dürfen, sondern mit normalem, z. T. flexurartig verstärktem Fallen auskommen, ist nicht neu, denn grundsätzlich ähnliche tektonische Verhältnisse hatten sich bei Königsfeld für die bis dahin als Staffelsteiner Störung bekannte Fortsetzung der Strüthofer und Ottenhofer Flexuren herausgestellt (Medinger, 1938).

B. v. Freyberg (1939) wies bei Pegnitz für den Nordostrand der Veldensteiner Senke — ebenfalls entgegen bisherigen Anschauungen — nach, daß auch dort von einer Verwerfung keine Rede sein kann.

Wir haben es somit beim Veldensteiner Forst nicht mit einem durch Verwerfungen begrenzten Graben, sondern mit einer durch Flexuren vertieften tektonischen Mulde zu tun. Das schließt, wie auch v. Freyberg betont, selbstverständlich örtliche Modifikationen wie Lageänderung der Flexurachsen, Wechsel der Anzahl der Flexuren sowie Zerbrechen derselben — also örtliches Auftreten von Bruchtektonik — nicht aus. Für den Muldenquerschnitt längs der Autobahn haben wir das Muldentiefste auf Grund des Vorkommens und der Untergrenze der Bankdolomite etwa einen Kilometer südlich vom Igelsee (bei Bronn) anzunehmen.

Der Veldensteiner Forst stellt, wie aus der Streichlinienkarte hervorgeht, nur den tiefstgelegenen Zentralteil einer viel weiträumigeren flachen Mulde dar.

Angeführtes Schrifttum:

Birzer, F.: Verwitterung und Landschaftsentwicklung in der Südlichen Frankenalb. — Z. Dtsch. Geol. Ges. **91**, 1—57. Berlin 1939.

Freyberg, B. v.: Geologische Aufnahme-Ergebnisse zwischen Auerbach und Pegnitz.—Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen **71**, 209—218. Erlangen 1939.

Koehne, W.: Vorstudien zu einer neueren Untersuchung der Albüberdeckung im Frankenjura. — Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen **37**, 321—342. Erlangen 1905.

Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der Tithonrelikte und anderer Restgesteine auf dem Frankenjura und im Regnitzbecken. Beiträge zur Geologie von Nordbayern. IX. — Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen **54/55**, 216—276. Erlangen 1925.

Lehner, L. — Dehm, R.: Der Betzensteiner Kreidekalk. Studien über die fränkische albüberdeckende Kreide. VI. — Centbl. Min. etc. 1934 Abt. B, 368—377. Stuttgart 1934.

Medinger, H.: Geologische Untersuchungen im Bereich der Staffelsteiner Störung an der oberen Aufseß (Oberfranken). — Jb. f. Fränk. Landesforschung **4**, 7—11. Erlangen 1938.

——: Geologie der Pegnitzalb um Rupprechtstegen. — Mskr. Erlangen 1939.

Spöcker, R. G.: Der Karst des oberen Pegnitzgebietes und die hydrographischen Voraussetzungen für die Wassererschließung bei Ranna. — Abh. d. Nat.-Hist. Ges. Nürnberg **25**, Heft 1, 7—81. Nürnberg 1935.

Thiele, S.: Die tektonische Stellung der Klüftung in Sedimenten. — Schriften aus dem Geol.-Paläont. Inst. d. Univ. Kiel Heft 5, 1—88. Kiel 1935.

Wellhöfer, B.: Klufttektonische Untersuchungen in der nördlichen Frankenalb. — Diss. Erlangen 1929.

Die stratigraphische Verbreitung und die Bedeutung des Vorkommens von *Lingula* und *Estheria* im fränkischen Keuper

Von Florian Heller - Erlangen

Neben einer Reihe anderer Fossilien gehören *Lingula* und *Estheria* mit zu den am meisten charakteristischen Formen des gesamten Unteren und des tieferen Mittleren Keupers (Letten- und Gipskeuper), sind sie doch oftmals die einzigen wirklich erkennbaren und auch sicher zu bestimmenden Reste von Organismen der genannten Ablagerungen. Sie zeichnen sich außerdem durch stellenweise massenhaftes Auftreten aus, was bekanntlich vor allem für die Estherien gilt, die dadurch mit Recht namengebend für eine ganze Abteilung des Gipskeupers wurden.

Nomenklatorische Fragen aufzuwerfen hinsichtlich der Benennung der in den einzelnen Stufen vorkommenden Formen, ist nicht Zweck der nachfolgenden Ausführungen. Wohl aber soll untersucht werden, ob und in welcher Weise die beiden Gattungen zur Klärung der teilweise immer noch umstrittenen Bildungsbedingungen der verschiedenen Keupersedimente, in denen sie auftreten, herangezogen werden können.

Die Vertreter der Gattung *Lingula* sind heute auf den sandigen Untergrund der Strandzone warmer Meere mit rund 10 m Wassertiefe eingestellt, wo sich die Tiere im Niveau der Ebbe oft bis zur Hälfte im Schlamm eingraben. Dieser Lebensraum scheint nach dem allgemeinen erdgeschichtlichen Vorkommen der Gattung, die sich bei nur geringer Umwandlung seit dem Cambrium erhalten hat, keine wesentlichen Änderungen erfahren zu haben, so daß ihr Auftreten in Sedimenten als mehr oder weniger bündiger Beweis für marine Entstehung gelten darf. Hingegen war die Phyllopodengattung *Estheria* schon zur Zeit der Trias offensichtlich wesentlich anpassungsfähiger und scheint gleichermaßen in seichten Meeresteilen, im Brackwasser, übersalzenen Tümpeln, bzw. ihrem eigentlichen heutigen Vorkommen entsprechend, im Süßwasser zusagende Lebensbedingungen gefunden zu haben. Für die Ermittlung der Bildungsbedingungen von Sedimenten hat *Estheria* mithin also nur begrenzten Wert.

Verfolgen wir die stratigraphische Verbreitung beider Gattungen im Letten- und Gipskeuper Frankens, so ergibt sich folgendes Bild: Fast im gesamten Lettenkeuper kommen *Estheria* und *Lingula* nicht nur lagenweise sehr häufig, sondern vor allem auch gemeinsam vor, was Zelger (1867, S. 73) veranlaßte, von *Estheria* als

der treuen Begleiterin der *Lingula* zu sprechen. Eben nach Zelger soll aber vom Grenzdolomit ab insoferne eine Änderung festzustellen sein, als letztere, obwohl ihr Hauptlager sich noch wenige Meter darunter befindet, in diesem Horizont „nur noch in ganz vereinzelten Exemplaren auftritt und von hier dann ganz für die höher liegenden Etagen verschwindet . . ." (Zelger, S. 73).

Daß diese Angaben irrtümlich waren und daß *Lingula,* wie in Württemberg sich auch in Franken noch im Gipskeuper findet, geht zunächst einmal aus den Mitteilungen Sandbergers (1882 und 1890) hervor. In seiner grundlegenden Keupermonographie erwähnt sodann Thürach (1888) unter Nr. 18 seines Profils von Opferbaum eine schwach mergelige, z. T. oolithische Dolomitbank aus dem Grenzgrundgips mit *Lingula tenuissima* (S. 87). Ebenso lieferte ihm die Bleiglanzbank von Neuhof bei Dettelbach Reste dieses Fossils (S. 96). In der Acrodusbank von Kaubenheim fand sich *Lingula* in beträchtlicher Individuenzahl zusammen mit Estherien (S. 114). Endlich zitiert Thürach nach Gümbel ein Vorkommen von *Lingula* aus den mittleren Estherienschichten an der Bodenmühle bei Bayreuth. Nach Gümbel (1891) soll im Blattbereich Ansbach *Lingula tenuissima* in der Acrodus- und Corbulabank allgemein häufig sein.

Für Estherienvorkommen gibt Thürach folgende stratigraphische Verbreitung an: Schichten der *Myophoria Raibliana* = *Kefersteini* (S. 10), Corbula- und Acrodusbank und dann natürlich die eigentlichen mittleren und selbst gelegentlich oberen Estherienschichten. Estherien finden sich aber auch in den sog. Übergangsschichten zum Schilfsandstein noch relativ häufig, während sie im typischen Schilfsandstein Frankens, sowohl der Normal- wie der Flutfazies, eine große Seltenheit darstellen. Einige schlecht erhaltene Exemplare zeigte mir Herr cand. geol. Fürst aus dem Schilfsandstein der Umgebung von Creußen. Wenige Meter über dem Ansbacher- (früher Freihunger-) Sandstein fand Thürach (S. 148) Estherien in den Berggipsschichten von Großhabersdorf bei Nürnberg und Motschenbach/Ofr. Dagegen scheint aus den fossilführenden Lehrbergbänken Frankens bisher noch kein einwandfreier Nachweis dieser Phyllopodengattung erbracht worden zu sein. Aus Mergellagen des Coburger Bausandsteins in der Coburger Gegend erwähnt schließlich Oertle (1931) massenhaftes Vorkommen von Estherien. Auch andernorts z. B. in Württemberg und in der Umgebung von Gotha geht *Estheria* bis in den Semionotensandstein und selbst in noch jüngere Keuperschichten.

Lingula wurde in neuerer Zeit (Heller 1930) in den hellgrauen dolomitischen Steinmergeln (Buchstabe e der Profile) der Windsheimer Gipsbrüche unmittelbar über dem Flasergips nachgewiesen, und zwar z. T. in solcher Häufigkeit, daß sich die schiefrigen Mergel der Fossillagen von selbst aufspalteten. Vereinzelte *Lingula*schälchen fand ich sodann zusammen mit Estherien vor einigen Jahren auch in fast dunkelblauen Mergelschichten der höchsten Lagen der mittleren Estherienschichten an der Straße von Markt Bergel nach Ansbach. Dieser Fund im Bereiche der mittelfränkischen Estherienschichten steht mit der weiter oben bereits mitgeteilten Angabe Gümbels von *Lingula*vorkommen in den Estherienschichten an der Bodenmühle bei Bayreuth in gutem Einklang. Kirchner (1934) gibt *Lingula tenuissima* für die Estherienschichten der Würzburger Gegend als geradezu häufig an.

Ganz allgemein fällt bei der Betrachtung der fossilführenden Lagen des Gipskeupers auf, daß es sich fast stets um sehr harte karbonatreiche, zudem stark dolomitische Bänke handelt, für die seit jeher die Bezeichnung Steinmergel üblich ist. Daneben kommen die Fossilrechte freilich auch in mehr schiefrigen, festen Mergeln vor. Allen diesen Sedimenten gemeinsam ist mindestens ein gewisser Gehalt an Feinsand mit Glimmerschüppchen, der gegen den Beckenrand zu mehr und mehr sandigen Gesteinen überleitet und schließlich unter Umständen zu regelrechten kalkig-dolomitischen Sandsteinbänken führt. Ihrer Entstehung nach sind diese Karbonatbänke weitgehend als primäre Fällungskalke aufzufassen, bei deren Bildung eine (unter länger andauerndem ariden Klima erfolgte) starke Konzentration von Magnesiumsalzen eine nicht unbeträchtliche Rolle gespielt haben dürfte. Die mehr oder weniger auffallende Beimengung klastischen Materials ist weitgehend auf äolischem Wege erfolgt. Zu einem guten Teil mögen die (schon durch ihre Graufärbung und die sichtbare Fossilführung sich als organogen beeinflußte Gesteine ausweisenden) Karbonatbänke auf bakterielle Tätigkeit zurückzuführen sein. Im Ablauf der Gesamtsedimentation handelt es sich bei diesen Gesteinen indessen nur um episodische Bildungen in einem weitgehend lebensfeindlichen salinaren Gebiet (man erinnere sich des Vorkommens von Steinsalzkristalloiden!). Sie erklären sich nur durch gelegentliche stärkere Zufuhr von Frischwasser, welches nicht nur jeweils neues Leben mitbrachte, sondern dieses auch für einige Zeit zu erhalten vermochte.

Welcher Art aber war dieses Frischwasser? Stammt es aus marinen oder limnischen Bereichen? Kein Zweifel dürfte darüber bestehen, daß innerhalb der Abfolge des Gipskeupers solche Fossilbänke, wie die mitten im Grundgips, rein mariner Entstehung sind. Die verschiedenen Myophorien-Arten, Gervillien, sowie *Pecten* und andere Formen sprechen als Elemente einer, wenn auch verarmten Muschelkalkfauna eine beredte Sprache. Bis zu einem gewissen

Grade darf man wohl auch die Tiergesellschaft der Bleiglanzbank, die durch das Auftreten neuer Arten eine fast unvermittelt andere Zusammensetzung aufweist, als hauptsächlich marin beeinflußt bezeichnen. Und nur zu leicht ist man geneigt, auch in den höheren Fossilbänken jeweils Hinterlassenschaften eines Meeres zu erblicken. Doch scheint bei der Beurteilung der Bildungsbedingungen dieser Keupersedimente größte Vorsicht geboten. Die Überreste von Fischen, welche sich gegen verschieden starken Salzgehalt oft sehr indifferent verhalten, sind zunächst überhaupt nicht charakteristisch. Zudem gewinnt die Annahme, daß es sich wohl zumeist um Bewohner von Landgewässern gehandelt haben dürfte, immer mehr an Wahrscheinlichkeit. Bei den gelegentlich auftretenden Resten von Muscheln und Schnecken ist, wenn sie überhaupt eindeutig bestimmbar sind, nur äußerst schwer zu sagen, welchem Biotop sie einst angehörten, d. h. ob sie für rein marine, brackische, oder noch stärker ausgesüßte Wasseransammlungen zeugen.

In anderem Zusammenhang suchte auch schon Markthaler (1937) bei den verschiedenen Fossilbänken des mittleren Keupers den Charakter der Wasserbedeckung, unter der sie entstanden, zu ermitteln. Aus der Faunenzusammensetzung glaubte er für die einzelnen Überflutungen verschieden starken Salzgehalt feststellen zu können, weshalb er zwischen Meeres- bzw. Brackwassertransgressionen unterscheidet. Unbestreitbar ist, wie weiter oben schon zum Ausdruck gebracht wurde, der nach Ablagerung des Grundgipses eingetretene Faunenwandel. Ist diese Tatsache nun aber wirklich die Folge einer fast restlosen Verkümmerung der typischen marinen Tierwelt? Spricht sie daher für andere als reine Meerwasserabsätze? Wäre nicht auch denkbar, daß das veränderte Faunenbild lediglich die Weiterentwicklung des organischen Lebens des normalen Keuperrandmeeres der damaligen Tethys widerspiegelt? Schließlich ist auch in Rechnung zu setzen, daß durch Änderung der paläogeographischen Verhältnisse als Einfallspforten für die späteren Transgressionen neue Wege wirksam geworden und damit neue Faunenprovinzen erschlossen worden sein können.

Für weite Teile des Sedimentationsraumes der germanischen Senke darf während der Gipskeuperzeit normalerweise das Vorhandensein binnenländischer Restseen vorausgesetzt werden. Infolge des besonderen, vorwiegend ariden, jedoch stark hin- und herpendelnden Klimas dürfte nichts beständiger gewesen sein als der Wechsel. Viele der kleineren Wassertümpel mögen oftmals vollständig ausgetrocknet sein, um bei jahreszeitlichen Regengüssen und Wolkenbrüchen wieder neu zu entstehen. Außerdem brachten bereits die geringsten tektonischen Senkungen vom ständigen Keuperrandmeer immer wieder frisches Meereswasser herzu. Da es sich

jedoch stets nur um kurzfristigste Überflutungen handelte, verstehen wir auch die starken Schwankungen der Küstenlinien und die ständigen Verschiebungen der gut belebten wattenmeerartigen Seichtwasserzonen, in welchen sich die Fossilbänke bildeten. Waren diese Meereseinbrüche zur Zeit des unteren Gipskeupers (Myophorienschichten-Bleiglanzbank) zunächst noch regelmäßiger und häufiger, so scheinen sie später immer episodischer geworden zu sein. Nur der allerkleinste Teil der marinen Organismenwelt dürfte zur Anpassung an länger andauernde salinare Zustände befähigt gewesen sein. Eher ist an gelegentliches Massensterben zu denken, womit die oft unvermittelt auftretenden, geringen eigentlichen Fossillagen eine befriedigende Erklärung finden würden. Lediglich an einzelnen Stellen, wo Flüsse vom Gebirgsland her einmündeten, mögen bestimmte Organismen gewissermaßen als Brackwasserformen die ungünstigsten Zeiten überdauert haben, was in erster Linie für die Estherien zutreffen mag, die nicht so streng an ein besonderes Biotop gebunden gewesen zu sein scheinen. Von solchen schmalen Lebensbereichen aus war bei der Wiederkehr besser zusagender Umweltsbedingungen im Becken selbst eine rasche und allgemeinere Verbreitung möglich. Derartiges dürfte vor allem zur Zeit der Bildung der eigentlichen grauen oder mittleren Estherienschichten öfters der Fall gewesen sein. Wenn auch immer wieder von arideren Perioden unterbrochen, neigte sich das Klima insgesamt doch allmählich mehr und mehr dem Humiden zu. Die nun für längere Zeit bestehenden, auch nicht mehr ganz so lebensfeindlichen Seen und Tümpel beherbergten gelegentlich ungemein reiche Estherienpopulationen, vielleicht dem plötzlichen Massenauftreten von Daphnien in der Gegenwart vergleichbar. Jedenfalls brauchen wir zur Erklärung der Bildung dieser Schichtfolge keinesfalls wieder häufiger erfolgende Meereseinbrüche zu Hilfe zu nehmen. Für letztere fehlt im Gegenteil zumeist jegliches sichere Anzeichen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß Verf. von vielen Stellen im fränkischen Gipskeuper Massenvorkommen von Estherien bekannt geworden sind, ohne daß nur die geringsten Reste unzweifelhaft echter mariner Formen mit enthalten gewesen wären. Nach all dem, was bereits weiter oben hinsichtlich der Lebensweise von *Estheria* und *Lingula* ausgeführt wurde, dürfen wir von beiden Arten allein in letzterer mit einer gewissen Sicherheit ein Kriterium für marine Biotope und damit einen Beweis für Meeresvorstöße in lagunar-salinare Gebiete erblicken. Da aber, auf Grund der bisherigen Funde zwar nur sehr selten, *Lingula*reste bis in die höchsten mittleren Estherienschichten vorkommen, bedeutet dies, daß die Sedimentbildung bis zu jener Zeit doch immer noch, wenn auch höchst gelegentlich, marin beeinflußt war. Es paßt durchaus in den

Rahmen unserer Vorstellungen, wenn wir annehmen, daß gerade von den in der Strandzone des Trias-Randmeeres lebenden *Lingula*-populationen schon bei den geringsten Senkungsbewegungen mit den Meeresvorstößen größere Mengen von Brut in die eigentliche Keuperbinnensenke gelangten. In noch jüngeren Gipskeuperablagerungen wurde *Lingula* bei uns in Franken bisher noch niemals festgestellt und dürfte auch nach Lage der Dinge nicht zu erwarten sein. Der vorwiegend festländische Charakter der oberen Estherienschichten, des Schilf- und Ansbacher Sandsteins, sowie der Berggipsschichten Frankens wird wohl von keiner Seite bestritten. Den ständigen Klimaschwankungen entsprechend, spiegeln sich in dieser Sedimentfolge humidere und aridere Perioden wider, ohne daß Meeresvorstöße in Anspruch genommen zu werden brauchen.

Was aber bedeuten die in unserem Gebiete meist in der Dreizahl auftretenden kalkig-dolomitischen Lagen der Lehrbergbänke, von denen sich zumindest die beiden untersten stellenweise durch einen Fossilreichtum auszeichnen, wie wir ihn oft im ganzen Gipskeuper nicht antreffen? Trotz aller kleinen Unterschiede hinsichtlich eigener Mächtigkeit und jener der sie trennenden schiefrigen Mergel, ist ihre Verbreitung auf große Entfernung hin zu beobachten und geradezu auffällig. Nach beträchtlicher Pause weisen sie wieder einmal auf neuerliche, länger währende Wasserbedeckung hin, die zugleich einem reichen Tierleben günstige Bedingungen bot. Ihr Fossilgehalt (*Trigonodus keuperinus, Promathildia* = *Turritella theodorii, Avicula gansingensis, Natica* sp., Paludiniden usw., aber auch Fisch- und Saurierreste) ist indessen gegenüber den bisherigen Keuperablagerungen ein gänzlich anderer. In den Lehrbergbänken Absätze mehr oder weniger salinarer, durch starke Regenfälle entstandener Eintagsseen zu erblicken, dürfte wohl nicht ganz das Richtige treffen. Der marine Einfluß bei ihrer Entstehung scheint zumindest durch *Trigonodus* und *Avicula*, ferner durch *Promathildia* bewiesen zu sein. Das Fehlen von *Lingula*, die bisher in jeder typischen marinen Ablagerung des Gipskeupers auftrat, darf keineswegs stören. Der so ganz fremdartige Charakter der Gesamtfauna dürfte eher damit eine Erklärung finden, daß die marinen Transgressionen der Lehrbergzeit aus anderen Meeresräumen mit völlig anders gearteten Faunenprovinzen her erfolgten. Wenn sich hingegen von der bisherigen Fauna als einziger Vertreter der Wirbellosen ausgerechnet *Estheria* erhalten hat und auch weiterhin ausdauert, so bestätigt dies aufs neue den allen Lagen und Umweltsbedingungen angepaßten Charakter dieser Gattung.

Schrifttum:

Arndt, H.: Erläuterungen zum Blatt Windsheim (Nr. XXII) der Geognostischen Karte von Bayern 1 : 100 000. Teilbl. Windsheim. München. 1933.

Christa, E.: Der Schwanberg im Steigerwald. Eine geologische Studie. Verl. Piloty u. Loehle München 1925.

Fischer, Gg.: Zur Kenntnis der Entstehung der Steinmergel im fränkischen bunten Keuper. N. Jb. f. Min. etc. Beil. Bd. 51. 1925.

Gümbel, W. C. v.: Erläuterungen zu Blatt Ansbach 1891.

Gümbel, W. C. v.: Geologie von Bayern. Kassel 1894.

Heller, Fl.: Geologische Untersuchungen im Bereiche des fränkischen Grundgipses. Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg **23**, Heft 3. 1930.

Kirchner, H.: Die Fossilien der Würzburger Trias. Brachiopoda. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 71. 1934.

Markthaler, R.: Die Feuerlettenkonglomerate und das Transgressionsproblem im Mittleren Keuper Frankens. Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg **26**, H. 3. 1937.

Oertle, G. F.: Cleithrolepis brückneri n. sp. der erste Vertreter der Gattung aus der europäischen Trias. Centralbl. f. Min. etc. 1931 B.

Sandberger, Fr.: Die Triasformation im mittleren Maingebiete. Gem. Wochenschrift Würzburg 1882.

Sandberger, Fr.: Übersicht der Versteinerungen der Triasformation. Würzburg 1890.

Schmidt, M.: Die Lebewelt unserer Trias. Verl. Hohenlohesche Buchhandlung. Öhringen 1928 und Nachtrag 1938.

Schuster, M.: Der geologische Aufbau des fränkischen Gäus zwischen Ochsenfurt und Uffenheim und des angrenzenden Keupersteilrandes. Erl. Geogn. Bl. Windsheim 1 : 100 000 Teilbl. Uffenheim. München 1926.

Thürach, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden. Geogn. Jahresh. **1**. 1888.

Zelger, K.: Geognostische Wanderungen im Gebiete der Trias Frankens. Würzburg 1867.

Zeller, Fr.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. **25**, 1907.