

I. Aufsätze und Mitteilungen.

Marine Straßen und Faunenwanderwege in Süddeutschland zur Triaszeit.

Von **M. Frank** (Stuttgart).

Einleitung.

Nach anatomisch-morphologischen Einzeluntersuchungen drängen sich bei zoologisch-paläontologischen Forschungen immer Vergleiche der Einzelformen auf. Diese vergleichende Anatomie und Morphologie führt zur Entwicklungs- und Stammesgeschichte. Analytische Arbeiten regen zu synthetischen Versuchen an. So auch in der Paläogeographie. Paläogeographisch-genetische Untersuchungen einzelner Schichtkomplexe ergeben häufig Ähnlichkeiten in morphologischer Hinsicht, in der Verteilung von Abtragungs- und Ablagerungsgebieten mit den Zuständen in den vorausgehenden und nachfolgenden Perioden. So führt der Vergleich der geographischen Zustände eines Gebietes über längere geologische Zeiträume hinweg zur Erd- und Landschaftsgeschichte. So voll von Problemen solche synthetischen Arbeiten sind, so reizvoll sind sie. Die Ergebnisse solcher Synthesen sind allerdings immer nur als zeitgebundene vorläufige Ergebnisse aufzufassen, denn genetische Synthesen regen zu neuer Spezialforschung an, die immer wieder neue Tatsachen fördern werden und damit zu neuen anders gestalteten Synthesen führen, die den tatsächlichen Vorgängen, dem wirklichen Verlauf der Erdgeschichte näher kommen werden, und so wird es möglich sein, schrittweise der Wahrheit näher und näher zu kommen, wobei Analyse und Synthese gleichmäßig am Erfolg beteiligt sind. Letzte Wahrheit werden wir aber allerdings ja nie erreichen können, das liegt im Wesen unserer Wissenschaft.

Straßen und Wanderwege.

In den letzten Jahren sind mehrere Arbeiten über einzelne Stufen der süddeutschen Trias erschienen, die alle bisher vorhandenen Tatsachen gesammelt haben und jetzt zu einem vergleichenden Überblick anregen.

Wir wissen, daß die Meere der germanischen Trias engstens mit den Schicksalen der alpinen Geosynklinale verknüpft sind, wir wissen, daß die germanische, marine Triasfauna sich aus Abkömmlingen und Ausläufern der Formen der Tethys zusammensetzt. Wir wissen, daß

die Bevölkerung der germanischen Triasmeere ausschließlich von der Tethys aus erfolgt.

Zur Zeit der unteren Trias lag der marine Sedimentationsraum der alpinen Geosynklinale weit im Süden im oberostalpinen Gebiet und von hier aus schließt sich gegen Norden eine breite Zone an, wo Abtragung und kontinentale Sedimentanhäufung in buntem Wechsel nebeneinander hergeht. In Süddeutschland herrscht kontinentale Sedimentation bis zum Röt. Wir haben ein kontinentales Sammelbecken. Im Ries und am Keilberg bei Regensburg fehlt der Buntsandstein vollkommen. Auch im Bereich des Aarmassives, im Aiguilles-Rouges—Mt. Blanc-Gebiet treten nur geringmächtige Sandsteine auf, die allenfalls noch obersten Buntsandstein enthalten, in der Hauptsache aber wohl als kontinentale Äquivalente des süddeutschen unteren und mittleren Muschelkalkes zu betrachten sind¹⁾. Weiter fehlt der Buntsandstein in den Ardennen und im nordwestlichen Luxemburg, so daß man mit STRIGEL²⁾ mindestens für den unteren und mittleren Buntsandstein zur Annahme einer Abriegelung der süddeutschen Sammelmulde gegen Süden, Osten und Westen kommt. Ardennen und ostfranzösisches Massiv sind über den Bereich der alpinen autochthonen Gebiete (Mt. Blanc—Aiguilles-Rouges—Aarmassiv) mit der vindelizisch-böhmischen Masse verbunden. Zur Zeit des oberen Buntsandsteins erfolgt eine Ausbreitung des Ablagerungsraumes gegen die Saône-Rhônepforte und eine Verbindung mit dem sardo-iberischen Becken, was neuerdings auch G. WAGNER³⁾ dargestellt hat. Wichtiger als diese Ausbreitung des süddeutschen Sedimentationsgebietes ist die Besiedelung des germanischen Beckens mit marinen Formen. Während in Süddeutschland noch lange kontinentale Ablagerungsbedingungen herrschen, wandern mit der Transgression des Meeres marine Tierformen über Oberschlesien bis nach Mitteldeutschland. *Myophoria costata*, *vulgaris*, *ovata*, *Myoconcha gastrochaena*, *Pecten discites*, die schlangenförmigen Wülste von *Rhizocorallium* und andere Muschelkalkformen sind häufige Erscheinungen in den mit „Röt“ bezeichneten Ablagerungen Mittel- und Ostdeutschlands, die aber sicher zeitlich nicht mit dem in Süddeutschland „Röt“ benannten Schichtkomplex übereinstimmen. *Beneckeia tenuis* erscheint von den Cephalopoden als Vorläufer von *Beneckeia Buchi* des Wellengebirges. Diese Fauna wandert mit den Vorstößen des Meeres von Nordostthüringen über Südwestthüringen (Meininger Gebiet) — Kissingen — Karlstadt nach Süden. Die erste marine Fauneninvasion wird

¹⁾ M. FRANK, Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie u. Bildungsgeschichte der Trias-Lias-Sedimente im alpin-germanischen Grenzgebiet der Schweiz. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 64, 1930.

²⁾ A. STRIGEL, Das süddeutsche Buntsandsteinbecken. Verh. d. naturf.-med. Ver. Heidelberg, N. F., 16, 1929.

³⁾ G. WAGNER, Neues vom Buntsandstein. Aus der Heimat, 1930.

durch die Myophorienbank (Mosbach, Wolmünster) dargestellt und dringt in der Hauptsache in südwestlicher Richtung über Mosbach gegen die Pfalz und Saar vor. Bezeichnend für den Wanderweg ist, daß er zusammenfällt mit der Zone größter Mächtigkeit des Buntsandsteins. Nun überflutet das Meer bei einer Transgression immer zuerst die morphologisch tieferen Partien eines Gebietes. Stimmen jetzt diese in unserem Fall mit den Räumen größter Mächtigkeit früherer Ablagerungen überein, so muß diesen Zonen eine besondere Bedeutung zukommen. Wir wissen, daß die Ablagerung des Buntsandsteins im zentralen Gebiet zwischen böhmisch-vindelizischer Masse und Ardennen—ostfranzösischem Massiv begonnen hat und daß dann der Sedimentationsraum weiter ausgriff, besonders in südwestlicher Richtung, bis dann im oberen Buntsandstein eine Verbindung über die Saône-Rhônepforte mit dem sardo-iberischen Becken zustande kam (STRIGEL, WAGNER a. a. O.). Geben nun die Mächtigkeiten und die Art der Transgression Anhaltspunkte für die Senkung einer Sedimentationswanne, so zeigt sich, daß die Senkung im süddeutschen Bereich von NO gegen SW vorgeschritten ist. In dieser Richtung greift die Ablagerung des Buntsandsteins vor und die weitergehende Senkung führt andererseits zur Transgression des Meeres, das über Oberschlesien ins germanische Gebiet eingedrungen war.

Damit haben wir den Wanderweg der ersten marinen Einwanderer in Süddeutschland mit der Myophorienbank. Die Fauna greift gegen SW bis Wolmünster vor und erreicht gegen S noch Nordwürttemberg. Diesem ersten Vorstoß folgt später das Meer des Wellengebirges. „Dabei folgt es besonders der Tiefenrinne, in Süddeutschland der „Fränkischen Straße“ (Kissingen — Gambach — Taubergrund — Mosbach — Kraichgau — Nordwasgen)⁴⁾. So wird langsam das Mosbacher Becken in Besitz genommen und von hier aus unternimmt das Meer Vorstöße gegen SW. Während früher mit der Myophorienbank Wolmünster gerade erreicht wurde, ist der nächste Vorstoß weiterhin bekannt (Zweibrücken, Bischmisheim, unterste Crinoidenbank von Fechingen, Saarfels)⁵⁾. Langsam greift das Meer von Mosbach auch gegen Süden vor und erreicht den Nordschwarzwald. Bezeichnend ist nun, daß in der Folgezeit der Vorstoß des Meeres über das elsass-lothringische Gebiet nicht vollkommen gelang. Vielmehr erfolgt jetzt die weitere Transgression in der Hauptsache entlang der Neckar—Wutach-Linie. Die Straße über Lothringen ist versperrt. Es bildet sich die Neckar—Wutach-Linie, die „Schwäbische Straße“ heraus⁶⁾. Die reiche Muschelkalkfauna erobert, von hier

⁴⁾ G. WAGNER, Neues vom Buntsandstein. Aus der Heimat, 1930.

⁵⁾ K. STAESCHE, Der Buntsandstein des Saarlandes. Festschr. zur 55. Tag. d. Oberrh. geol. Ver., 1927.

⁶⁾ M. FRANK, Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Wellengebirges im südlichen Schwarzwald. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ., 1928.

aus gegen die Beckenränder sich ausdehnend, das süddeutsche Sedimentationsgebiet. An der Spitze marschieren die Crinoiden. Noch ist aber das germanische Meer gegen SW abgeschlossen. Allenfalls könnte an gelegentliche Überflutung der südlich abschließenden Schwelle gedacht werden ohne Dauerverbindung. Für gelegentliche Überflutungen spricht das Auftreten von *Ceratites antecedens* zwischen *Ecki-* und *vulgaris*-Hauptlager in Württemberg.

Später, mit der Bildung der Meininger Terebratelschichten, setzt eine Hebung dieses Gebietes ein⁷⁾. Das Meer wird nach S abgedrängt. Ein Durchbruch über Elsaß-Lothringen ist aber nicht möglich. Hier beginnt schon im oberen Teil der Orbicularisschichten die Fazies des mittleren Muschelkalkes. Das Meer nahm seinen Hauptverlauf über den Schweizer Tafeljura. Bis zur Bildung der Spiriferinabank scheint jedoch der süddeutsche Sedimentationsraum gegen Süden zumeist abgeschlossen zu sein. Erst das Verhalten der Schichten über der Spiriferinabank deutet auf eine länger dauernde Verbindung mit der Tethys hin. Besonders M. SCHMIDT's Funde der großen *Gervillia socialis* und der für den Hauptmuschelkalk charakteristischen *Terebratula vulgaris* in den Orbicularisschichten sprechen dafür (Freudenstadt⁸⁾. Die Meininger Hebung greift langsam gegen Süden vor. Das Meer fließt in dieser Richtung ab, und mehr und mehr sind die Bedingungen für die Bildung des mittleren Muschelkalkes gegeben.

Bezeichnend ist die Verbreitung von Salzlagerstätten im mittleren Muschelkalk. Sie sind besonders im Bereich der „Schwäbisch-Fränkischen Straße“ anzutreffen, kommen jedoch auch westlich des Rheins vor. Immer aber liegen sie nach den bisherigen Beobachtungen in Süddeutschland im zentralen Bereich innerhalb der 30 m-Mächtigkeitsskurve des Wellengebirges, was aus den Kärtchen von BESTEL⁹⁾, FRANK (1928) und WAGNER¹⁰⁾ hervorgeht. Gegen die Beckenränder nimmt die Mächtigkeit ab, und in diesen schon etwas ausgesüßten Gebieten finden sich auch Muschelreste, so nach F. HERMANN¹¹⁾ bei Kocherstetten (bei Künzelsau), nach G. WAGNER¹²⁾ bei Kirchberg (Jagst) oder nach GEVERS¹³⁾ am Nordwestrand der böhmischen Masse

⁷⁾ P. VOLLRATH, Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des fränkischen Wellengebirges. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 50.

⁸⁾ M. SCHMIDT, Das Wellengebirge der Gegend von Freudenstadt. Mitt. d. geol. Abt. d. Württ. Stat. L.-A., Nr. 3, 1907.

⁹⁾ G. BESTEL, Das Steinsalz im germanischen mittleren Muschelkalk. Jahrb. d. Preuß. Geol. L.-A., Bd. 50, 1929.

¹⁰⁾ G. WAGNER, Die deutschen Salzlager. Aus der Heimat, 1927, Heft 4.

¹¹⁾ F. HERMANN, Fossilführende Schichten in der oberen Anhydritgruppe bei Künzelsau. Jahresber. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ., 1901.

¹²⁾ G. WAGNER, Trias im Kocher-Jagstgebiet und Vindelizisches Land. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Ver., 1930.

¹³⁾ T. W. GEVERS, Der Muschelkalk am Nordwestrand der Böhmisches Masse. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 56, 1926.

bei Görschnitz—Görau und Weidenberg. Auch am Rande des Ardennenhochgebietes sind seltene Zweischaler aus den „oberen Dolomiten“ bekannt geworden, so vom Kahleberg bei Blieskastel, an der Saar und an der Mosel, auf Blatt Falkenberg (östlich von Gänglingen an der Straße nach Fillingen) und aus der Gegend von Groß-Hemmersdorf (nach WEISS, SCHUMACHER, BENECKE zit. nach WERVEKE¹⁴).

Während zur Zeit der Bildung des mittleren Muschelkalkes die Verbindungen des germanischen Meeres mit der Tethys (Oberschlesien, Rhôneporte), wenn nicht dauernd, so mindestens doch episodisch geschlossen waren, kommt mit dem Einsetzen des Hauptmuschelkalkes ein neuer Faunenzustrom. Bezeichnend ist dabei, daß mindestens für Württemberg die Besiedelung in der gleichen Weise erfolgte, wie schon früher zur Zeit der Invasion der Wellengebirgsfauna, da im Südschwarzwald die Fazies des mittleren Muschelkalkes nach den Untersuchungen ALDINGERS¹⁵) noch in den Trochitenkalk hereinreicht. Insgesamt gewinnt man den Eindruck, als ob die morphologischen Verhältnisse im Trochitenkalk noch weitgehend mit denen zur Zeit des Wellengebirges in Süddeutschland übereinstimmen würden. Das böhmische Massiv hat seinen Ausläufer im vindelizischen Festland. Der Aarmassiv—Aiguilles-Rouges-Rücken ist zwar überflutet, macht sich aber submarin noch deutlich bemerkbar (Rötidolomit). Die eigentliche marine Straße verläuft weiter westlich im Saône-Rhônegebiet und von hier auf der vindelizischen Seite gegen Norden, während gegen das ostfranzösische Massiv eine ganz allmähliche Verflachung eintritt, so daß weitgehende Ähnlichkeiten mit dem Wellengebirge vorhanden sind. Noch haben wir in Süddeutschland weitgehende fazielle Differenzierung. Enkriniten treten an den Beckenrändern riffbildend auf, während die küstenferneren Räume Tonkalk mit Ceratiten und Muscheln häufiger werden; *Encrinus* dagegen tritt zurück. Diese Tonkalkfazies greift mehr und mehr gegen die Ränder vor und herrscht im mittleren Hauptmuschelkalk in Süddeutschland weithin.

Zu dieser Zeit vollzieht sich auch langsam ein Umschwung. Während bisher die Bedeutung für Meeres- und Fauneninvasionen zweifellos auf der vindelizischen Seite lag, finden wir die eigentliche Straße im oberen Hauptmuschelkalk ebenso zweifellos auf der Seite des ostfranzösischen Massives (Rhônesenke — Epinal — Lunéville — Rohrbach — Mosbach — Würzburg — Kissingen).

Zwei Straßen haben wir also, die vom mitteldeutschen Gebiet durch Süddeutschland zur Rhône ziehen. Die ersten Vorstöße des Wellengebirges folgen der Buntsandsteinrinne (Kissingen — Gambach —

¹⁴) L. VAN WERVEKE, Erläuterungen zum Blatt Saarbrücken, 1:200 000.

¹⁵) H. ALDINGER, Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Trochitenkalkes im nördlichen Württemberg und Baden. Diss. Tübingen 1928.

Taubergrund — Mosbach — Kraichgau — Wolmünster), der „Fränkischen Straße“ WAGNERS. Der weitere Vorstoß gelingt nicht. Das Meer greift entlang der Neckar—Wutach-Linie, der „Schwäbischen Straße“, nach Süden vor und wandert über den Schweizer Tafeljura zur Rhônepforte zwischen Morvan und Aiguilles-Rougesmassiv. Später aber zur Zeit des Hauptmuschelkalkes ist der Ausbau der „Fränkischen Straße“ über Rohrbach — Lunéville — Epinal — Rhônepforte westlich der Vogesen gelungen („Lothringische Straße“). Im Wellengebirge liegt also die Hauptstraße („Schwäbische Straße“) östlich von Vogesen und Schwarzwald auf vindelizischer Seite, das ostfranzösische Massiv hat ein weites flaches Vorgebiet. Zur oberen Hauptmuschelkalkzeit liegt die Tiefenzone westlich von Schwarzwald und Vogesen („Lothringische Straße“); gegen das vindelizische Land verflacht sich das Meer allmählich. Beide verschiedenen Straßen vereinigen sich aber einerseits im Bereiche der Rhônepforte (zwischen Morvan und Aiguilles-Rouges-Massiv) und führen nach Süden zum sardo-iberischen Becken, andererseits in Nordwestwürttemberg und Nordbaden und münden hier gegen NW in das Fulda-Werra-gebiet ein.

Bei der Regression des Meeres gegen Ende der Muschelkalkzeit zieht sich das Meer zuerst von den Küstengebieten in die Senke („Fränkisch-Lothringische Straße“) zurück und fließt von hier aus durch die Rhônepforte ab. WAGNER¹⁶⁾ und GEVERS (a. a. O.) haben zwischen Mittelwürttemberg und Oberfranken den Rückzug nach NW nachweisen können, FRANK¹⁷⁾ die Regression des Meeres von Südwürttemberg gegen S und vom Tafeljura gegen SW. Weit im Süden steht zur Zeit der Lettenkohle das Meer. Gelegentlich versucht es, die verlorenen Räume wieder zurückzugewinnen. Mit den Meeressingressionen, die zur Bildung von Dolomitmänten führen, stößt auch die marine Fauna in das brackisch-kontinentale Gebiet vor. Bei diesen Fauneninvasionen werden die zentralen Gebiete des süddeutschen Sedimentationsraumes bevorzugt. Die Randgebiete sind schon zu weitgehend ausgesüßt. Kartographisch habe ich das Verhalten der marinen Fauna in einzelnen Horizonten der schwäbisch-fränkischen Lettenkohle (unterer Keuper) schon früher dargestellt. Bis zu den Linguladolomiten (einschließlich) verschwindet die Marinafauna in den marinen Mänten der Lettenkohle in Baden und Württemberg gegen SO, gegen das vindelizische Festland¹⁸⁾.

¹⁶⁾ G. WAGNER, Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Hauptmuschelkalkes usw. Geol. u. paläont. Abh., N. F., 12.

¹⁷⁾ M. FRANK, Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen Südwürttemberg und Kettenjura. Centralbl. f. Min. usw., 1928.

¹⁸⁾ M. FRANK, Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des unteren Keupers zwischen Mittelwürttemberg und Kraichgau. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 65, 1931.

Allmählich aber bilden sich mehr und mehr rein kontinentale Sedi-
mentationsverhältnisse heraus. In den zentralen Gebieten kommt es
zur Abscheidung von Anhydrit und Gips. Die marinen Ingressionen
und Fauneninvasionen treten zurück und die Wanderwege verschieben
sich. Die Fauna dringt jetzt auf Zonen ein, die den übersättigten
zentral gelegenen Gebieten und den ausgesüßten randlichen Sedi-
mentationsräumen zwischengeschaltet sind¹⁹⁾.

Die Fauna selbst verarmt im Verlauf der Zeit mehr und mehr.

Das Muschelkalkmeer und mit ihm seine Fauna hat sich mit
Beginn der Lettenkohle zurückgezogen. Im westlichen Schweizer
Molassegebiete und Faltenjura, vielleicht auch weiter weg im süd-
lichen Rhônegebiet fanden die Tierformen ein Refugium. Immer
mehr verarmt dort die Fauna. Sie versucht aber immer wieder in
den germanischen Ablagerungsraum einzudringen. Nur Relikte der
Muschelkalkfauna (z. T. umgewandelt) wandern ein. Am besten ist
die Verarmung der Lebensgemeinschaft in jenem unbekanntem Refu-
gium aus der allmählichen Abnahme der Artenzahl unserer Fossil-
horizonte im Gipskeuper (im Profil von unten nach oben) zu erkennen.
Mit der Ausbreitung der Fauna zur Zeit der Bleiglanzbank haben wir
zum letztenmal während der Gipskeuperzeit in Süddeutschland ein-
wandfrei eine Tiergesellschaft mit deutlich marinem Charakter. Die
höheren Fossilhorizonte (Engelhofer Platte, Anatinabank) legen viel-
mehr den Gedanken einer fluviatil-lakustrischen Bildung nahe, wie
sie dann später zur Schilfsandsteinzeit deutlich wird.

Die Art der Fazies wie die Ausdehnung dieses Schichtgliedes
zeigen an, daß Süddeutschland weitgehend eingeebnet war, daß die
morphologischen Differenzierungen weitgehend ausgeglichen sind.
Die „Lothringische Straße“ ist nicht mehr vorhanden. Bezeichnend
ist übrigens, daß gerade in diesem Gebiet der Gipskeuper die größten
Mächtigkeiten zeigt, daß gerade dort die Salzlager im Gipskeuper
auftreten, worauf schon BRINKMANN²⁰⁾ aufmerksam gemacht hat.

Neben den Wirbeltieren treten in den höheren Schichten des
mittleren Keupers besonders Gastropoden und Zweischaler auf, die
sich in der Hauptsache auf einzelne Horizonte verteilen (dunkle
Mergel und Freihunger Horizont, Lehrbergschichten, Ochsenbachschicht).
VOLLRATH²¹⁾ hat nachgewiesen, daß Freihunger Horizont, Lehrberg-
schichten und Ochsenbachschicht im Süden durch den Gansinger
Dolomit vertreten werden, und von hier aus wandern die Formen

¹⁹⁾ M. FRANK, Stratigraphie und Bildungsgeschichte des süddeutschen
Gipskeupers. Jahresber. u. Mitt. d. oberrh. geol. Ver., 1930.

²⁰⁾ R. BRINKMANN, Tektonik und Sedimentation im süddeutschen Trias-
becken. Zeitschr. d. d. geol. Ges., Bd. 78, 1926.

²¹⁾ P. VOLLRATH, Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungs-
geschichte des Mittleren und Oberen Keupers in Süddeutschland. N. Jahrb.
f. Min. usw., Beil.-Bd. 60, 1928.

zu den verschiedenen Zeiten in das kontinentale Gebiet der weiter nördlich liegenden Räume. Charakteristisch ist, daß die Fossilien in den Lehrbergschichten immer vor der Sandfazies auftreten. Die stärkere Salzkonzentration der zentralen Gebiete hat also auch hier wie im Gipskeuper die Besiedelung des ganzen Raumes verhindert. Die Fauna ist bei ihrer Wanderung von Süden her zwischen den stark ausgesüßten Randgebieten (meist Sandfazies) und den übersättigten zentralen Räumen nach Norden vorgedrungen. THÜRACHS²²⁾ *Avicula gansingensis* in Bayern weist dabei deutlich auf die bestehende Verbindung hin.

Einen anderen Weg nahm die Fauna zur Zeit der Bildung der Ochsenbachschicht des Stubensandsteins. Eine fossilführende Bank im elsäß-lothringischen Steinmergelkeuper deutet auf eine Einwanderung über das östliche Frankreich, da VOLLRATH die zeitliche Identität der Ochsenbach- und jener fossilführenden Bank im Steinmergelkeuper wahrscheinlich machen konnte (a. a. O.). Die „Lothringische Straße“ hat sich eben seit der Bildung des Schilfsandsteins wieder neu entwickelt und vom Kraichgau aus ist die Fauna der „Schwäbischen Straße“, die sich ebenfalls wieder andeutet, gefolgt und hat den Stromberg noch erreicht.

Mit VOLLRATH (a. a. O.) fasse ich den Gansinger Dolomit als Absatzprodukt eines weitspannigen Binnensees auf, der mit dem Weltmeer aber mindestens zeitweilig in Verbindung stand. Kleine Senkungen des nördlich anschließenden kontinentalen Gebietes führen zu weitgehenden Überflutungen, zu Fauneninvasionen, die zur Bildung fossilführender Steinmergel zwischen terrestrischen Komplexen Anlaß geben. Weiterhin möchte ich das wassererfüllte Depressionsgebiet des Gansinger Dolomits als das früher erwähnte, in seiner Lage verschobene Faunenrefugium zur Zeit der württembergischen Lettenkohle und des Gipskeupers betrachten. Die Gansinger Fauna mit *Myophoria vestita*, *Anoplophora asciaeformis*, *Natica turbilina*, *Cardita Gumbeli*, *Avicula gansingensis*, *Coelostylina arenacea*, *Pseudocorbula elongata*, *Bairdia*, von denen die ersten vier Formen nach PIA²³⁾ auch in den Alpen vorkommen, weisen auf die Verbindung mit dem Weltmeer hin. Ganz unnötig ist es aber, jede Fossilage im süddeutschen Keuper mit Transgressionen und Fauneninvasionen aus der Tethys in Zusammenhang zu bringen und zu erklären.

Der Bereich des Gansinger Dolomits hebt sich später. Kontinentale Mergel werden sedimentiert, bis das Gebiet endlich gegen Ende des Keupers zu einem sedimentationsfreien Raum und zum Abtragungsbereich wird im Anschluß an die Hebung der autochthonen Massive

²²⁾ H. THÜRACH, Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken usw. Geogn. Jahresh., I u. II, 1888/89.

²³⁾ J. PIA, Grundbegriffe der Stratigraphie. Leipzig und Wien, 1930.

mit dem Beginn der Eintiefung der penninischen Geosynklinale, worauf ich schon früher hingewiesen habe²⁴).

Damit haben wir die Wanderwege der marinen triadischen Faunen und die Meeresstraßen Süddeutschlands zur Triaszeit im Zusammenhang betrachtet. Es bliebe noch kurz der Weg der Rät-Juratransgression in Süddeutschland in Verbindung zu bringen mit den einzelnen Straßen früherer Zeiten.

Zur Hauptmuschelkalkzeit verlief die Hauptstraße vom Fulda-Werragebiet aus über den Bereich von Untermain—Saar—Lunéville—Saône—Rhône, und diese Straße wurde bei der Rät-Juratransgression ebenfalls benützt. Durch die „Lothringische Straße“, die ja während der Bildung des Steinmergelkeupers ebenfalls schon vorhanden war, dringt das Rätmeer ein, ebenso vom Fulda-Werragebiet her. Vom Kraichgau aus wandert die Fauna entlang der „Schwäbischen Straße“ und erreicht schon beim ersten Vorstoß z. T. noch den Stromberg. Im übrigen Württemberg herrschen noch kontinentale Sedimentationsverhältnisse²⁵). Die Transgression vollzieht sich nicht auf einen Schlag, sondern allmählich, genau wie früher die Muschelkalktransgression²⁶). Der erste Einwanderungsweg ist allerdings ein ganz anderer; die Wanderung vollzieht sich mit dem Rät ähnlich wie zur Zeit der Ochsenbachschicht. Bezeichnend ist, daß die weitere Transgression entlang der Neckar—Wutach-Linie, der „Schwäbischen Straße“ verläuft.

Das Liasmeer, das der Rättransgression folgt, benützt also beide triadischen Hauptstraßen Süddeutschlands, einmal die „Lothringisch-Fränkische Straße“, die Rhônebezirk und Mitteldeutschland verbindet. Vom Kraichgau aus greift das Meer andererseits entlang der „Schwäbischen Straße“ vor und überflutet erst später den südlichen Schwarzwald und Baseler Tafeljura („Sissacher Barre“). So finden wir im unteren Lias beide triadischen Hauptstraßen Süddeutschlands wieder.

²⁴) M. FRANK, Das Wandern der „tektonischen Vortiefe“ in den Alpen. Centralbl. f. Min. usw., 1930.

²⁵) Ich habe dabei früher (Beitr. zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias z in Süddeutschland, Diss. Tüb. 1926) von einer Vertretung des Kraichgau-Strombergräts durch den obersten Stubensandsteinhorizont in Mittelwürttemberg gesprochen (a. a. O. S. 142, 191). Ich muß mich hier selbst verbessern: an Stelle von oberstem Stubensandsteinhorizont muß besser „Löwensteiner Sandstein“ gesetzt werden, um Irrtümer zu vermeiden. Entsprechend sind dann die Angaben über das Auftreten von *Otozámites brevifolius* zu ändern.

²⁶) Es liegt allerdings im einen Fall (Muschelkalk—Buntsandstein) eine Grenze zwischen Schichtgliedern, im andern (Trias—Lias) eine Grenze zwischen Perioden vor. Beidemale handelt es sich aber um die Transgression eines Meeres über kontinentales Gebiet, und diese Transgression vollzog sich in beiden Fällen gleichartig. Ein genetischer Gegensatz (vgl. J. PIA, Grundbegriffe der Stratigraphie, 1930, S. 14—15) ist nicht vorhanden. Nicht um schematische Schichtfolgenkenntnisse und Schichtgliederungen, sondern um die genetischen Vorstellungen ringen wir. Die Natur kennt eben keine solche Grenzen, wie wir sie gern für unsere stratigraphischen Schemata hätten.

Zusammenfassung und Schluß.

Das durch die variscische Gebirgsbildung geschaffene Hochgebiet Süddeutschlands (Zentralplateau—ostfranzösisch-ardennische Masse, Aiguilles-Rouges—Mt. Blanc-Aarmassiv und vindelizisch-böhmische Masse) wird in der Folgezeit wieder zerstört und wird kontinentaler und mariner Sedimentation unterworfen. Zur Zeit des Rotliegenden geht subärische Verwitterung und kontinentale Sedimentation nebeneinander her. Das Zechsteinmeer erreicht das nördliche Württemberg (Dürrmenz—Erlenbach—Ingelfingen). Bei der kontinentalen Sedimentation des Buntsandsteins bildet sich die „Fränkische Straße“ heraus. Im Verlauf des Buntsandsteins dehnt sich die Sedimentation von NO nach SW aus. Morvan-ostfranzösisches Massiv und Ardennenhochgebiet im Westen und Aiguilles-Rouges—Aar—Mt. Blanc—vindelizisch-böhmische Masse im Osten werden voneinander abgetrennt.

Im Muschelkalk bilden sich zwei Straßen: Die „Schwäbische“ im Osten von Wasgen- und Schwarzwald (Wellengebirge) auf der vindelizischen Seite, die „Lothringische“ im Westen von Vogesen und Schwarzwald (Hauptmuschelkalk). Zur Hauptmuschelkalkzeit wird auch die Rhônepforte erweitert. Mt. Blanc—Aiguilles-Rouges—Aarmassiv liegen größtenteils unter Wasser und treten nur mehr submarin in Erscheinung. Die Verbindung von germanischem und sardo-iberischem Becken ist für längere Zeit hergestellt. Die Gipskeupersedimentation füllt die „Lothringische Straße“, und zur Schilfsandsteinzeit ist die süddeutsche Sammelmulde weitgehend morphologisch ausgeglichen. Später bildet sich die „Lothringische Straße“ wieder aus (Steinmergelkeuper), auch die „Schwäbische Straße“ wird wieder belebt (Wanderung der Ochsenbachfauna, erster Rätvorstoß). Gegen Ende der Trias wird andererseits die Rhônepforte wieder eingeengt. Das böhmisch-vindelizische Hochgebiet erhält einen Ausläufer (Südschwarzwald—Tafeljura—Aar—Aiguilles-Rougesmassiv) gegen Südwesten. Die „Schwäbische Straße“ tritt wieder in Erscheinung (Rät-Liastransgression Württembergs). Über die „Sissacher Barre“ hinweg wird eine Verbindung der „Schwäbischen Straße“ mit der „Lothringischen“ gegen die Rhônepforte hergestellt. Das Liasmeer benützt also auf seinem Weg die beiden Hauptstraßen der Trias: die „Lothringische“ und die „Schwäbische“, die beide gegen Süden in die Saône-Rhônepforte, gegen Norden in die „Fränkische Straße“ und das Fulda-Werragebiet einmünden. Von diesen Straßen aus wird der Raum zwischen Vindelizien und Ardennen mehr und mehr vom Meer erobert.

Im Verlauf von Keuper und Lias wird das morvan-ostfranzösisch-ardennische Massiv zerschnitten und die Verbindung zum Pariser Becken hergestellt. Das Aar—Aiguilles-Rougesmassiv wird ebenfalls

im Lias wieder mehr und mehr überflutet, doch erst im oberen braunen Jura versinken die letzten Klippen und auf breiter Bahn kann ein Faunenaustausch zwischen alpinem und südgermanischem Becken stattfinden. Im oberen braunen Jura wird auch das vindelizische Gebiet vom böhmischen Massiv durch die Erstellung der Regensburger Straße abgetrennt. Im weiteren Verlauf der Zeit vollzieht sich dann eine vollständige Veränderung der Verteilung von Land und Meer in Süddeutschland, deren Behandlung den Rahmen dieser Darstellung weit überschreiten würde.

So sehen wir, wie das karbonische Hochgebiet Süddeutschlands in der Folgezeit mehr und mehr zerstört wird, wie einzelne Straßen sich bilden, die bei Meerestransgressionen und Faunenwanderungen besonders gerne benützt werden, wie diese Straßen immer wieder im Verlauf der Erdgeschichte erscheinen, wie also Einzelzüge im Antlitz der Erde über lange Zeiten sich erhalten oder immer wiederkehren.

Tektonische Phasen in den Prä-Mississippi-Formationen der Mid-Continent-Region.

Von Fanny Carter Edson (Tulsa, Oklahoma, U.S.A.).

Aus dem Englischen übersetzt von O. Dreher.

(Mit Tafel I und 6 Textabbildungen.)

A. Einleitung.

Mit dem Namen „Mid-Continent-Region“ im engeren Sinne werden die Petroleum produzierenden Gebiete von Oklahoma und Kansas bezeichnet. Die Stratigraphie¹⁾ innerhalb dieser Region ist außerordentlich verwickelt, wie folgende kurze Übersicht zeigt:

Die Wichita Mountains (1, Abb. 1) sind ein Gebiet von präkambrischen Intrusiva mit einigen „Inseln“ von ordovizischem Kalkstein, ringsum von permischen „Red Beds“ überlagert.

Die Arbuckle Mountains (2, Abb. 1) haben eine sehr vollständige Schichtenfolge von präkambrischen Graniten und Porphyren

¹⁾ Abgesehen von dem Einblick, den uns die Aufschlüsse in den oben beschriebenen Gebieten gewähren, stützt sich unsere Kenntnis der Prä-Mississippi-Stratigraphie der Mid-Continent-Region auf Tausende von Erdölbohrungen. Während der ersten Entwicklungszeit der Petroleumindustrie wurden Bohrproben nur selten aufbewahrt, so daß die einzigen Angaben über die bei den früheren Bohrungen angetroffenen Schichten den Bohrprofilen oder den Aufzeichnungen des Bohrpersonals zu entnehmen sind. Glücklicherweise werden jetzt von allen Bohrungen Muster aufbewahrt, welche den Mikro-Petrographen und Mikro-Paläontologen, die für dieses Spezialfach ausgebildet und von den verschiedenen Petroleumgesellschaften angestellt sind, für Studienzwecke zur Verfügung stehen.