

Mitteilungen aus dem K. Naturalienkabinett. No. 76.



Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend.

Von Professor Dr. E. Fraas.

Die Tertiärbildungen am Südostrande unserer Alb und in Oberschwaben sind schon seit dem Beginn der Forschung in diesem Gebiet Gegenstand eifriger Untersuchungen, aber auch mehr oder minder heftiger Kontroversen gewesen. Sie sind auch jetzt noch keineswegs so geklärt, daß man gewissermaßen mit Ruhe zur Tagesordnung übergehen könnte. In erfreulicher Weise wurden gerade in den letzten 10 Jahren die Tertiärstudien wieder aufgenommen und eine Reihe interessanter Arbeiten sind von ROLLIER, KONRAD MILLER, KOKEN, MÜLLER und MAHLER, SCHAD, REGELMANN und KRANZ zu verzeichnen, welche teils in unseren Jahresheften niedergelegt, teils in anderweitigen Zeitschriften erschienen sind¹.

Die Fragen, um die es sich dabei handelt, sind einerseits stratigraphischer, andererseits tektonischer Natur. Bezüglich der Stratigraphie können wir zwischen einer schwäbischen und einer Schweizer Schule unterscheiden. Wir Schwaben halten noch an der schon von PROBST, K. MILLER, QUENSTEDT, O. FRAAS u. a. aufgestellten, wenn auch neuerdings durch die Vergleiche der Schneckenfauna mit den Mainzer Bildungen etwas veränderten Schichtenfolge fest, welche von oben nach unten folgendes ergibt:

1. oberer (obermiocäner) Süßwasserkalk mit *Helix sylvana*, gegen Oberschwaben zu in die obere Süßwassermolasse übergehend;
2. Brackwassermolasse (oberes Mittelmiozän);
3. Meeresmolasse (mittleres Miozän);
4. untere (oligocäne, früher untermiocäne) Süßwasserkalke mit *Helix rugulosa* und *crepidostoma*, in Oberschwaben in die untere Süßwassermolasse übergehend.

¹ Vergl. die Literaturzusammenstellungen bei E. Fraas, Versammlungsberichte des Oberrh. Geol. Ver. 1908. S. 11, und bei J. Schad, diese Jahresh. 64. Jahrg. 1908. S. 303.

ROLLIER dagegen läßt die marine Transgression auch über die *Sylvana*-Kalke weggehen und glaubt überhaupt nur eine Anlagerung der Meeresmolasse an die Tertiärkalke zu erkennen, nicht eine Zwischenlagerung, wie sie die obige Schichtenfolge voraussetzt. Die Tektonik, d. h. die Lagerungsverhältnisse, hängen natürlich auf das innigste mit der Auffassung des südlichen Albrandes zusammen. Dieser wurde früher allgemein und auch heute noch von vielen Geologen als ein Bruchrand angesehen, während REGELMANN dafür eintritt, daß es sich um eine normale bruchlose Fortsetzung und Überlagerung der nach Südosten geneigten Juratafel handelt¹.

Ich habe im Lauf des vorigen Jahres vielfach Gelegenheit zu Exkursionen auf der Ulmer Alb gehabt und speziell auch Einblicke in die Lagerungsverhältnisse des Donauuntergrundes der Langenauer Gegend durch die zahlreichen dort ausgeführten Tiefbohrungen bekommen. Die Resultate dieser Untersuchungen erscheinen mir sowohl in stratigraphischer wie in tektonischer Hinsicht von Wichtigkeit, ja wir werden sehen, daß beide Fragen so innig ineinandergreifen, daß die eine ohne die andere überhaupt nicht behandelt werden kann.

Mit den unteren Süßwasserkalken konnte ich mich bei den vorjährigen Untersuchungen nicht eingehender beschäftigen und ich möchte nur kurz bemerken, daß wir sie am besten als ein zusammengehöriges Ganzes betrachten, in welchem zwar paläontologisch eine untere Zone mit *Helix rugulosa* und eine zum Teil mächtig anschwellende Oberzone mit *Helix crepidostoma* ausgeschieden werden kann, daß es aber sehr schwierig ist, petrographisch diese Horizonte zu trennen. Ebenso handelt es sich bei den Einlagerungen toniger Schichten (sogen. Öpfinger Schichten), Pflanzenmergel und Pflanzenkalke, nur um lokale Ausbildungen und nicht um durchgehende Horizonte. Es sind, wie die Pisolithkalke und *Planorbis*-Schiefer, Faziesgebilde, die zwar von Interesse für die Einzelprofile sind, die sich aber stratigraphisch nur schwer verwerten lassen. Im allgemeinen herrscht die Kalkfazies am Albrand vor und nimmt, und zwar von unten nach oben, allmählich immer tonigeren Charakter an, je mehr wir uns Oberschwaben nähern, wo die untere Süßwassermolasse eine vorwiegend mergelige Fazies darstellt. Die

¹ Die Ausführungen von C. Regelmann und die daran anschließenden Entgegnungen von W. Kranz und E. Fraas finden sich in den Versammlungsberichten des Oberrh. Geol. Ver. 1908—1910 und im Centralbl. f. Min. etc. 1909 bis 1911.

Schneckenfauna läßt sich am besten mit derjenigen der Hochheimer Kalke im Mainzer Becken in Einklang bringen, und da diese nach den Untersuchungen von BÖTTGER als oligocän angesehen werden, so werden wir auch unsere unteren Süßwasserbildungen am richtigsten in diese Stufe einreihen. Die Scheidung der Fazies erklärt sich wohl am natürlichsten durch die Annahme einer mit Sumpf und Süßwasser erfüllten Niederung im heutigen Oberschwaben, welche wenigstens im nördlichen Gebiete von Norden her, also aus dem Juragebiet, durch Folgeflüsse gespeist wurde. Die stark kalkhaltigen Wasser setzten zunächst am Rande Kalke ab, während in den inneren Teilen des Beckens mehr tonige Absätze zum Niederschlag kamen. Um die nach Süden zunehmende Mächtigkeit zu erklären, müssen wir eine langsame, stetige Senkung dieses Gebietes annehmen.

Die marinen und brackischen Schichten der mittleren miocänen Stufe, welche das spezielle Gebiet meiner Untersuchungen waren, hängen zweifellos mit einem Meere zusammen, das von Süden resp. Südwesten, wohl im Zusammenhang mit den alpinen Bewegungen, in die oberschwäbische Depression vordrangen, aber auch noch weit über die heutige Alb transgredierte, so daß die Uferzonen vielfach bis zum gegenwärtigen nördlichen Steilabfall reichten. Diese nördliche Küstenzone ist charakterisiert durch Juragerölle, welche besonders im Südwesten der Alb, sowie im Randen und Hegau noch als mächtige Jura-Nagelfluhen erhalten sind, aber auch in dem für unsere Studien in Betracht kommenden Gebiete ihre Spuren hinterlassen haben. Wir finden sie in Relikten als Buchberggerölle aufgearbeitet am Rande des Rieses, als Sande und feuerfeste Tone in pliocäner Umlagerung auf den Höhen zwischen Heidenheim und Königsbronn, als Juragerölle in ursprünglicher Lagerung auf den Höhen von Gerstetten, Schalkstetten, Stubersheim u. a. Orten. Fossilien sind in den Geröllen in unserem Gebiet nicht gefunden, aber im Südwesten, besonders im Hegau und Randen, ist der Zusammenhang dieser Schichten einerseits mit den echten marinen Bildungen, andererseits mit den Brackwasser- und Uferbildungen sicher nachgewiesen. An diese nördliche Küstenzone schließen sich die marinen Uferbildungen an, welche sowohl durch ihren großen Petrefaktenreichtum als auch durch das Material selbst charakterisiert sind. Die Massen von Austern, Bohrmuscheln und Balaniden, welche noch in ihrer ursprünglichen Lage an den Jurafelsen der Küste anhaften, beweisen uns, ebenso wie die Anhäufungen von Muschelschalen zum Muschelsandstein, daß wir das alte Ufer

mit den Strandbildungen vor uns haben. Wir haben zum Teil noch das fjordartige Eingreifen des Meeres in die alten Täler, wie bei Donauwörth und Dischingen, die Uferklippen, wie bei Heldenfingen und Altheim, vor Augen, und wenn auch später der größte Teil der Meeresablagerung wieder abgewaschen wurde, so genügen uns doch die erhaltenen Spuren, um über die Ausdehnung des einstigen Miocänmeeres klar zu werden. Die Uferlinie ist durch die Orte Donauwörth, Unterbissingen, Dischingen, Herbrechtingen, Heldenfingen, Altheim, Beimerstetten, Jungingen, Dietingen und Ermingen bezeichnet und greift in Höhenlagen hinauf, die gegenwärtig bis 650 m ü. M. liegen. Das Material ist nicht weniger charakteristisch als die Versteinerungen. Der Kalk tritt, wenn wir von den Muschelschalen absehen, stark zurück und an seiner Stelle finden wir Quarzsand mit Beimengung von Hornsteinen alpinen Charakters, Feldspaten, Glimmer, Andalusit, Disthen und Rutil¹ etc., kurz ein Material, das nicht von unserem Jura, sondern von Süden her aus den Alpen resp. einem uns nicht mehr zugänglichen kristallinen Gebirge stammen muß. Inwieweit hier die Aufarbeitung der alpinen Flyschzone oder des supponierten Vindelizischen Grundgebirges eine Rolle spielt, ist noch weiterer petrographischer Untersuchung vorbehalten.

Obgleich wir die Transgression der marinen Gebilde von Süden her als sicher annehmen dürfen, so ist doch der Anschluß der Muschelsandsteine auf der Alb an die oberschwäbische Meeresmolasse kein so einfacher, da diese mit der Überschreitung des südlichen Albrandes gegen die Donau hin plötzlich verschwinden und durch petrefaktenleere Sande und brackische Bildungen ersetzt werden. Erst wenn wir etwa 20 km gegen Süden weitergehen, finden wir südlich von Laupheim wiederum echt marines Tertiär, und zwar zunächst bei Walpertshofen, Baltringen, Schemmerberg, Warthausen u. a. O. als typische Uferzone mit Muschelsandstein, dann aber rasch an Mächtigkeit, aber dafür auch an Petrefaktenarmut zunehmend, so daß wir im Profil von Ochsenhausen 12 km südlich von Baltringen nach K. MILLER schon eine Mächtigkeit von 206 m haben. Es erscheint mir zweifellos, daß wir hier im Süden eine zweite Uferzone des Molassemeeres vor uns haben, die einer Rückzugsphase dieses Meeres entspricht, während die Bildungen der Alb der ersten, am weitesten vorstoßenden Transgression entsprechen.

In charakteristischer Weise finden wir zwischen diesen beiden marinen Gebieten eine Zwischenlagerung mit

¹ Weiger, C., Diese Jahresh. Bd. LXIV. 1908. S. 137.

brackischem Charakter. Das Liegende bilden die Graupensande, oder nach der Entwicklung bei Grimmelfingen auch Grim melfinger Sande genannt. Es sind dies nahezu petrefaktenleere, mehr oder minder reine Quarzsande, selten durch pflanzenführende Tone etwas verunreinigt. Ihrem petrographischen Habitus nach wird man sie stets mit dem marinen Tertiär in Verbindung bringen und dementsprechend wurden sie bisher auch von dem einen direkt als marines Tertiär, von andern als eine spätere Aufarbeitung des Muschelsandsteins aufgefaßt, welche von O. FRAAS in das Diluvium, von SAUER und E. FRAAS gelegentlich der Exkursionen des Oberrhein. Geologenvereins (1908) in eine ältere, voraussichtlich tertiäre Zeit verlegt wurde. Über den Graupensanden lagern die brackischen, sogen. Kirchberger Schichten, am bekanntesten aus den schönen Aufschlüssen am Illerufer bei Ober- und Unterkirchberg. Es sind dies überaus wechselvolle Schichten, in welchen bald sandige, bald mergelige und kalkige Gesteine auftreten. Die Fossilien sind meist in einzelnen Schichten angehäuft und zwar so, daß bestimmte Arten sich auch auf bestimmte Horizonte und selbst auf bestimmte Lokalitäten beschränken. Im allgemeinen überwiegt die Süßwasserfauna gegenüber der marinen, so daß man den Eindruck einer durch Zuflüsse vom Jura her stark ausgesüßten Lagune bekommt. Eine Spezialuntersuchung der Faziesdifferenzierung innerhalb der Kirchberger Schichten, insbesondere unter Beobachtung der geographischen Verbreitung, wäre eine sehr wünschenswerte und dankbare Arbeit. Im allgemeinen will es mir scheinen, als ob gegen Süden die echt brackischen Arten, wie vor allem die Cardien, sich häufen, während näher dem Albrande Süßwasserformen, wie *Unio*, *Anodonta*, *Bythinia*, *Lymnaeus*, *Planorbis* und *Paludina* neben solchen, welche ebensowohl brackisch wie im Süßwasser leben, wie *Hydrobia* und besonders *Dreissensia* an Häufigkeit zunehmen.

Eine Klärung der Verhältnisse zwischen marinen und brackischen Gebilden bekommen wir erst durch das Studium der gegenseitigen Lagerungsverhältnisse. Als besonders geeignet hierfür erscheinen mir Profile von der Langenauer Alb einerseits und vom Hochsträß andererseits.

Unser Profil (Fig. 1) von der Geislinger Alb bis zum Donautal zeigt uns zunächst die Lagerung des Jura, der von Nordwest gegen Südost geneigt ist, und zwar ergeben insbesondere die Tiefbohrungen im Brenztal in Übereinstimmung mit anderweitigen Beobachtungen, daß die Schichtenneigung am Nordrande (dem

Escarpement) der Alb größer ist als am Südrande (der Lehnenseite). Während zwischen Aalen und Königsbronn noch ein Gefälle von $1 : 47,4 = 2,11\%$, bei Geislingen ein solches von $1 : 50 = 2\%$ herrscht, berechnet sich dasselbe zwischen Königsbronn und Heidenheim auf $1 : 87 = 1,15\%$ und weiterhin wird es offenbar noch flacher und lehnt sich im allgemeinen der schwachen Oberflächenneigung der Grenze des Tertiärs und Jura $1 : 120 = 0,8\%$ an.

Profil durch die Schwäbische Alb.

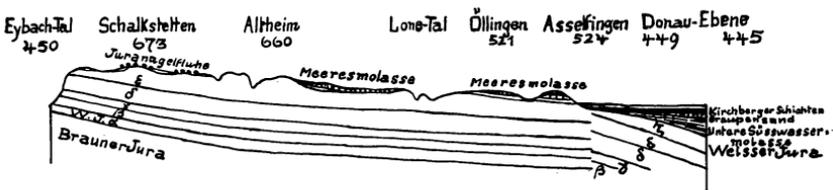


Fig. 1.

Ein Zunehmen des Gefälles gegen den Südrand hin konnte ich nicht beobachten¹. Zweifellos war diese Neigung zur Zeit der miocänen Meerestransgression eine viel geringere, wie ja überhaupt die Alb als solche noch nicht bestand, sondern ein das Meeresniveau kaum überragendes Flachland bildete. Nur so ist es zu erklären, daß wir schon nahe dem Nordrand bei Schalkstetten (673 m ü. M.) und Bräunisheim (665 m) auf die Küstengebilde in Gestalt einer zu Geröll aufgelösten Jura-Nagelfluh stoßen. Bei Altheim (660 m) finden wir schon die Ufergebilde des Meeres mit Austern und Pholaden und bei Öllingen (521 m) und Rammingen (524 m) sind uns petrefaktenreiche typische Muschelsandsteine erhalten. Die untere Grenze des marinen Tertiärs liegt am Rande der Alb bei 520 m Höhe. Von dort kommen wir herunter zur Donauebene, welche mit diluvialen Gebilden eingedeckt ist, aber durch die zahlreichen Bohrungen zwecks der Untersuchung der Wasserverhältnisse im vorigen Jahr erschlossen wurde. Dabei ergab sich, daß die Kiese der Hochterrasse nahe dem Albrand (bis etwa 1 km Entfernung) direkt auf

¹ Als Horizont für die Berechnung des Schichtengefälles darf in Ermanglung tieferer Jurastufen nur die Grenze zwischen Jura und Tertiär verwendet werden, nicht aber die zwischen Weißjura Epsilon und Zeta, bzw. das Hangende der Weißjura ε-Felsen, da es sich dabei nur um eine im Horizont schwankende Faziesdifferenzierung des oberen Weißjura oder eine spätere Denudationsfläche handelt. Es ist dies ganz besonders gegen die von C. Regelman ausgeführten Berechnungen des Schichtengefälles einzuwenden.

Jura auflagern; sobald wir aber über diese Randzone hinauskommen, finden wir unter denselben Tertiär, aber nicht, wie man erwarten sollte, in Gestalt von Muschelsandstein, sondern als typische Kirchberger Schichten, d. h. in der brackischen Fazies mit den charakteristischen Fossilien und Unterlagerung von echten Graupensanden. In einer Tiefbohrung 4 km vom marinen Tertiär bei Rammingen und 1,5 km vom Jurarand der Alb entfernt durchbohrte man das brackische Tertiär mit einer Mächtigkeit von 23 m und erreichte die Grenze zwischen Tertiär und Jura bei 420 m ü. M., also genau 100 m tiefer als auf der Rammingen Höhe. Wäre dies nur auf eine Schichtenneigung zurückzuführen, so würde diese 1 : 40 betragen, müßte sich also schon für das bloße Auge sowohl in der Schichtenstellung wie im Oberflächenbild deutlich bemerkbar machen, was aber sicher nicht der Fall ist, denn gerade hier erscheinen die Juraschichten vollständig horizontal gelagert. Auch wäre damit noch nicht der Wechsel der Fazies des Tertiärs vom Marinen zum Brackischen erklärt. Weiter nach der Donau zu taucht der Jura noch tiefer unter, so daß er auch in einem 46 m tiefen Bohrloch nicht erreicht wurde. Dagegen wurden dort unter den 18 m mächtigen Kirchberger Schichten 4,5 m typische Graupensande und als Unterlage bunte Mergel der unteren Süßwassermolasse erbohrt.

Es sind diese Lagerungsverhältnisse nur damit zu erklären, daß wir zwischen dem Albrand und der Donauniederung eine Verwerfung mit einer Sprunghöhe von rund 100 m annehmen, und zwar eine Verwerfung, welche ursächlich auch mit der Faziesänderung des Tertiärs zusammenhängt, d. h. in die Zeit kurz nach der großen Transgression des Miocänmeeres fällt. In einem der Bohrlöcher scheint man direkt in die Verwerfungslinie selbst geraten zu sein, denn obgleich kaum 50 m vom anstehenden Gebirge entfernt, fand man bis zur erreichten Tiefe von 40 m keine Spur von anstehendem Jura, sondern nur fette Letten mit eingesprengten kleinen polierten Jurageröllen.

Ehe wir näher auf die Deutung dieses Profiles übergehen, möchte ich noch ein zweites vorführen, das in Nordwest-Südost-Richtung durch das Hochsträß bis zur Iller bei Wiblingen gelegt ist (Fig. 2). Steigen wir vom Blautal bei Gerhausen an, so finden wir die Grenze zwischen Weißjura und Tertiär bei 560 m; annähernd dieselbe Höhenlage der Grenze beobachten wir bei Arnegg (550 m), unterhalb Markbronn (550 m), im Tal von Gleiselstetten, südlich von Söflingen (550 m) und schließlich im Erstetter Tal (550 m),

so daß wir mit größter Sicherheit die vollständig horizontale Lagerung der Juraplatte, d. h. der Grenzbank zum Tertiär feststellen können. Das Tertiär beginnt mit den unteren Süßwasserkalken, welche mit einer Mächtigkeit von 75 m nahezu das ganze Hochsträß aufbauen und im unteren Teile aus *Rugulosa*-, im oberen aus *Crepidostoma*-Kalken mit Einlagerung von Pflanzenkalken besteht. Nur an zwei Punkten wird der untere Süßwasserkalk noch von

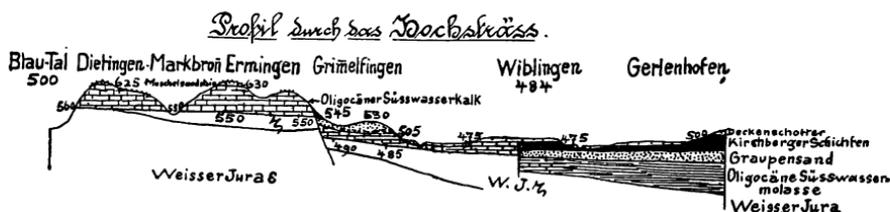


Fig. 2.

jüngeren Schichten in Gestalt der Muschelsandsteine überlagert, und zwar ist dies die berühmte Turritellenplatte von Ermingen und ein neuer für die Stratigraphie überaus wichtiger Fundplatz bei Dietingen, dessen Auffindung wir Herrn Hauptlehrer KERN in Markbronn verdanken. Es zeigt sich nun, daß die beiden Lokalitäten mit ihrer untern Grenze annähernd genau dieselbe Höhenlage (Dietingen 625 m, Ermingen 630 m) einnehmen, und es bestätigt dies die an der Grenze des Tertiärs zum Jura gemachte Beobachtung von der horizontalen Lagerung der Hochsträß-Schichten. Daß die beiden Lokalitäten nur die letzten Denudationsreste einer früheren Decke von miocänem Muschelsandstein sind, wird wohl jedermann anerkennen und ebenso auch, daß sie mit den Vorkommnissen von Jungingen, Beimerstetten und weiterhin denen von Öllingen und Rammingen zusammengehören. Wir haben also hier tektonisch betrachtet noch den Südostrand der Alb vor uns, ebenso wie in unserem vorigen Profil auf den Höhen von Rammingen und Öllingen.

Verfolgen wir weiterhin gegen Südosten die Grenze zwischen Jura und Tertiär, so gibt uns allerdings unsere Profillinie, welche von Ermingen gegen Grimmlingen verläuft, keinen Aufschluß, da wir hier über das Gehänge des aus unserem Süßwasserkalk gebildeten Kuhberges kommen. Wir müssen den Talweg von Erstetten nach Einsingen wählen, wo wir im Erbesgrund in zahlreichen, seltensamerweise in der geologischen Karte 1 : 50 000 nicht berücksichtigten Aufschlüssen die Grenze zwischen *Rugulosa*-Kalk und Weißjura

Zeta bis in die Nähe der Straße Eggingen—Ringingen verfolgen können. Genau in der Verlängerung des Steilabfalles vom Hochsträß gegen Grimmelfingen—Eggingen hört jedoch der Jura plötzlich auf und wir stehen in Grimmelfinger Sanden, die ihrerseits auf *Rugulosa*-Kalk auflagern. An Stelle des 75 m mächtigen Süßwasserkalkes vom Hochsträß finden wir aber nur dessen untere Horizonte mit kaum 10—15 m Dicke und schon bei Einsingen haben wir die Auflagerung auf den Jura. Die Grenze liegt nun aber nicht mehr bei 550, sondern bei 490, so daß wir eine sprungweise Veränderung der Grenze zwischen Jura und Tertiär von 60 m vor uns haben. Noch stärkeren Ausschlag der Sprunghöhe der Verwerfung bekommen wir im Norden des Hochsträß, wenn wir die Linie von Gleiselstetten bei Söflingen gegen Ulm zu verfolgen, während dort die Grenze bei 550 m liegt, finden wir sie an der Donaubrücke von Ulm und in den Bohrungen für die neue Brücke bei 463 resp. 455 m, so daß wir eine Sprunghöhe von rund 90 m bekommen.

In unserem Profile überschreiten wir die Verwerfung mit dem Abstieg vom Hochsträß und kommen rund 100 m unterhalb Ermingen in die Grimmelfinger Sande, welche von brackischen Dreissensschichten überlagert werden, von denen noch kleine Reste übriggeblieben sind. Am Rande gegen das Donautal tritt die Unterlagerung der Grimmelfinger Sande in Gestalt von *Rugulosa*-Kalk zutage und derselbe konnte auch noch an der Donaubrücke von Wiblingen, ebenso wie in mehreren Bohrungen der Stadt Ulm¹ in dem Gebiet zwischen Donau und Iller festgestellt werden.

An dem Steilabfall zur Iller, westlich von Wiblingen, kommen wir in die bekannten Kirchberger Profile und können festlegen, daß hier das brackische Tertiär gegenüber dem von Grimmelfingen wiederum abgesunken ist, und zwar beträgt die Differenz in der Höhenlage der Dreissensschichten gegen 75 m. In der Fortsetzung unseres Profiles nach Bayern kommen wir nach Gerlenhofen und Finningen², wo sich zurzeit sehr schöne Aufschlüsse in den Kirch-

¹ Vergl. C. Regelm ann im Versammlungsbericht des Oberrhein. Geol. Ver. 1908 S. 48. Die in diesen Bohrlöchern gefundenen Resultate bieten nichts Abweichendes und stehen in vollem Einklang mit den sonstigen Lagerungsverhältnissen.

² Das von Regelm ann als *Rugulosa*-Kalk bezeichnete und für seine bruchlose Neigung der Juratafel angeführte sogen. „Finninger Pflaster“ ist typischer Unionen- und Hydrobienkalk des brackischen Tertiärs und wird von echten Kirchbergschichten unterlagert.

bergschichten befinden. Erst in weiterer Entfernung gegen Westen werden diese von jüngeren (obermiocänen) Süßwasserkalken überlagert.

Vergleichen wir dieses Profil mit dem von Öllingen und Rammingen, so fällt uns sofort die große Übereinstimmung in die Augen. Hier wie dort ein Abschluß der marinen Muschelsandsteine mit dem Albrand und westlich desselben eine Vertretung der marinen Schichten durch Graupensande und überlagernde brackische Kirchbergschichten. Die Trennung beider Fazies ist so scharf, daß sie kaum anders als durch eine Verwerfungslinie zu erklären ist. Der Gedanke liegt deshalb nahe, die Verwerfung, welche dem Albrand entlang von Eggingen bis Dillingen¹ nachgewiesen, aber mindestens bis Donauwörth anzunehmen ist, als Ursache dieser raschen Faziesänderung aufzufassen. Hierbei kommen wir zu einem Gedankengang über die Bildungsgeschichte unseres Tertiärs, wie ich ihn in den nächstfolgenden Profilen zur Darstellung bringen möchte.

Zu Beginn unserer Tertiärablagerungen stellte das ganze Gebiet zwischen dem Nordrand der heutigen Alb und den heutigen Alpen eine weite, flache, nur leicht nach Süden geneigte Niederung dar, welche im Süden von dem eocänen Flyschmeer begrenzt wurde und in welchem allmählich die Ablagerungen der unteren Süßwassermolasse, welche am Albrand den Charakter von Süßwasserkalken annahmen, abgesetzt wurden. Die Frage, wie weit der Jura nach Süden reicht und wo der kristallinische Untergrund des vindelizischen Gebirges einsetzt, mag hier außer Betracht bleiben. Eine Senkung, wohl in Verbindung mit den starken tektonischen Bewegungen in den Alpen, führte in der Mittelmiozänzeit zur Transgression des Molassemeeres, welches von Süden gegen Norden vordrang und zwar bis in Gegenden des Juraplateaus, die heute als Alb sich zwischen 600 und 700 m ü. M. befinden. Damals lagerten sich in der litoralen Zone die Muschelsandsteine unseres Albgebietes zwischen Donauwörth und Ulm ab, während die Küstenzone durch die Jura-Nagelfluhen resp. Juragerölle gekennzeichnet wurden; sie reichten teilweise bis zum Nordrand der heutigen Alb (vergl. Profil 1 in Fig. 3). Wie sich die Verhältnisse im weiteren Verlauf gegen Südwesten gestalteten, lasse ich hier unberücksichtigt, da diese Gegenden nicht in den Rahmen meiner Untersuchungen eingezogen wurden, doch weist manches darauf hin (z. B. die hochgelegenen Muschelsandsteine von

¹ Nach Zennetti wurden auch in Dillingen bei einer Brunnengrabung in nächster Nähe des Albrandes die Kirchbergschichten unter den Donauschottern gefunden.

Winterlingen und Harthausen), daß auch dort etwas Analoges zu beobachten sein wird.

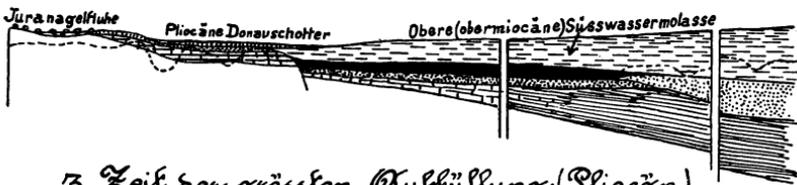
Eine neue Phase wurde dadurch eingeleitet, daß eine Senkung des südlichen Gebietes, resp. eine Hebung des nördlichen eintrat,



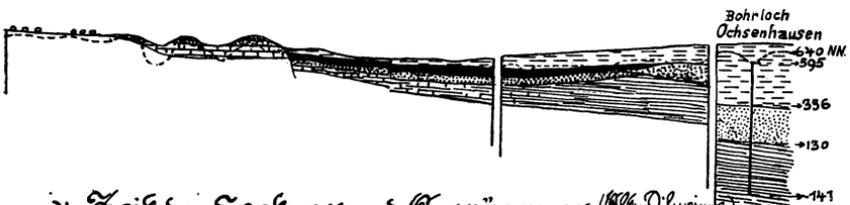
1. Zeit der Transgression des Malasseemeeres (Mittelmiocän)



2. Zeit des Rückzugs des Malasseemeeres (Oberes Mittelmiocän)



3. Zeit der grössten Auffüllung (Pliocän)



4. Zeit der Senkung und Auskürnung (M. Diluvium)

Fig. 3. Die Bildungsgeschichte der Schichten am Albrande.

welche mit einer Verwerfung entlang dem heutigen Südrande der Alb verbunden war. Infolge dieser Veränderung mußte das Molassemeer zurückweichen, und zwar finden wir einen Betrag des Zurückweichens im Gebiet zwischen Hochsträß und Oberschwaben von rund

20 km. Damit wurde eine neue Litoralzone gebildet, welche durch die oberschwäbische Meeresmolasse bezeichnet ist. Auf der nunmehr seicht oder frei gewordenen Küstenzone zwischen dem oberschwäbischen Molassemeer und der durch den Abbruchrand hervortretenden Alb wurde zunächst der bereits von der ersten Transgression herührende Untergrund aufgearbeitet, indem insbesondere der kohlen-saure Kalk in Lösung abgeführt wurde, so daß reine petrefaktenleere Sande in Form der heutigen Graupensande übrig blieben. Man wird sie deshalb am besten als Rückzugssande des ablaufenden Meeres bezeichnen. Die Auslaugung beschränkte sich aber nicht nur auf die Muschelsandsteine, sondern ergriff auch den Untergrund und dementsprechend sehen wir die älteren Süßwasserkalke in dieser Zone teils vollständig abgewaschen wie im Donautal bei Rammingen und Langenau, teils auf wenige Meter reduziert, wie bei Einsingen und Grimmelfingen. Erst da, wo die untere Süßwassermolasse mehr tonigen Charakter annimmt, konnte sie in größerer Mächtigkeit¹ erhalten bleiben, wie in den vom heutigen Albrand weiter entfernten Gebieten. In der Uferzone kam es aber außerdem zu Neubildungen von brackischem Charakter, die teils durch Einschwemmungen vom Land her, teils durch die Strömungen und Fluten des benachbarten Meeres abgesetzt wurden. So entstanden die brackischen Bildungen der Kirchbergsschichten, welche aber natürlich niemals die 50—100 m hohe Barriere der Abbruchlinie überschreiten konnten (vergl. das Profil 2 in Fig. 3).

Obleich ich damit im wesentlichen mit dem Gang der Entwicklung auf unseren ursprünglichen Profilen fertig bin, so möchte ich doch den Gedanken etwas weiter fortsetzen, um den Anschluß an die Jetztzeit zu erreichen. Wir ersehen aus den Ablagerungen, daß während des Mittelmiozäns das Molassemeer sich immer mehr zurückzog und an Stelle der marinen Gebilde treten nun wiederum Süßwasserbildungen in ganz ähnlicher Weise wie vor der Transgression, und analog der unteren Süßwassermolasse finden wir nun eine obere Süßwassermolasse entwickelt, welche am Albrand vorwiegend kalkigen, in Oberschwaben vorwiegend mergeligen Charakter trägt. In unserem Gebiete hat diese Bildung die durch die Abbruchlinie bedingte Barriere niemals überschritten, wenigstens sind bis jetzt noch nirgends obere Süßwasserkalke über dem Muschelsandstein der Albzone bekannt geworden. Wohl aber legt sich der obere

¹ Die größere Mächtigkeit dieser erklärt sich vielleicht gerade durch die Abwaschung (Tonrückstände) jener.

Süßwasserkalk über die brackischen Bildungen der Donauniederung ebenso wie über die Meeresmolasse Oberschwabens und greift im Landgericht und Teutschbuch weit in das Juragebiet hinein. Daß die obere Süßwassermolasse aber auch in unserem Gebiet, speziell am Hochsträß, die ganze heutige Niederung der Donau und Iller erfüllte, erkennen wir aus den Höhenschottern, die sich zu Ende der Tertiärzeit im Gebiet des ältesten Abflusses der Donauströmung, entlang der Alb, vorfinden. Diese pliocänen Donauschotter liegen über 150 m über den heutigen Tälern auf den jetzigen Höhen, und ihre Ablagerung kann wohl kaum anders gedeutet werden als durch die Annahme, daß damals noch das ganze Gebiet so hoch eingedeckt war, daß sich die Talrinnen auf den heutigen Höhen 150—170 m über der jetzigen Talsohle befanden (vergl. Profil 3 in Fig. 3).

Mit der Anlage und Ausbildung dieser alten Talrinnen entlang der Alb begann aber auch die Ausräumung, welche wohl in dem weichen Material der oberen Süßwassermolasse rasche Fortschritte machte und begünstigt wurde durch erneute Einbrüche und Senkungen Oberschwabens, vielleicht auch durch Hebungen der Alb. So dürfen wir wohl annehmen, daß zur Zeit der großen Vorstöße der Gletscher schon ein großer Teil der jüngeren Tertiärbildungen ausgeräumt war und der Weg für die Abfuhr der Gletscherwasser in der Talrinne der Donau frei wurde (vergl. Profil 4 in Fig. 3). Daß es sich in der Tat um nicht unbeträchtliche Störungen in Gestalt von Senkungen und wahrscheinlich auch Verwerfungen des oberschwäbischen Gebietes handelt, wird uns durch die Höhen- resp. Tiefenlagen der dortigen Tertiärschichten klar. Ist es schon schwierig, die Profile von Kirchberg mit denen von Grimmelfingen ohne Annahme von Verwerfungen in Einklang zu bringen, so stoßen wir auf noch viel größere Schwierigkeiten, wenn wir die Höhenlagen im Gebiet des Rottachtales mit denen von Ochsenhausen vergleichen. Dieselbe Schichtengrenze zwischen marinem Tertiär und unterem Süßwasserkalk, welche bei Ermingen 630 m, bei Grimmelfingen 505 m, bei Kirchberg 450 m Höhenlage einnimmt, liegt im Bohrloch von Ochsenhausen bei 130 m ü. M. Die Auflagerung auf dem Jura aber, die im Hochsträß bei 550, bei Einsingen bei 490 m liegt, wurde selbst bei einer Tiefe von 736 m, d. h. 141 m unter Normalnull im Bohrloch von Ochsenhausen noch nicht gefunden und so bleibt es heute noch eine offene Frage, ob dort überhaupt noch der Jura den Untergrund des Tertiärs bildet. Jedenfalls befinden wir uns nach den paläontologischen und petrographischen Befunden schon im Hochsträß in der Nähe des einstigen

Ufers des Jurameeres und allzu weit nach Süden dürfte der obere Weiße Jura jedenfalls nicht reichen.

Soviel aber glaube ich bei diesen Untersuchungen entwickelt zu haben, daß dieser Gang durch die Entwicklung und Bildungsgeschichte unseres Tertiärs nicht abgeführt hat von dem, was wir in der Natur beobachten, und daß sich die theoretischen Profile vollständig mit den in der Natur aufgenommenen decken. Ziehen wir die Schlüsse, um die Lagerungsverhältnisse und Ausbildung des Tertiärs in der Ulmer Gegend zu deuten, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

1. Die mittelmiocänen marinen Bildungen weisen auf eine doppelte Phase hin, von welchen die erste eine gewaltige, später niemals wieder erreichte Transgression, die zweite einen Rückzug der Meereslinie um etwa 20 km nach Süden darstellt.
2. Die Zurückdrängung des Meeres wurde bedingt durch eine relative Senkung des oberschwäbischen Gebietes, verbunden mit einer scharfen Abbruchlinie im Sinne einer Verwerfung.
3. Diese mittelmiocäne Verwerfungslinie bezeichnet heute noch den Abbruch der Alb an ihrem Südrande.
4. Die Graupensande entstanden durch die Aufarbeitung des zurückweichenden Meeres.
5. Die brackischen Schichten bezeichnen die Küstenzone des nach Süden zurückgewichenen Miocänmeeres und sind also ebenso wie die Graupensande nur als eine heteropische Fazies der oberschwäbischen marinen Molasse aufzufassen.