bayerischen Oberbergamt München danke ich für die Aufnahme der Arbeit in die „Abhandlungen“ und für die schöne Ausstattung.

### A. Allgemeine Übersicht.

Die Ehrenbürg ist als Insel- oder Zeugenberg dem Westrand der Frankenalb bei Forchheim vorgelagert und stellt so einen der reizvollsten Punkte der dortigen Gegend dar. Das Ehrenbach-Tal trennt die Ehrenbürg von der Frankenalb. Im Nordwesten fließt die Wiesent, ein Neben-

<sup>1)</sup> Dr. RÄBEL, Forchheim, ein großer Freund und Kenner vom Walberla, beschäftigt sich bereits seit 30 Jahren mit der vorgeschichtlichen Erforschung der Ehrenbürg.

fluß der Regnitz, vorbei. Im Westen sind es der Gau-Bach und der Binsen-Bach, die die Ehrenbürg entwässern. Der breite Wiesent-Grund ist mit Alluvionen angefüllt. Innerhalb des kleinen Gebietes beträgt der größte Höhenunterschied zwischen Wiesent-Tal und Ehrenbürg etwa 257 m.

Am geologischen Aufbau der Ehrenbürg und seiner unmittelbaren Nachbarschaft sind vom obersten Keuper bis hinauf zum Malm- $\beta$  ziemlich alle Abteilungen beteiligt. Über den Schichtstufen des Lias und Doggers erhebt sich im Malm die mächtige Ehrenbürg, die in ihrer nordwestlich gerichteten Längserstreckung, zwischen Walberla i. e. S. und Bodenstein, von einer faziell bedingten Einsenkung des Reliefs unterbrochen wird.

Bodenwirtschaftlich ist das Vorland der Ehrenbürg hauptsächlich Acker- und Wiesenland. Fruchtbar ist besonders der Lias. Nur den Ost-abbang (Bergstürze des Malms!) bedeckt ein größerer Wald, dessen fast undurchdringliches Dickicht die Kartierung sehr erschwert. Die Einsenkung der Ehrenbürg wurde erst in den letzten Jahrzehnten zum Ackerbau herangezogen. Die Umgebung ist sehr reich an Obstanlagen. Vor allen Dingen sind es die unzähligen Kirschen- und Zwetschenbäume, die die Landschaft im Frühjahr in ein Blütenmeer verwandeln und die Grundlage für die vielen Schnapsbrennereien liefern. Durch die reiche Besiedelung — die Ehrenbürg ist von vier Dörfern, Kirchehrenbach, Wiesenthau, Schlaifhausen und Leutenbach umgeben — sind die vielen Kleinbauern gezwungen, ihr Land intensiv zu bewirtschaften.

Die Bodenschätze sind in unserem Gebiet sehr spärlich. Im letzten Jahrhundert wurde vorübergehend versucht, die in dem Hohlweg beim Wasserbehälter O. von Schlaifhausen anstehenden Eisenerzflözchen bergmännisch abzubauen. Einzig und allein der Rhät-Sandstein ist es, der in zahlreichen Aufschlüssen als Werkstein und Sand abgebaut wird. So ist das große Wiesenthauer Schloß aus Rhät-Sandsteinen erbaut, die in unmittelbarer Nähe anstehen. Mit Vorliebe werden in den Rhät-Sandsteinen Keller angelegt, die den vielen kleinen Brauereien rund ums Walberla als gute Lagerkeller dienen. Ferner findet Schottergewinnung aus den großen Bergstürzen des Malms statt.

## B. Formationsbeschreibung.

### I. Der Keuper.

#### 1. Der Feuerletten oder die Knollenmergel.

Von den obersten Ablagerungen des Keupers hat der Feuerletten oder Knollenmergel bei uns nur eine geringe Verbreitung. In der Südwestecke der Karte tritt er an den Talrändern der Wiesent und des Binsen-Bachs an die Oberfläche. Dort ist es die auffallend rote Farbe der Ackerböden, die uns auf ihn aufmerksam macht. Nördlich der Wiesent begrenzt er wieder den Talrand am Auer-Berg. An der Straße Bhf. Wiesenthau—Kirchehrenbach verschwinden die Feuerletten unter der Tal-

sohle. In den benachbarten Gebieten werden sie bis zu 60 m mächtig; dort sind auch Konglomeratbänke und Sandsteine eingelagert.

Die Grenze zu den darüberliegenden Rhät-Sandsteinen ist nur schwer genau festzulegen, da der Gehängeschutt des Rhätolias alles verdeckt. Die einzigen sicheren Anhaltspunkte für die Grenzziehung liefern uns die Quellen, die an dem wichtigen Quellhorizont der Feuerletten entspringen. So ist es auch wahrscheinlich, daß der Weiher unterhalb des Wiesenthauer Schlosses noch auf Feuerletten liegt; denn gleich daneben entspringt in dem Rhätsandstein-Keller der Brauerei Dorsch eine Quelle.

## 2. Das Rhät.

Das Rhät ist nach dem Vorbild KRUMBECK'S mit dem tiefsten Lias zum Rhätolias zusammengefaßt (s. dort).

## II. Der Jura.

### 1. Der Rhätolias.

Die Schichten, die zwischen dem Feuerletten und den Arieten-Schichten liegen, also Rhät, *Psiloceras*-Schichten (Lias-Alpha<sub>1</sub>) und Angulaten-Schichten (Lias-Alpha<sub>2</sub>), faßt KRUMBECK in seinen verschiedenen Arbeiten unter der Bezeichnung Rhätolias zusammen. Ich finde diese Bezeichnung sehr zweckdienlich. Auch in unserem Untersuchungsgebiet konnten diese Schichten nach Fossilien nicht getrennt werden. Nur an wenigen Stellen war eine Abgrenzung nach faziellen Gesichtspunkten möglich. Die ausnahmsweise sehr guten Aufschlüsse am Auer-Berg bei Unter-Weilersbach lassen eine weitere Klärung dieser Fragen im größeren Rahmen der Kartierung des Blattes Forchheim erwarten.

### „Das Rhät.“

Das „Rhät“ ist in verschiedenen aufgelassenen und noch in Betrieb stehenden Steinbrüchen in der Umgebung von Wiesenthau erschlossen. Das Schloß und die Kirche von Wiesenthau stehen auf „Rhät“. In unserer Gegend besteht das „Rhät“ in der Hauptsache aus fein- bis grobkörnigen Sandsteinen, die hell sind oder auch braun getupft und gestreift sein können.

Die Quarzkörner sind meist schlecht gerundet und erreichen eine Größe bis zu 2 cm. Das Bindemittel ist tonig. Bei Wiesenthau waren Kaolinnester und Pyritknollen enthalten. Auf dem „Schafhof“ S. von Wiesenthau liegt bei dem kleinen Wäldchen ein Aufschluß mit auffallend grobkörnigem Sandstein und Tonlinsen. Besonders an den angewitterten Sandsteinen ist die Kreuz- und Diagonalschichtung gut zu erkennen.

In dem Steinbruch neben dem Keller an der Straße Bhf. Wiesenthau—Kirch Ehrenbach besitzt das „Rhät“ eine Mächtigkeit von etwa 12 m. Dort finden sich in den hangenden Partien violette, sandige Tonschiefer, die vielleicht schon den Angulaten-Schichten angehören. Gegen-

über diesem Aufschluß sind in einem neu angelegten Steinbruch am Weg von Punkt 280 nach Wiesenthau die obersten feinkörnigen Sandsteine, die mit Salzsäure leicht aufbrausen, ebenfalls violett gefärbt.

Von den Aufschlüssen am Auer-Berg, die bis in die Lias- $\beta$  hinaufreichen und einander ähnliche Profile zeigen, sei nur einer genau beschrieben. Dort beobachtete ich bei dem neu angelegten Schießstand etwa folgendes Profil von oben nach unten:

- 1) 40 cm Kalksandstein der Arieten-Schichten;
- 2) 60 cm brauner, teilweise rot getüpfelter sandiger Ton mit Ooiden;
- 3) 20—30 cm violetter Tonschiefer;
- 4) hellgrauer bis hellbrauner toniger Sandschiefer mit Glimmer, luckige Struktur;
- 5) Sandstein,  
toniger Sandschiefer, } nach NO. auskeilend.  
Sandstein,
- 6) feinsten Sandstein;
- 7) heller Sandstein von mittlerem Korn („Rhät“).

Die Schichten 2—6 sind 150—180 cm mächtig. Auf eine Entfernung von 160 cm nimmt das Schichtpaket 2—6 um 30 cm ab. Man kann in diesem Aufschluß deutlich beobachten, wie die Angulaten-Schichten (Sch. 2—6) in eine Rinne des „Rhäts“ eingelagert sind. Aber auch das „Rhät“ scheint in Rinnen oder Vertiefungen der Feuerletten-Oberfläche eingelagert zu sein. Seine Untergrenze steigt an den Hängen mehrfach auf einige hundert Meter Erstreckung auf oder ab, während gleichzeitig die Obergrenze normal bleibt. Es können also keine tektonischen Gründe für das Verhalten der Untergrenze vorliegen. Das „Rhät“ erinnert hierin an die sog. „Flutfazies“ des Schilfsandsteins. Dadurch können benachbarte Profile erhebliche Mächtigkeitsschwankungen des „Rhät-Sandsteins“ aufweisen.

## 2. Der Lias oder der Schwarze Jura.

### a) Arieten-Schichten (Lias-Alpha<sub>3</sub>).

Die Arieten-Schichten konnten nur nach Vergleich mit benachbarten Gebieten nach der Fazies ausgeschieden werden. Am Auer-Berg und in einem Aufschluß westlich von Wiesenthau entspricht wohl die 20—40 cm mächtige ockerbraune Kalksandsteinbank, die unter den Lias- $\beta$ -Tonen hervortritt, den Arieten-Schichten. Diese Kalksandsteinbank ist sehr hart, grobkörnig und eisenreich und tritt in den Aufschlüssen als Bank sehr stark hervor.

Beachtenswert ist, daß die Arieten-Schichten in einem Aufschluß am Schaf-Hof, sowie an dem Keller des Hauses Eismann, Wiesenthau, fehlen (siehe auch nächsten Abschnitt).

## b) Lias-Beta.

KRUMBECK hat in einigen neueren Arbeiten (1931 und 1932) den Lias- $\beta$  Nordbayerns grundlegend untersucht. Er unterscheidet zwei getrennte Faziesgebiete und zwar ein Gebiet mit Beckenfazies und eines mit Randfazies. Die Forchheimer Gegend besitzt Beckenfazies, die erst nördlich des Pegnitz-Tales anzutreffen ist. Diese Fazies ist gekennzeichnet durch dunkle Schiefertone (mit Toneisensteinknollen), die im fernerer Meerwasser abgelagert wurden. Mit Ausnahme einer Faunula von Sandforaminiferen (KRUMB.) ist der Fossilgehalt äußerst spärlich. In den wenigen Aufschlüssen auf unserem Kartengebiet konnten keine Versteinerungen gefunden werden.

Der KRUMBECK'schen Arbeit entnehmen wir folgendes Profil aus dem Hohlweg NNO. von Wiesenthau:

- |   |         |
|---|---------|
| 3) Lias- $\gamma$ -Sohlbank . . . . .   | 0,30 m; |
| 2) Lias- $\beta$ -Schiefertone; etwa 2 m über seiner Unterkante mit einer Toneisensteinknollen-Platte; etwa . . . . . | 4,20 m; |
| Schichtlücke . . . . .  |         |
| 1) Rhätolias-Schieferton; entblößt . . . . .  | 0,50 m. |

Die in diesem Profil erwähnte Schichtlücke konnte in einem Aufschluß etwa 52 m SO. des Weihers von Wiesenthau ebenfalls festgestellt werden, während dagegen an dem zur Höhe führenden Fahrweg W. des Weihers an der Basis der Lias- $\beta$ -Schiefertone die bezeichnende Kalksandsteinbank der Arieten-Schichten liegt.

In den Aufschlüssen am Auer-Berg stehen über der Kalksandsteinbank der Arieten-Schichten noch über 1 m Schiefertone des Lias- $\beta$  an.

## c) Lias-Gamma (Numismalis-Mergel).

Dieser Horizont besteht im wesentlichen aus blaugrauen bis braungelben Mergeln, denen mehrere Mergelkalkbänke eingeschaltet sind. Bei Wiesenthau beobachtet man Mächtigkeiten von etwa 5—7 m. Die in unverwittertem Zustande blaugrauen, sonst gelbbraunen Mergelkalkbänke machen sich wegen ihrer Härte beim Brunnengraben sehr unangenehm bemerkbar. Phosphoritknollen sind im unteren Gamma sehr häufig. Versteinerungen sind in den Gesteinen von Lias-Gamma zahlreich, vor allen Dingen sind es die Belemniten, die die sog. Belemnitenschlactfelder bilden. Außerdem fanden sich: *Lytoceras* sp., *Plicatula spinosa*, *Waldheimia numismalis*, *Rhynchonella*, *Spiriferina verrucosa* und Stielglieder von *Pentacrinus basaltiformis*.

## d) Lias-Delta (Amaltheen-Schichten).

Die Amaltheen-Schichten nehmen mit ihrer Mächtigkeit von etwa 35 m den größten Teil des Lias ein. Sie bestehen in bergfrischem Zustand aus dunkelblaugrauen, sonst graubraunen, sich fettig anfühlenden Tonmergeln. Als Einlagerungen enthalten sie Toneisensteinknollen (am häufigsten in

den unteren und mittleren Teilen der Mergel), kleine eiförmige Phosphoritknollen und Septarien aus blaugrauem, hartem Kalk. Die Septarien wurden in dem Delta-Epsilon-Profil NO. der Rohr-Mühle von Kirchrehrenbach bis zu 40 cm groß und hatten kalziterfüllte Schwundrisse.

Leider sind die Aufschlüsse so mangelhaft, daß eine Gliederung des Lias-Delta nicht möglich war. Am Dorfausgang von Wiesenthau, unterhalb vom alten Friedhof, ist das unterste Delta erschlossen. Dort fand sich *Belemnites paxillosus* QU. und *Amaltheus costatus nudus* QU. In den mittleren und unteren Teilen der Stufe war *Amaltheus spinosus* QU. und *Amaltheus costatus nudus* enthalten. Die Amaltheen kommen fast ausschließlich in den Toneisensteinknollen und Septarien vor.

#### e) Lias-Epsilon (Posidonien-Schiefer) und Lias-Zeta.

An der Wende von Lias-Delta zu Lias-Epsilon erfolgt ein plötzlicher Wechsel der Gesteinsfazies und mit diesem Fazieswechsel ist zugleich eine Neubelebung der Fauna verbunden. Über den Amaltheen-Tonen liegen die, eine deutliche Stufe bildenden Posidonien-Schiefer. Es sind dies dunkelgraue, bituminöse Mergelschiefer, zwischen denen mehrere bituminöse Kalkbänke eingelagert sind. Die Schiefer verwittern zu den sog. Papierschiefern und die Kalkbänke werden vielfach als Stinkkalke bezeichnet. L. KRUMBECK (1931) hat die im Erlanger Gebiet liegenden Posidonien-Schiefer in Inoceramen-Schiefer umbenannt, da man *Posidonia bronni* selten antrifft, während dagegen Inoceramen sich überall finden.

Auf Blatt Erlangen-Nord gliedert KRUMBECK die „Inoceramen-Schiefer“ in Ober-Epsilon (*Bijrons*-Schichten) und Mittel- samt Unter-Epsilon (*Dactyloceras*-Schichten). Sofern überhaupt Aufschlüsse vorhanden sind, kann man auch in unserem Gebiet diese Gliederung anwenden.

Die Posidonien-Schiefer besitzen bei uns eine Mächtigkeit von etwa 3—4 m.

#### Dactyloceras-Schichten.

Südwestlich von Schlaifhausen liegen an der Basis dieser Schichten Laibsteine, die faziell und vor allen Dingen faunistisch, mit den sog. *Siemensi*-Knollen von Kalchreuth bei Erlangen (KRUMBECK 1932) zu parallelisieren sind. Wie bei Kalchreuth ist das Gestein dieser ursprünglich dunklen Laibsteine „gewöhnlich hellgraubraun gebleicht mit bräunlichgelber Verwitterungsrinde“ (KRUMBECK 1932, S. 51). Versteinerungen sind überaus zahlreich und mit der Schale erhalten. Es fanden sich: *Hildoceras renevieri* HUG., Haploceraten und Lytoceraten, weiterhin *Turritella septemcincta* (MSTR.) GOLDF., *Cerithium* sp., *Goniomya rhombifera* GOLDF., Inoceramen, *Pecten*, *Pseudomonotis substriata* SCHL. Häufig sind auch Fischschuppen.

Unter und über den *Siemensi*-Knollen liegen bitumenhaltige Mergelschiefer. Die oberste Kalkbank der *Dactyloceras*-Schichten ist bei uns die *Athleticus*-Bank, die mit Ammoniten (besonders mit *Dactyloceras* und *Hildoceras bifrons*) und auch Muscheln (*Pseudomonotis substriata*) erfüllt ist. Die Äcker S. von Schlaifhausen sind mit Lesesteinen dieser *Athleticus*-Bank übersät. Außer bei Schlaifhausen konnte die *Athleticus*-Bank O. der Rohr-Mühle bei Kirchehrenbach und beim Friedhof von Kirchehrenbach anstehend gefunden werden.

Die *Bifrons*-Schichten waren nirgends aufgeschlossen. Ebenso fehlten auch Aufschlüsse im Lias-Zeta und ich habe deshalb auf der Karte diesen nur etwa 1 m mächtigen Horizont zum *Opalinus*-Ton gezogen.

### 3. Der Dogger oder der Braune Jura.

#### a) Dogger-Alpha (Opalinus-Ton).

An der Ehrenbürg hat der *Opalinus*-Ton eine Mächtigkeit von 50 m. Er besteht aus graublauen, graugrünlich verwitternden, kalkhaltigen Schiefertönen mit eingeschlossenen Toneisensteinknollen. In den hangenden Partien sind sandige Tonschiefer und Sandsteine eingelagert. Versteinerungen sind sehr selten. Das Leitfossil *Leioceras opalinum* konnte nicht gefunden werden. Um die Ehrenbürg herum ist der *Opalinus*-Ton zum größten Teil von Bergstürzen und Gehängeschutt verdeckt. Die Grenzziehung zum darüber liegenden Dogger-Sandstein wird durch die Quellaustritte teilweise ermöglicht.

#### b) Dogger-Beta (Dogger-Sandstein).

Über dem langsam ansteigenden Opalinus-Ton versteilt sich das Gelände in starkem Maße. Oberhalb Schlaifhausen und Dietzhof tritt diese ausgeprägte Doggersandstein-Stufe sehr klar in Erscheinung. Spornartig zieht die Stufe vom Bodenstein zum Eichel-Berg. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 45 m. In den Aufbau des Dogger-Sandsteins bekommen wir durch das Profil, welches an dem Fahrweg Leutenbach—Wbh.—Bodenstein gewonnen werden konnte, einen Einblick:

- 1) An der Basis des Dogger-Sandsteins liegen die mehrere Meter mächtigen braunen Sandsteine, in denen der weit in den Berg hineinreichende Keller beim „h“ von „Wbh.“ vorgetrieben wurde. In diesem Keller entspringt auch eine Quelle;
- 2) Nicht aufgeschlossen rd. 5 m;
- 3) Blaugrauer Tonschiefer (mit Glimmer auf den Trennungsflächen) mit millimeter- bis zentimetermächtigen, gelbbraunen Sandschmitzen, so daß das Ganze ein gesprenkeltes Aussehen erhält. 45 cm mächtige Sandsteinbank (die liegendste Fossilbank SCHMIDTILL's). Tonschiefer wie oben, rd. 2 m;
- 4) Klotzig ausgebildeter Sandstein mit Limonitschwarten, fossilreich, (neben dem Wasserbehälter);

- 5) Mehrere Meter mächtiger Sandstein;
- 6) Horizont des Werksteins und der darüberliegenden Hauptmuschelbank, die E. SCHMIDTILL nach mündlicher Mitteilung fossilreich (mit *Nautilus* sp.) fand;
- 7) Unteres Erzflöz, 50 cm;
- 8) Kalksandsteinbank;
- 9) Sandstein;
- 10) Oberes Erzflöz;
- 11) Kalksandsteinbänkchen;
- 12) Sandstein;
- 13) Nicht aufgeschlossen, einige Meter;
- 14) Sandstein mit mehreren Tonlagen, 2 m;
- 15) Brauner Sandstein mit Geröllen, 0,15 m;
- 16) Graubraune Sandsteine mit Tonschmitzen, 3 m;
- 17) Fossilreiche Kalksandsteinbank mit unzähligen Pseudo-Oolithen (sog. Gold-Ooidbank), Muscheln, besonders Astarten;
- 18) Grauer, sandiger Ton;
- 19) Sandstein mit aufgearbeitetem Ton, 50 cm;
- 20) Kalksandsteinbank wie 17; unter- und überlagert von sandig-roten Tonen.

Hangendes: Bräunlichgraue, sandige Tone des Gammas.

Am Eichel-Berg ist die fossilreiche Hauptmuschelbank sehr häufig in Lesestücken anzutreffen.

#### e) Mittlerer und Oberer Dogger.

Während der Dogger-Sandstein gut aufgeschlossen ist, fehlen in dem Untersuchungsgebiet im Mittleren und Oberen Dogger mit einer Ausnahme jegliche Aufschlüsse. Die vom Bodenstein nach Süden vorspringende, morphologisch so deutliche Ornatenton-Stufe ist mit Malm-Schutt dicht übersät. Nur an der Geländekante ist an dem Wegeinschnitt ein kleiner Aufschluß vorhanden. Er zeigt folgendes Profil von oben nach unten:

- 1) Dunkle Tonschiefer . . . . . 30 cm;
- 2) bräunlichgraue, schwach kalkhaltige Tonschiefer . . . 25 cm;
- 3) gelbbrauner, mehlig verwitternder Sandstein . . . . . 30 cm;
- 4) rotbrauner, oben schokoladenfarbiger Kalksandstein mit Geröllen, fossilreich (Belemniten, Muscheln) . . . . . 40 cm;
- 5) Kalksandsteinbank.

Die an dem Wege einige Meter tiefer anstehenden graugrünen sandigen Tonmergel gehören wohl zu den *Discites*-Schichten.

#### 4. Der Malm oder der Weiße Jura.

Der Malm setzt mit seinen Gesteinen der Ehrenbürg die Krone auf. Die senkrechten, zerklüfteten Wände und die zierlichen Felsennadeln

sind vom Dolomit aufgebaut. Diese, die Fränkische Schweiz so malerisch gestaltenden sog. Franken-Dolomite entstanden in der Hauptsache durch sekundäre Diagenese der Schwammriffkalke. Zur Zeit des Unteren Malms wurde nämlich zum ersten Male im Gebiet der Frankenalb der Meeresboden mit Schwammriffen (nach ROLL's korrekteren Bezeichnung = Schwammstotzen) besetzt. Die Schwammriffe heben sich scharf gegen den von Schwämmen nicht besiedelten Boden ab, und auf diesem wurde die Normalfazies sedimentiert, also bei uns die Unteren Mergelkalke und die Werkkalke. Zur selben Zeit wuchsen die Schwammriffe, so daß also eine Bank der Normalfazies zeitlich einem bestimmten Teil des Schwammriffs entspricht. Man unterscheidet deshalb zwei Sedimenttypen: die Normalfazies und die zoogene Fazies. In den Zeiten der Wachstumsunterbrechung wurden die Schwammriffe durch die Tiefenwirkung der Meereswellen teilweise zerstört und der entstehende Grus wanderte in die Sedimente der Normalfazies, wo er die Schuttfazies bildete. „Im unteren und mittleren Malm wechselten Abtrag und Weiterbau im Werdegang eines Stotzens vielfältig ab, der ausgewachsene war durch die sofortige Überdeckung mit geschichteter Fazies vor weiterer Zerstörung geschützt“ (ROLL, 1934, S. 232). Bei der Kartierung hat sich nun herausgestellt, daß der Walberla-Berg und der Bodenstein solche dolomitisierte Schwammriffe des Unteren Malms darstellen, während die morphologische Einsenkung durch die Schuttfazies des Unteren Malms bedingt ist. So erklärt sich die eigenartige Oberfläche des Berges aus der Fazies des Gesteins: zwischen den massigen und widerstehenden Riffdolomiten ist die Normalfazies, als leichter zerstörbares Gestein, fast ganz ausgeräumt worden, und die heutige großwellige Oberfläche entspricht ziemlich genau der Grenze des Riffdolomits gegen die Normalfazies. In der Einsenkung sind Reste der Normalfazies der Abtragung entgangen.

In Lesesteinen und in einigen kleinen Aufschlüssen, vor allen Dingen in dem Steinbruch in der NO.-Ecke der Einsenkung, fanden sich in dem schuttführenden, Kieselknollen enthaltenden, sehr harten hellen Kalk viele Oppelien, Perisphincten und Muscheln. Genau bestimmbar waren *Perisphinctes* aff. *tiziani* OPP., *Oppelia lingulata canalis* QU., *Perisphinctes gigantoplex* QU. (gefunden von Dr. LAUTNER).

Diese Formen sind allerdings nicht ausschließlich leitend. Trotzdem gehören diese Kalke wahrscheinlich zum Malm- $\beta$ . Ich möchte das schließen aus ihrer Höhenlage und Fazies (geringer Mergelanteil).

Am Westabhang vom Walberla-Berg (S. von P. 512) stehen in einigen Bänken Untere Mergelkalke (Malm- $\alpha$ ) an, die wegen ihrer geringen Ausdehnung (sie sind größtenteils von Schutt bedeckt) auf der Karte nicht besonders ausgeschieden wurden. Diese Schichten führen zahlreiche Oppelien (darunter *Oppelia lingulata canalis* QU.) und Perisphincten. Dr. LAUTNER fand unterhalb des Walltores im Schutt das Leit-

fossil *Cardioceras alternans*. Am Westrand der Mulde erkennen wir, daß die Schwammriffe nicht vollständig dolomitisiert sind, denn dort stehen einige Schwammkalkblöcke an.

### III. Quartäre Ablagerungen.

#### a) Diluviale Schotter.

Am Rand des Wiesent-Grundes liegen ungefähr 10 m über der Talsohle diluviale Schotter. Das Material zu diesen Schottern lieferte der Dogger und Malm der nahen Frankenalb. Die Schotter sind teilweise kaum abgerundet, was auf einen kurzen Transportweg hinweist. In dem großen Rhät-Sandsteinbruch an der Straße Wiesenthau—Kirchehrenbach sind die Schotterlager in einer Mächtigkeit von rd. 3 m aufgeschlossen; es sind vorwiegend Malm-Gerölle, die in früheren Veröffentlichungen als Schutt bezeichnet worden sind. Auf den Äckern sind es vor allen Dingen die Limonitschwarten des Dogger-Sandsteins, die erhalten blieben. In Kirchehrenbach finden sich am Ostausgang, an der Straße nach Pretzfeld, diluviale Schotter.

Bei der Rohr-Mühle liegen an dem Weg, der zu Punkt 322 führt, mittel- bis grobkörnige Sande, die mit Ton verkittet sind. Die größtenteils gut abgerundeten Quarzgerölle werden bis zu 1 cm groß. Die Sande sind hier dem *Opalinus*-Ton aufgelagert und enthalten Schnecken. Vielleicht stammen sie als Umlagerungsprodukte aus der „sandigen Albüberdeckung“.

#### b) Bergstürze.

Die steilen Hänge der Ehrenbürg und die als Schmiermittel wirkenden Ornaten-Tone sind die besten Vorbedingungen für größere und kleinere Bergstürze. Am Westabhang der Ehrenbürg ist eine riesige Malm-Scholle abgestürzt, die sogar Anlaß gab, an den Westhang der Ehrenbürg eine Verwerfung zu legen (die sog. Walperle-Verwerfung GÜMBEL'S).

Morphologisch tritt dieser Bergsturz sehr deutlich in Erscheinung und reicht bis in den Mittleren Dogger hinab. An mehreren Stellen werden daraus Schottersteine gewonnen. Das Gestein besteht hauptsächlich aus Dolomit und Schuttfazies des Unteren Malms. Etwa 200 m S. von Punkt 459 stehen im oberen Teil des Bergsturzes in einem Aufschluß mehrere Meter mächtige, durch Sinter verkittete Schuttmassen an. Am Südrand des Bergsturzes sind die Dogger-Sandsteine schiefgestellt. Ein weiterer großer Bergsturz ging am Nordabhang des Berges nieder. Dort sind es vor allen Dingen die abgerutschten schuttführenden Kalke des Malm- $\alpha$  und - $\beta$ , die in den Aufschlüssen zu Tage treten und abgebaut werden. Eine abgestürzte Dolomitkuppe krönt diesen Bergsturz.

Längs des Ostabhanges finden sich mehrere Bergstürze, von denen zwei bis ins Ehrenbach-Tal herabreichen. Wegen des weglosen Dickichts

konnten diese Bergstürze nicht unter sich und gegen den Gehängeschutt abgegrenzt werden.

#### c) Gehängeschutt.

Der Gehängeschutt umzieht den Berg in einem hufeisenförmigen Band und verdeckt uns leider die Schichtgrenzen des Lias und Doggers. Der Dogger-Sandstein und Malm lieferten den Schutt.

Die an den Talrändern ausstreichenden Feuerletten sind überstreut von Sanden des Rhätolias.

#### d) Gehängelehm.

Der zwischen Ehrenbach-Tal und Wiesent-Grund liegende Sporn der Ehrenbürg hat eine Bedeckung von dunkelbraunem Gehängelehm.

Eine Lehmgrube O. von Kirchehrenbach gibt Zeugnis, daß auch dort eine Lehmbedeckung vorhanden ist, die aber wegen der Schwierigkeit der Abgrenzung zum *Opalinus*-Ton, auf der Karte nicht ausgeschieden wurde.

Die Alluvionen der Talauen wurden nicht untersucht.

#### e) Kalksinter (Aragonit).

Die Sandsteinbrüche am Auer-Berg sind stark zerklüftet. Die Hauptrichtung der Klüfte streicht N 10° O. An einigen Stellen sind nun diese Klüfte mit einem bis zu 20 cm dicken Kalksinterband ausgefüllt. In dem Steinbruch SO. von P. 319 ist die ganze rd. 5 m hohe Wand mit einem solchen Kalksinterbelag bedeckt. Die wellige Oberfläche zeigt tropfsteinartige Bildungen. Der Kalksinter besteht zum größten Teil aus Kalkspat, daneben kommen aber ganze Bänder von blütenweißem Aragonit vor.<sup>1)</sup> Dieser strahlenförmig ausgebildete Aragonit, der in einem weiteren Bruch nachgewiesen werden konnte, weist uns als geologisches Thermometer auf warme Quellen hin, die hier aus dem tiefen Untergrund aufgestiegen sind und aus denen dann der Kalk als Aragonit ausgeschieden wurde. Ob die Bildung dieses Kalksinters sicher quartär ist oder vielleicht schon im Tertiär erfolgte, muß dahingestellt bleiben. Man kann an Zusammenhänge mit dem tertiären Vulkanismus denken, dem das bekannte Basaltvorkommen von Ober-Leinleiter (16 km nördlich von hier) angehört, nach welchem unsere Spalten ziemlich genau hinstreichen.

### C. Tektonik.

Schon FIELD (1903) hat nachgewiesen, daß die „Walperleverwerfung“, wie sie GÜMBEL (1891) konstruiert hat, nicht vorhanden ist. Das wurde völlig bestätigt. Bei der Kartierung haben sich hingegen an anderen Stellen Anhaltspunkte für eine tektonische Verlagerung gefunden. Wegen des

<sup>1)</sup> Während des Drucks macht mich Herr Dr. Birzer darauf aufmerksam, daß LAUBMANN (in SCHUSTER: Abriß der Geologie von Bayern rechts des Rheins, VI, S. 213) Aragonit von Kirchehrenbach erwähnt. Es dürfte sich um eine meiner Fundstellen handeln.

Bergsturzes und der Schuttüberdeckung konnte jedoch der Verlauf der Störung, die an der Nordseite des Berges vorbeiziehen muß, nicht weiter im Streichen verfolgt werden. Ich habe die *Athleticus*-Bank (weil am leichtesten verfolgbar) als Basis für die tektonischen Untersuchungen genommen und konnte sie in fast derselben Höhenlage von Dietzhof-Schlaifhausen bis an das letzte Wäldchen NO. von Wiesenthau verfolgen. Im Gehängeschutt verliert sich die Bank, bis sie nach einer Entfernung von 1 km SO. vom Friedhof Kirchehrenbach 60 m tiefer ansteht. Hier muß also eine tektonische Störung dazwischen liegen, wofür auch ausgeheilte Klüfte sprechen, die in den Stücken der Bank am letztgenannten Punkte häufig sind. Daß von hier ab die Bank das tiefere Niveau beibehält, läßt sich östlich Kirchehrenbach beobachten. Das zeigt auch die Lage des Wasserbehälters bei Punkt 332,9, der eine Quelle an der *Opalinus*-Ton-Grenze faßt. Diese Grenze hat die erwartete Höhenlage in Bezug auf die *Athleticus*-Bank beim Friedhof. Ich nehme deshalb mit guten Gründen eine zwischen dem Walberla-Berg und Kirchehrenbach hindurchziehende Störung mit einer Sprunghöhe von rund 60 m an. Leider fehlt für das östlich an unsere Karte anschließende Gebiet eine gute topographische Unterlage zur Weiterverfolgung. KRUMBECK (1927) hat im Ehrenbach-Tal eine Spalte vermutet. Vielleicht bildet diese die Fortsetzung der von mir nachgewiesenen Störung.

#### Vorschlag für eine geologische Wanderung.

Vom Bhf. Wiesenthau gehe man auf der Straße Richtung Kirchehrenbach und beobachte dabei die drei Quellaustritte an der Grenze Feuerletten/Rhät. Nach ungefähr 1 km kommt man in den großen Rhätolias-Sandsteinbruch mit den darüberliegenden diluvialen Schottern; von dort dem Gaubach-Graben entlang zu dem Lias- $\beta + \gamma$ -Aufschluß im Hohlweg NO. von Wiesenthau (S. von P. 310). Am SO.-Ausgang von Wiesenthau sind zwischen den beiden letzten Häusern auf der östlichen Straßenseite die unteren Amaltheen-Schichten erschlossen. Auf der Straße Wiesenthau-Schlaifhausen zweigt bei P. 353,7 der Weg nach Dietzhof ab, und auf diesem wandere man bis zur Wegabzweigung bei P. 351. Bei günstigen Aufschlüssen ist auf dieser Strecke S. und W. von P. 355 der *Siemensi*-Horizont zu sehen. Der Feldweg, der bei P. 351 nach Süden abzweigt, führt nach etwa 500 m auf die mit *Dactyloceras* übersäten Äcker. Zurückkehrend nach Schlaifhausen (im Ort gelegentlich *Opalinus*-Ton erschlossen) gehe man zu dem Doggersandstein-Profil auf dem Weg vom Wasserbehälter zum Bodenstein. An der Geländekante ist der Aufschluß in der *Sowerbyi*-Zone. Nach Überschreiten der Ornatenton-Stufenebene geht es auf steilem Weg zum Bodenstein. Auf diesem Weg Aufschluß im Malm (Kieselknollen). Vom Bodenstein hinab in die Einsenkung zu dem Aufschluß mit dem schuttführenden Unteren Malm. Beim Abstieg von der Walpurgis-Kapelle nach Kirchehrenbach versäume man es nicht, die Aufschlüsse im Bergsturz zu besuchen. Zum Studium des Rhätolias empfiehlt es sich, in die Steinbrüche am Auer-Berg zu gehen. Dort kommt auch der schöne Aragonit vor.

## Verzeichnis der wichtigsten Schriften.

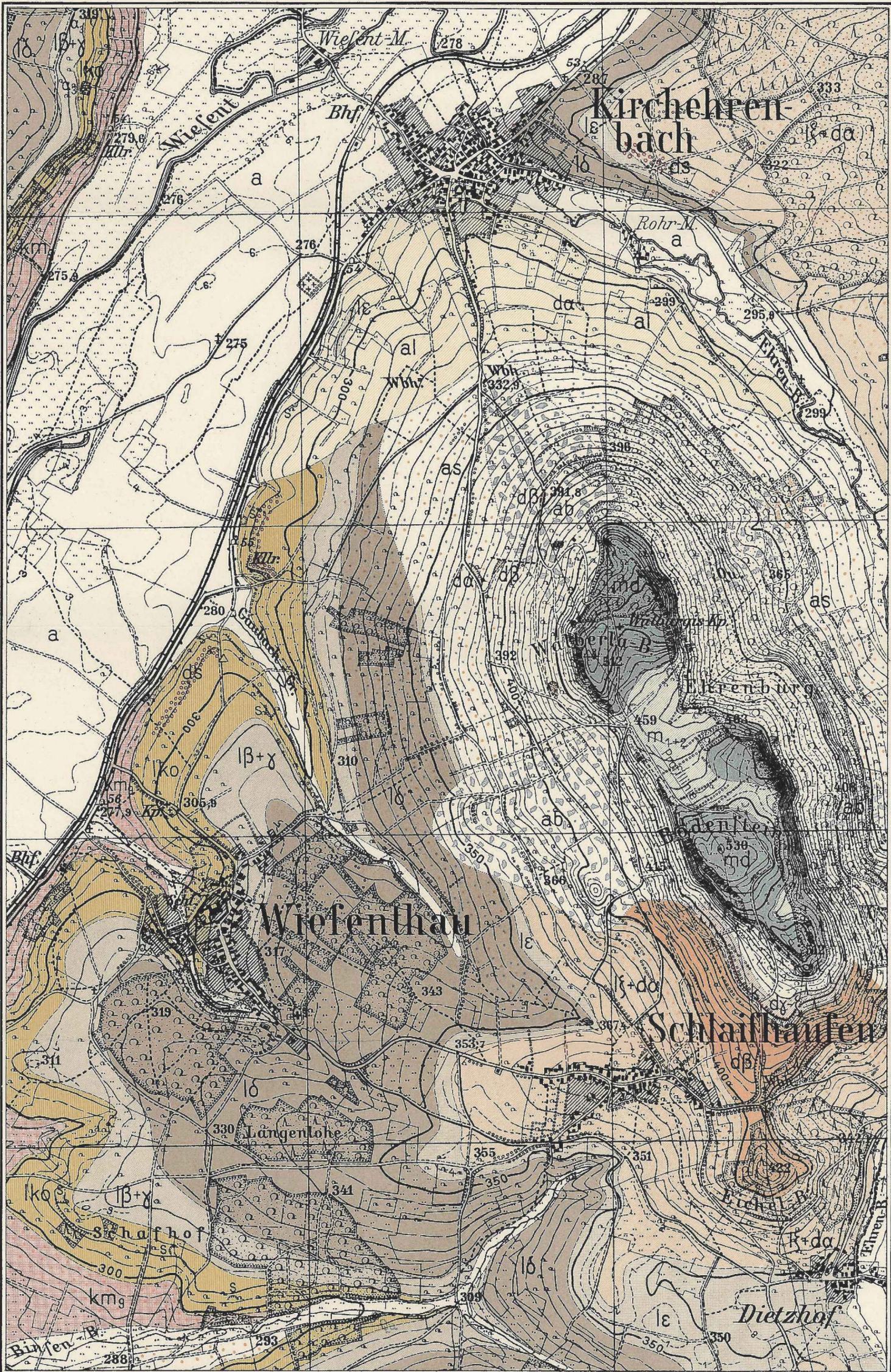
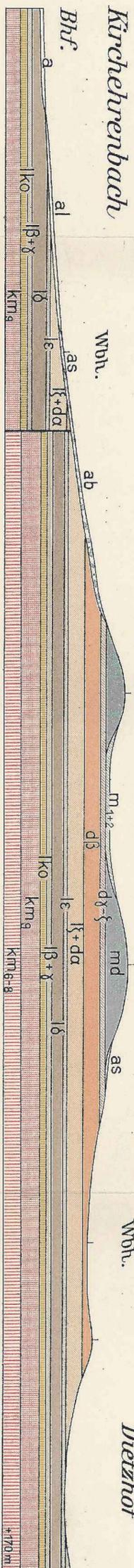
- DORN, P.: Beiträge zur Geologie des Frankendolomits. — Z. D. Geol. Ges., 78, Berlin 1926.
- Erläuterungen zu Blatt Gräfenberg 1 : 25 000 der geol. Spezialkarte von Bayern. München 1928.
  - Untersuchungen über fränkische Schwammriffe. — Abh. d. Geol. Landesunters. am Bayer. Oberbergamt, H. 6, München 1932.
- FILD, H.: Die tektonischen Verhältnisse der Ehrenbürg bei Forchheim. Diss. Erlangen 1903.
- FRANK, M.: Beiträge zur Stratigraphie und Palaeographie des Lias- $\alpha$  in Süddeutschland. — Mitt. geol. Abt. Stuttgart, H. 13, Stuttgart 1930.
- GEISELBRECHT, K.: Das Rhät am Westabhang der Frankenalb von Neumarkt i. O. bis Forchheim. Manuscript. Zulassungsarbeit Erlangen 1932.
- GÜMBEL, C.W. VON: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb usw., Kassel 1891.
- KRUMBECK, L.: Bemerkungen über die Pautzfelder Flexur im Regnitzbecken nördlich Forchheim. — C. f. Min. usw., Abt. B., Stuttgart 1927.
- Erläuterungen zu Blatt Erlangen-Nord 1 : 25 000 der geol. Spezialkarte von Bayern. München 1931.
  - Zur Stratigraphie des Lias in Nordbayern. 1. Lias- $\alpha$ . — N. Jb. f. Min. usw., B.-B. 68, Abt. B, Stuttgart 1932.
  - Über den Lias von Kalchreuth bei Erlangen, besonders  $\gamma$  und  $\epsilon$ . C. f. Min. usw., Abt. B, Stuttgart 1932.
  - Zur Rätliasstratigraphie und Geologie des Forchheimer Waldes (Regnitzbecken), sowie seiner angrenzenden Gebiete. — Sitz.-Ber. d. phys.-med. Sozietät z. Erlangen, 63/64, Erlangen 1933.
- ROLL, A.: Form, Bau und Entstehung der Schwammstotzen im süddeutschen Malm. — Z. f. Palaeontologie, 16, Berlin 1934.
- SCHMIDTILL, E.: Zur Stratigraphie und Faunenkunde des Doggersandsteins im nördlichen Frankenjura. — Palaeontographica, 57/58, Stuttgart 1926.

# Geologische Karte der Ehrenbürg (Walberla) bei Forchheim.

Aufgenommen von Otto Joos.

Maßstab 1:10000.

Bayer. Geol. Landesamt  
Bücherl.  
Inv. No. 71.1  
Zu Karte No. 1926  
Jahr.



Farben- und Zeichenerklärung:

- a Alluvium der Talauen
- al Gehängelehm (s=Rhätssandstein unter Gehängelehm)
- as Gehängeschutt  
a) des Malms  
b) des Doggers  
c) des Rhätolias

Alluvium

- ab Bergstürze
- ds Diluviale Schotterreste

- md Dolomit des Unteren Malms

Weißer Jura (Malm)

- m<sub>1+2</sub> Nichtdolomitischer Riffschutt des Malms

- dγ-ξ Mittlerer und Oberer Dogger

Brauner Jura (Dogger)

- k Kalksandsteinbank des Doggers-γ

- dβ Dogger-Sandstein (Dogger-β)

- lξ+da Opalinus-Ton (Dogger-α) und Ton des Lias-ζ

- lε Posidonien-Schiefer (Lias-ε)

Schwarzer Jura (Lias)

- lδ Amaltheen-Schichten (Lias-δ)

- lβ+γ Lias-β+γ nebst Arietenschichten (Lias-α)

- lko Rhätolias = Rhät + Lias-α<sub>1</sub> + α<sub>2</sub> (s = Rhätssandstein)

- km<sub>9</sub> Feuerletten oder Knollenmergel

Keuper

- km<sub>6-8</sub> Burgsandstein (nur im Profil)

- Qu Quelle

- c Sand- und Kiesgruben