

Die „Süßwassersande und -mergel“ in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüßung des miozänen Brackmeeres

VON WOLF-DIETER GRIMM¹⁾

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung

Die „Süßwassersande und -mergel“ in Ostniederbayern wurden — wohl im obersten Helvet — als höchste Einheit der Süßbrackwassermolasse (SBM) abgelagert. Sie gehören zu der großen Aussüßungsfolge, die — im einzelnen rhythmisch differenziert — von der Oberen Meeresmolasse (OMM) bis in die Obere Süßwassermolasse (OSM) reicht und in einer generellen Heraushebung des Gebietes begründet ist. Die Süßwassersande und -mergel können in die Uniosande und die Limnischen Süßwasserschichten gegliedert werden. Während der Ablagerung der (limnisch-) brackischen Uniosande wurde das Brackmeer-Stadium, das für die tieferen Schichten bezeichnend war, von einem Lagunenstadium abgelöst. Gleichzeitig wurde das vorher einheitlich durchströmte Becken in Teilbereiche gegliedert und zur Zeit der Limnischen Süßwasserschichten in eine Seen- und Tümpellandschaft aufgelöst. Schwache brackische Einflüsse dauerten intermittierend noch bis hoch in die Limnischen Süßwasserschichten an.

Summary

The „Süßwassersande und -mergel“ (freshwater sands and marls) in Eastern Lower Bavaria make up the top of a series of brackish and freshwater sediments („Süßbrackwassermolasse“). Their age is probably late Helvetian. They are members of a thick sequence of sediments, which was deposited in the course of freshening of the Helvetian sea and comprises deposits between the „Obere Meeresmolasse“ (upper marine molasse) and the „Obere Süßwassermolasse“ (upper freshwater molasse). Freshening was caused by a general, rhythmically differentiated uplift in that region. The „Süßwassersande und -mergel“ may be subdivided into the „Uniosande“ (unio sands) below and the „Limnische Süßwasserschichten“ (limnic fresh water beds). During the deposition of the (limnic-)

¹⁾ Anschrift: Dr. W.-D. Grimm, Institut für allgemeine und angewandte Geologie und Mineralogie der Universität, 8 München 2, Luisenstraße 37.

brackish „Uniosande“, the brackish sea phase, significant for the lower part of the beds, was replaced by a lagoonal phase. Synchronously the basin, once passed by uniform currents, was disintegrated, and during the deposition of the „Limnische Süßwasserschichten“ it was changed into a district of lakes and stagnant pools. Feeble brackish influences continued intermittently up to the higher parts of the „Limnische Süßwasserschichten“.

Inhalt

A. Einleitung	146
1. Problemstellung	146
2. Zur Nomenklatur	148
3. Zur Alterseinstufung	151
B. Verbreitung der Süßwassersande und -mergel in Ostniederbayern	153
C. Ausbildung und Mächtigkeit der Süßwassersande und -mergel	155
1. Uniosande	155
2. Limnische Süßwasserschichten	156
D. Abgrenzung der Süßwassersande und -mergel gegen das Liegende und Hangende	157
E. Fossilführung und Fazies der Süßwassersande und -mergel	160
1. Allgemeines	160
2. Uniosande	160
3. Limnische Süßwasserschichten	161
F. Die Aussüßung des Brackmeeres in Ostniederbayern	164
1. Allgemeines	164
2. Mehl-, Glimmer- und Schillsande	166
3. Uniosande	168
4. Limnische Süßwasserschichten	170
5. Fluviale Süßwasserschichten	172
G. Ergebnisse	172
Literatur	173

A. Einleitung

1. Problemstellung

Nach den Untersuchungen NEUMAIERS & WIESENEDERS (1939) und ZÖBELEINS (1940) sowie nach den im Beiheft 26 zum Geologischen Jahrbuch (1957) gesammelten Arbeiten waren die wesentlichen petrographischen und stratigraphischen Probleme der Molasse-Schichtfolge in Ostniederbayern geklärt. Unbefriedigend bearbeitet blieb nur der Profilschnitt zwischen den vollbrackischen Mehl-, Glimmer- und Schillsanden im Liegenden und dem Quarzrestschotter und Nördlichen Vollschocher im Hangenden, nämlich die „Süßwassersande und -mergel“ (= Uniosande und Limnischen Süßwasserschichten) als höchste Einheit der Süßbrackwassermolasse sowie die darüber folgenden Fluvialen Süßwasserschichten als Tiefstes der Oberen Süßwassermolasse. Auch WITTMANN (1957) geht in seiner grundlegenden Abhandlung zur Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ostniederbayern nur am Rande auf diese Serie ein. Die mangelnde Bearbeitung der Süßwassersande und -mergel

sowie der Fluviatilen Süßwasserschichten war unter anderem begründet in ihren schlechten Aufschlußverhältnissen, den ungenügenden paläontologischen Unterlagen, der komplizierten Lagerung und dem raschen petrographischen Wechsel innerhalb der Schichten.

In der Zwischenzeit sind — verstreut in mehreren, zum Teil unveröffentlichten Arbeiten — weitere Beiträge zur Ausbildung und Lagerung dieser brackisch-limnisch-fluviatilen Serie erschienen, vor allem von SCHIESSL (1960, 1962), SUTTER (1960) und SCHAUERTE (1962). Verfasser selbst ist seit Jahren mit sedimentpetrographischen Untersuchungen und — gemeinsam mit Dr. W. R. SCHLICKUM, Oberelfringhausen — mit Fossilauflösungen in der Süßbrackwassermolasse beschäftigt. Im folgenden sollen die neuen Ergebnisse in einem Überblick zusammengefaßt werden. Da SCHAUERTE (1962) bereits wichtige Probleme zur Gliederung der Fluviatilen Süßwasserschichten behandelt hat, kann Verfasser sich weitgehend auf die Süßwassersande und -mergel und ihre Grenzverhältnisse gegen das Liegende und Hangende beschränken. Die Molluskenfauna dieser Schichten und die damit verbundenen biologischen Fragen werden zur Zeit von W. R. SCHLICKUM bearbeitet und sollen demnächst gesondert veröffentlicht werden, so daß Verfasser sich in seinen Erörterungen zur Fossilführung auf die Angaben beschränken kann, die zum Verständnis der faziellen Entwicklung des Ablagerungsraumes notwendig sind.²⁾

Die Uniosande und Limnischen Süßwasserschichten sind im Zusammenhang mit ihrem Liegenden und Hangenden auch deshalb geologisch so interessant, weil sie lückenlos die allmähliche Aussüßung eines Meeres bis zu dessen Verlandung dokumentieren. Nach den Erörterungen zur Nomenklatur und Altersstellung und nach der Abhandlung der Petrographie und Fossilführung der Süßwassersande und -mergel geht Verfasser ausführlich auf die paläogeographischen und faziellen Probleme dieses Aussüßungsprozesses ein.

²⁾ Während der Drucklegung vorliegender Arbeit erschien die Veröffentlichung W. R. SCHLICKUMS: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — Arch. Moll., 93, S. 1—70, Frankfurt a. M. 1964.

SCHLICKUM geht nach einer ausführlichen und umfassenden Beschreibung der Molluskenfauna (S. 3—37) auch auf die Stratigraphie der Süßbrackwassermolasse ein (S. 37—52). Er sieht (S. 49/50) in den Veränderungen des Biotops während der Ablagerung der Süßbrackwassermolasse ein geradliniges Fortschreiten und Vorrücken der Aussüßung im Rahmen einer Deltabildung und betrachtet den Aussüßungshorizont nur als örtliche Differenzierung dieses einmaligen, einheitlichen Aussüßungsvorganges.

Gegen diese Auffassung SCHLICKUMS sprechen alle geologischen Befunde: Der Aussüßungshorizont, der die brackischen Glimmersande von den ebenfalls brackischen Schillsanden trennt, stellt eine in ganz Ostniederbayern verbreitete, synchrone limnische bis terrestrische Einschaltung mit nur noch schwach brackischen Einflüssen dar. Er dokumentiert für kurze Zeit die Herrschaft des Süßwassers über das Brackwasser, wobei es in einzelnen Inseln sogar zur Verlandung des Beckens kam. Der Aussüßungsvorgang des Miozänmeeres verlief somit nicht einheitlich, sondern zyklisch gegliedert. Die Grenze zwischen beiden Zyklen liegt zwischen dem Aussüßungshorizont und den Schillsanden und ist durch eine überall wirksame abrupte Aufsalsung des Beckens und damit durch einen markanten Sprung im Milieu und in der Fauna gekennzeichnet (s. auch unten, S. 165).

Herrn Professor Dr. R. DEHM, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München, danke ich für die Möglichkeit der Drucklegung, Herrn Dr. H. K. ZÖBELEIN, ebendort, für zahlreiche Hinweise bei der Abfassung des Manuskriptes. Mit Herrn Dr. W. R. SCHLICKUM, Oberelfringhausen, verband mich vor allem während unserer gemeinsamen Begehungen in Ostniederbayern ein fruchtbarer Gedankenaustausch.

Abkürzungen: OMM = Obere Meeresmolasse

SBM = Süßbrackwassermolasse

OSM = Obere Süßwassermolasse

Die Ortsangabe der Aufschlüsse erfolgt nach GAUSS-KRÜGER-Koordinaten:

h. = Hochwert

r. = Rechtswert

H. = Höhe ü. NN. der Aufschlußbasis (m).

Kartengrundlage sind Positionsblätter 1:25000 (im Text abgekürzt = Bl.).

2. Zur Nomenklatur

In keinem anderen Abschnitt der Tertiärfolge in Ostniederbayern herrscht eine solche nomenklatorische Verwirrung wie in der (brackisch-)limnischen und fluviatilen Serie, die sich zwischen die vollbrackischen Schichten (Mehl-, Glimmer- und Schillsande) im Liegenden und die fluviatilen Grobschotter (Quarzrestschotter und Nördlicher Vollsotter) im Hangenden einschleibt. Seit v. GÜMBEL (1887, S. 325) gebraucht jeder Autor — unter anderem WURM (1937, S. 290 ff.), KRAUS (1938, S. 31 ff.), NEUMAIER & WIESENER (1939, S. 207 ff.), ZÖBELEIN (1940, S. 246), GRIMM (1957, S. 103 ff. u. Abb. 7), WITTMANN (1957, S. 79 ff. u. Abb. 9), SCHIESSL (1960, S. 22 ff.), SUTTER (1960, S. 25 ff.), SCHAUERTE (1962, S. 13 ff.) — seine eigene Nomenklatur und Gliederung dieser Schichtenfolge.

Ebenso uneinheitlich erfolgt die Zusammenfassung einzelner Schichtglieder zu Schichtengruppen. Eindeutig ist nur die Grenze der OMM gegen die folgenden brackischen Schichten. Dagegen wird die Abgrenzung der brackischen Schichten gegen die darüber folgenden Süßwasserschichten von den verschiedenen Autoren verschieden vorgenommen, da infolge des allmählichen Übergangs keine objektive, scharf fixierte Grenze zwischen beiden Komplexen gegeben ist. Auch der übergeordnete Begriff „Süßbrackwassermolasse“ wird nicht einheitlich verwendet.

Die grundlegende Arbeit zur Gliederung der SBM verdanken wir WITTMANN (1957). Verfasser schlägt deshalb vor, zukünftig die Schichtenbezeichnungen und Einteilungsprinzipien WITTMANNs innerhalb der SBM streng anzuwenden.

In diesem Sinne — und entgegen SCHAUERTE (1962) — sollten z. B. die Uniosande als Leithorizont an der Basis der „Süßwassersande und -mergel“, und zu diesen gehörig, belassen werden, auch wenn die Fazies der Uniosande eher schwach brackisch als limnisch ist.

Es ist zweckmäßig, für die über den Uniosanden folgende obere Serie der Süßwassersande und -mergel, die von WITTMANN unbenannt bleibt, den alten Begriff „Limnische Süßwasserschichten“ weiterzuverwenden, der sich mit den Definitionen von ZÖBELEIN (1940), GRIMM (1957) und SCHAUERTE (1962) deckt.

Im Sinne WITTMANNs (1957) und entgegen SCHAUERTE (1962) möchte Verfasser auch die generelle Verwendung des Überbegriffes „Süßbrackwassermolasse“ (SBM) vorschlagen, der nicht in allen Veröffentlichungen einheitlich gebraucht und in einzelnen Arbeiten über Niederbayern völlig unterdrückt wird.

Der Begriff „Süßbrackwassermolasse“ wurde im Juli 1952 auf einer Molasse-Arbeits-sitzung im Bayerischen Geologischen Landesamt erstmals von LEMCKE (Autorreferat) aufgrund

seiner Erfahrungen in der deutschen Westmolasse vorgeschlagen. Dieser übergeordnete Faziesbegriff sollte dem raschen Milieuwechsel jener Schichtengruppe gerecht werden, die sich wegen ihres zum Teil brackischen Charakters weder an die OMM noch an die OSM anschließen läßt. Nach LEMCKE umfaßt die SBM sämtliche noch irgendwie brackischen Ablagerungen oberhalb der OMM, auch wenn diese durch Süßwassereinschaltungen voneinander getrennt sind. Die Untergrenze ist im allgemeinen scharf, die Obergrenze meist fließend und bisweilen nicht festzustellen.

VON LEMCKE und v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER (1953, S. 35) wird der Begriff „Süßbrackwassermolasse“ in die Literatur eingeführt und in der Folge auch von den Bearbeitern des ostniederbayerischen Tertiärs für jene brackischen und limnischen Schichten verwendet, die zwischen der OMM im Liegenden und den fluviatilen, fossilereeren oder -armen Sedimenten der OSM im Hangenden eingeschaltet sind (NEUMAIER, 1955; WITTMANN, 1957). SCHAUERTE (1962) vermeidet wieder den Begriff „Süßbrackwassermolasse“ und trennt wie ehedem in brackische „Oncophora-Schichten“, darüber „Süßwasserschichten“. Ein solcher Schnitt zwischen Oncophoraschichten und Süßwasserschichten muß bei dem vorliegenden allmählichen Übergang willkürlich bleiben, denn beide Schichteinheiten repräsentieren den gleichen, in sich rhythmisch differenzierten Aussüßungsprozeß. Hinzu kommt unser neues Ergebnis, daß die Limnischen Süßwasserschichten keineswegs in rein limnischem Milieu zur Ablagerung kamen, vielmehr intermittierend noch schwach brackische Einflüsse aufweisen, so daß die brackisch-limnische Serie noch mehr, als WITTMANN annehmen konnte, der ursprünglichen Definition der Süßbrackwassermolasse nach LEMCKE entspricht.

Mit der Verwendung des Überbegriffs „Süßbrackwassermolasse“ ist der alte Begriff „Oncophoraschichten“ überflüssig geworden. Auf diesen Begriff, der noch von ABERER (1958) und SCHAUERTE (1962) angewandt wird, mag künftig auch deshalb verzichtet werden, weil nach ČIČHA & ČTYROKÝ (1962, S. 307 ff.) und SCHLICKUM (1963, S. 3) der Gattungsname *Oncophora* hinfällig und durch *Rzebakia* zu ersetzen ist.

Die Grenze SBM/OSM ist im Sinne WITTMANNs oberhalb der „Süßwasser-sande und -mergel“ zu legen. Hier werden — wie weiter unten erläutert — die (brackisch-) limnischen Schichten abgelöst von petrographisch abweichenden (limnisch-) fluviatilen Ablagerungen mit gänzlich verändertem Sedimentationsmechanismus. Die Grenze wird unterstrichen durch eine bedeutsame Schichtlücke, die mit flächenhafter oder in tiefen Rinnen einschneidender Erosion einhergehen kann.

Im Gebiet zwischen Inn und mittlerer Rott ist die Schichtlücke zwischen SBM und OSM nicht deutlich markiert. Dadurch besteht eine Diskrepanz zwischen den Auffassungen GRIMMS (1957) einerseits und WITTMANNs (1957) sowie MAYRS (1957) andererseits, wobei ersterer die fossilereeren Sande mit schwachem Kleinkiesgehalt, die im Hangenden der typisch limnischen Serie auftreten, schon zur OSM stellt, während letztere sie noch in die Süßwassersande und -mergel der SBM miteinbeziehen.

Der tiefere Abschnitt der OSM — die zwischen SBM und Quarzrestschotter bzw. Nördlichem Vollschotter eingeschaltete Sand-, Kies- und Mergelserie — soll vorerst im Sinne ZÖBELEINS (1940), GRIMMS (1957) und SCHAUERTES (1962) als „Fluviatile Süßwasserschichten“ ausgegliedert werden. Verfasser möchte aber darauf hinweisen, daß dieser Begriff unklar und revisionsbedürftig ist, da alle darüber folgenden Kies- und Sandeinheiten der OSM ebenso fluviatil und in Süßwasser entstanden sind und da nach den Ergebnissen SCHAUERTES (1962) der limnische „Hoisberger Mergel“ über weite Bereiche und in erheblicher Mächtigkeit den „Fluviatilen Süßwasserschichten“ eingeschaltet ist.

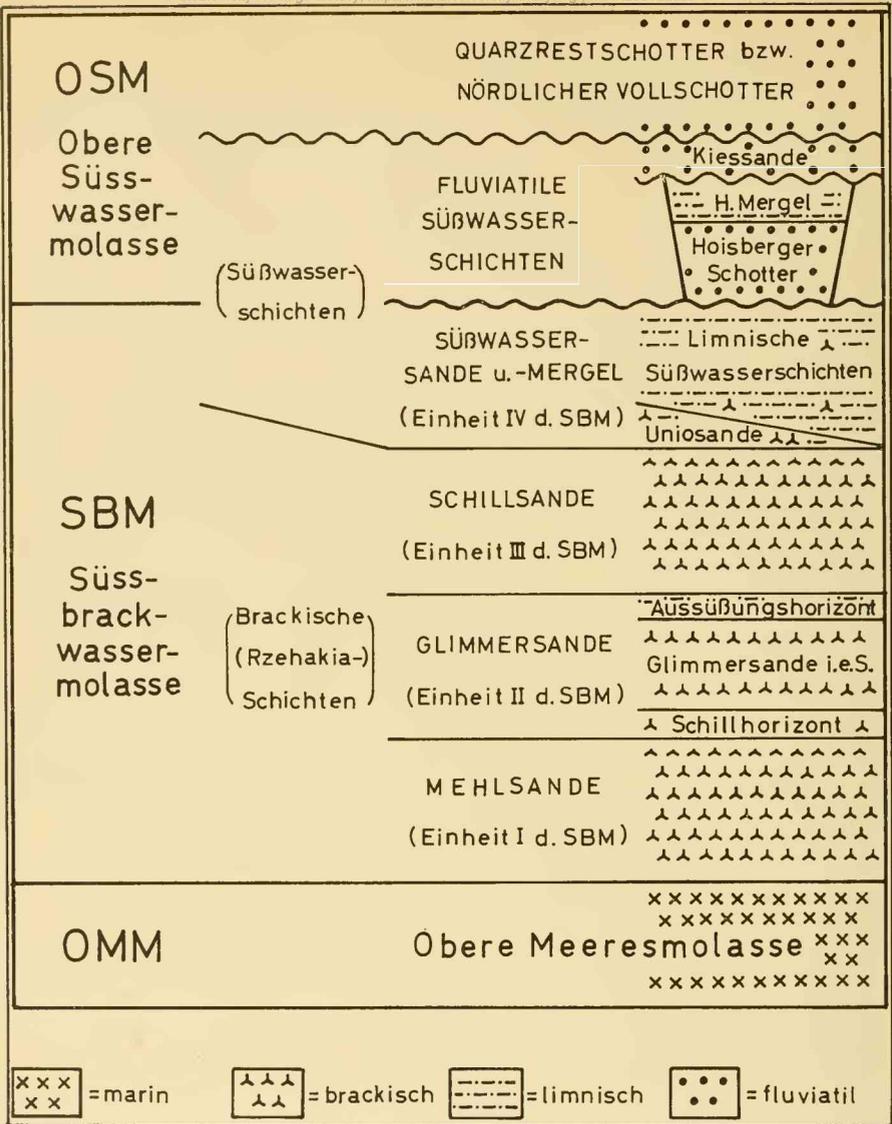


Abb. 1: Gliederung der brackisch-limnisch-fluviatilen Schichtenfolge zwischen Oberer Meeresmolasse und Quarzrestschotter bzw. Nördlichem Vollschotter.

Die Schichtenfolge zwischen OMM und Quarzrestschotter bzw. Nördlichem Vollschotter wäre demnach in möglichst enger Anlehnung an WITTMANN (1957) gemäß Abb. 1 zu gliedern.

3. Zur Alterseinstufung

Die ersten Angaben über das Alter der brackischen und der darüber folgenden limnischen Molasseschichten Ostniederbayerns stammen vom Ende des vergangenen Jahrhunderts (v. GÜMBEL, 1887, 1894; v. AMMON, 1888; SUESS, 1891). Gleichzeitig erfolgten die ersten Faunenvergleiche mit weiter entfernten brackischen und limnischen Vorkommen. Obgleich die Alterseinstufungen und Korrelationen damals zum Teil auf nicht zureichenden stratigraphischen Kenntnissen und überschlägigen Faunenbestimmungen und -vergleichen beruhten, wurden sie von jüngeren Autoren immer wieder zitiert und täuschen gelegentlich — z. B. in der allgemeinen Eingliederung der Limnischen Süßwasserschichten ins Torton — eine nicht gegebene Sicherheit in der Alterszuordnung vor.

Hierzu ein Beispiel: v. GÜMBEL parallelisiert die Süßwasserschichten von Aich/Bl. Julbach mit dem Horizont der Braunkohlen von Undorf b. Regensburg und ordnet beide in die „Obermiozänstufe der oberen Süßwassermolasse“ (1887, S. 308) bzw. in die „sog. Silvana-Stufe“ (1894, S. 385) ein. Weder die Parallelisierung beider Schichten noch ihre Eingliederung ins Obermiozän — speziell in die Silvana-Stufe — ist exakt begründet: v. GÜMBEL (1887) führt von Aich nur eine spärliche, relativ untypische Molluskenfauna ohne *Cepaea silvana* an; WENZ (in WAPPENSCHMITT, 1936, Fossilliste S. 46) fand in Undorf keine sichere *Cepaea silvana*, sondern nur *Cepaea cf. silvana*, die er als Kümmerform deutete. Die Einstufung in die Silvana-Stufe und damit ins Torton ist also — wenn auch die Begleitfauna in Undorf der *Silvana*-Fauna weitgehend entspricht — in beiden Fällen nicht gesichert. Trotzdem wird die GÜMBELsche Zuordnung der Schichten von Aich in die Silvana-Stufe später immer wieder als Beweis für tortonisches Alter der Limnischen Süßwasserschichten angeführt. Nachdem WITTMANN (1957) nachgewiesen hat, daß die fossilführenden Schichten der Tongrube von Aich nicht den Limnischen Süßwasserschichten, sondern dem Aussüßungshorizont innerhalb der brackischen Schichten angehören, wird in den jüngsten Veröffentlichungen das Torton gar bis zum Aussüßungshorizont hinabgezogen.

Eine sichere zeitliche Einstufung der Süßwassersande und -mergel ins Helvet oder Torton ist bislang aufgrund von Leitfossilien nicht möglich; vielleicht erbringen demnächst die Molluskenbestimmungen von Herrn Dr. W. R. SCHLICKUM aufgrund unserer gemeinsamen Aufsammlungen oder neue Bestimmungen von Kleinsäugerzähnen weitere Erkenntnisse. Vorläufig sind wir über eine direkte Altersbestimmung durch Leitfossilien hinaus noch auf eine Einengung des Alters der Süßwassersande und -mergel durch Vergleich mit den umgebenden Schichten angewiesen. Im folgenden wird gezeigt, daß die bisherige Einstufung der Limnischen Süßwasserschichten ins Torton nicht sicher ist, sondern daß die Ablagerung irgendwann im Zeitraum höheres Helvet + tieferes Torton erfolgte. Dabei sprechen meines Erachtens wesentlich mehr Erwägungen für höheres Helvet als für Torton.

Innerhalb der OMM sind die Mergel von Neuhofen nach NEUMAIER & WIESENER (1939, S. 196) „gleichalt oder älter als Helvet“; der Schwerpunkt der Makrofauna in den darüber liegenden marinen Blättermergeln und Glaukonitsanden liegt nach den gleichen Autoren (S. 196) und nach ZÖBELEIN (1940, S. 241) „eindeutig im Helvet“. HAGN (1955) stuft aufgrund mikrofaunistischer Untersuchungen den Horizont von Neuhofen ins Unterhelvet ein, die darüber lagernden marinen Sandmergel und Feinsande usw. ins Mittelhelvet. Das gleiche Gliederungsschema wird in der jüngeren Literatur allgemein auch hinsichtlich der Molluskenfauna angewandt, wobei BRAUMÜLLER (1961, S. 11/12) mit Recht betont, daß diese Einstufungen nach Überein-

kunft erfolgen, paläontologisch aber unsicher sind. Aufgrund von Säugerfossilien ist keine genaue Altersgliederung der OMM möglich; lediglich für ihre höheren Anteile kann burdigales Alter ausgeschlossen werden, da hier abwerfbare Geweihe, z. B. von *Heteroprox*, gefunden wurden, wie sie erst im Helvet auftreten (DEHM, 1951).

Die SBM geht ohne wesentliche Sedimentationsunterbrechung aus der mittelhelvetischen OMM hervor (WURM, 1937, S. 288; GRIMM, 1963, S. 224). Sie dokumentiert einen differenzierten Amsüßungsvorgang ohne erkennbare Schichtlücken zwischen den brackischen und limnischen Anteilen (NEUMAIER & WIESENEDER, 1939, S. 211; ZÖBELEIN, 1940, S. 251). Die Gesamtfolge kann in horizontbeständige Schichten mit trennenden Leithorizonten (WITTMANN, 1957) gegliedert werden, deren Alter nicht genau zu fixieren ist. Weder in der Säugerfauna (DEHM, 1951) noch in der Mollusken-Vergesellschaftung wurden Hinweise auf jüngeres Alter als Torton gefunden.

Herr E. SCHIRM (frdl. Mitt.) sammelte am Isarhang ca. 1 km nordöstlich Niederaichbach (h. = 85.780; r. = 24.750; H. = 372 m) im obersten Meter der Limnischen Süßwasserschichten (? vielleicht schon zu den Fluviatilen Süßwasserschichten gehörig) eine terrestrische Kleinsäugerfauna mit geringem Anteil an wasserlebenden Fossilien, die von Herrn Professor Dr. R. DEHM und Herrn Dr. V. FAHLBUSCH untersucht wurde; letzterer kommt im Vergleich mit französischen Cricetiden-Faunen zu dem Ergebnis, daß die 4 *Cricetodon*-Arten von Niederaichbach deutlich älter sind als Sarmat und etwas älter als höheres Torton; andererseits sind sie evoluiert als oberburdigale oder unterhelvetische Faunen. Herr Dr. FAHLBUSCH stuft den Fundort Niederaichbach danach ins tiefere Torton ein; doch scheint auch höchstes Helvet nicht ausgeschlossen.

Nach dem Fauneninhalt der OMM und SBM muß letztere somit in der Zeitspanne höheres Helvet + tieferes Torton zur Ablagerung gekommen sein.

Für die tieferen Glieder der OSM (Fluviatile Süßwasserschichten, Quarzrestschotter, Nördlicher Vollschorter) ist bisher keine exakte Alterseinstufung aufgrund von Leitfossilien möglich. Diese Serie dürfte einen recht weiten Zeitraum repräsentieren, da sie örtlich relativ große Mächtigkeiten (bis 100 m) erreicht und sowohl gegen die Limnischen Süßwasserschichten im Liegenden als auch mehrfach in sich markante Schichtlücken aufweist, teilweise mit tiefgreifendem erosivem Eingriff (GRIMM, 1957; SCHAUERTE, 1962).

Eine Alterszuordnung scheint erst wieder für den Süßwasserkalk möglich: BESCHOREN (1955, S. 62) erwähnt aus Süßwasserkalklagen in Feldspatsanden „schlecht erhaltene Landschnecken . . . , deren Alter nach ZÖBELEIN (unveröffentlicht) Torton sein dürfte“; BATSCHKE (1957, S. 271) stellt richtig, daß es sich dabei nicht um irgendeine Einschaltung in Feldspatsande handelt, sondern um den Süßwasserkalk, der horizontbeständig dem Liegenden Nördlichen Vollschorter aufliegt. Hinweise auf tortonisches Alter des Süßwasserkalkes sind nach Herrn E. SCHIRM (frdl. Mitt.) auch für den Süßwasserkalk am Isarhang 350 m östlich Wolfstein/Bl. Landshut-Ost gegeben: Nach Bestimmungen des Herrn Notars H. MODELL ist für die dort gefundenen 3 Najaden-Arten — auch wenn die Formen nicht auf eine Stufe beschränkt sind — doch ein Torton-Alter wahrscheinlich.

Selbst für den über dem Süßwasserkalk folgenden Hangenden Nördlichen Vollschorter liegen noch Hinweise auf tortonisches Alter vor: Herr P. GEBHARDT (frdl. Mitt.) sammelte in einer Mergeleinschaltung in der Kiesgrube ca. 1 km westlich Maßendorf/Bl. Aham im Hangenden Nördlichen Vollschorter ca. 20 m oberhalb des Süßwasserkalkes eine reiche Landschnecken- und Süßwasserfauna; nach den Bestimmungen von Herrn Dr. H. K. ZÖBELEIN spricht dort das Vorkommen von *Pomatias consobrinum* für Torton-Alter der Fundschichten; die gleiche Einstufung wird nach Herrn Notar H. MODELL auch aufgrund der gefundenen Najaden-Arten wahrscheinlich.

Wenn der Süßwasserkalk und sogar Teile des Hangenden Nördlichen Vollschorters noch ins Torton zu stellen sind, so dürften der unterlagernde Quarzrestschotter bzw. Liegende Nördliche Vollschorter und die Serie der Fluviatilen Süßwasserschichten das gesamte tiefere Torton zur Ablagerung beansprucht haben, vor allem wenn man die Schichtlücken innerhalb dieser Serie berücksichtigt. Nach diesem stratigraphischen Vergleich bleibt für weitere, tiefere Schichten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at
 kaum noch Platz im Torton; vielmehr dürfte die gesamte SBM — einschließlich der Limnische Süßwasserschichten, die bislang unbegründet dem Torton zugewiesen wurden — ins höhere Helvet hinabzuverweisen sein.

B. Verbreitung der Süßwassersande und -mergel in Ostniederbayern

In Ostniederbayern sind die Süßwassersande und -mergel (= Uniosande + Limnische Süßwasserschichten) im Dreieck zwischen Donau und unterem Inn etwa östlich des Meridans 12° 55' über weite Bereiche aufgeschlossen. Die noch von WITTMANN (1957, S. 55) angegebenen Verbreitungsgrenzen haben sich nach den neueren Kartierungen (vor allem SCHIESSL, 1960; SUTTER, 1960) als zu eng erwiesen; besonders im Bereich zwischen unterer Vils und Donau reicht die Verbreitung der Limnischen Süßwasserschichten wesentlich weiter nach

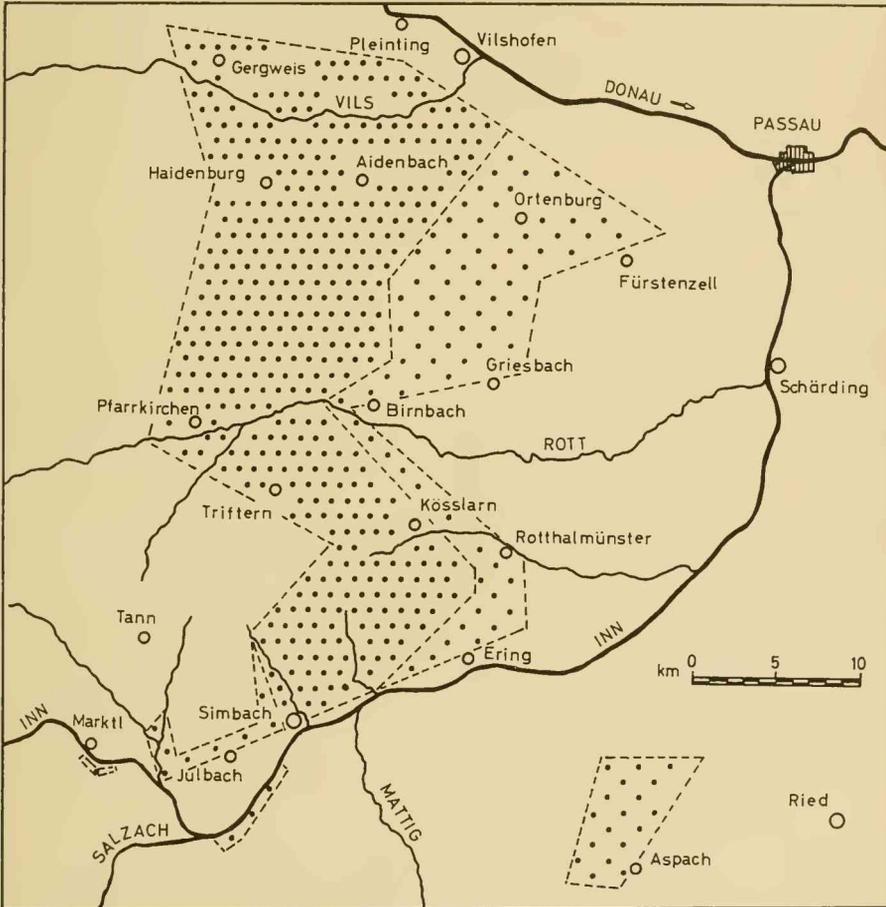


Abb. 2: Aufgeschlossene Verbreitung der Süßwassersande und -mergel in Ostniederbayern (eng punktiert) innerhalb des Verbreitungsgebietes der Süßbrackwassermolasse (punktiert).

Norden als vorher angenommen (s. Abb. 2). Westlich des oben angegebenen Meridians tauchen die Süßwassersande und -mergel unter jüngere fluviatile Schichten ein. Ihr oberer limnischer Abschnitt wird erst wieder angeschnitten im Isartal zwischen Niederaichbach und Zeholfing, dort bei Usterling (BUCHNER, 1963, S. 9ff.) und Niederaichbach (frdl. Mitt. von Herrn E. SCHIRM) auch durch limnische Fossilien belegt. Im Osten, etwa östlich der Linie Ering—Rotthalmünster—Birnbach—Griesbach—Füstenzell, sind die Süßwassersande und -mergel einer jungen flächenhaften Erosion zum Opfer gefallen, die dort infolge der Heraushebung des Untergrundes eingriff bis in die tieferen brackischen und marinen Schichten und schließlich — im Neuburger Wald und im Schärddinger Kristallinsporn — bis ins moldanubische Kristallin. In Oberösterreich, östlich des Kristallinsporns von Schärdding, sind marine, brackische und limnische Schichten wieder in ähnlicher Ausbildung wie in Niederbayern bekannt. Die Schichtenfolge dürfte hier demnach primär über den Inn hinweg flächig zur Ablagerung gekommen sein.

Im Norden, zwischen Pleinting und Passau, reichen die Süßwassersande und -mergel nicht ganz bis zur Donau. Sie sind hier durch eine schmale Kristallinbarre getrennt von den „Braunkohlethonen“, die im südlichen Randbereich des Moldanubikums in Rinnen zur Ablagerung kamen und die nicht mehr zu den Ablagerungen des Molassebeckens gerechnet werden können. Ihre limnische Rinnenfüllung greift bei Rittsteig westlich Passau mindestens bis 335 m ü. NN. ins Kristallin ein, während die viel älteren marinen Ablagerungen des Molassebeckens nur ca. 5 km weiter südlich am Langdobl und Fürstdobl bis zu einer Höhe von 440—445 m aufreichen.

Die Braunkohlethone von Rittsteig entsprechen den zahlreichen Kohlethonvorkommen und kleineren Kohlelagern, die am Südrand des Bayerischen Waldes meist unmittelbar dem kristallinen Relief eingelagert sind, z. B. bei Bogen, Straubing, Hengersberg, Schwanenkirchen, Rathmannsdorf, Jägerreuth und Burgholz b. Passau. Diese Vorkommen werden von KLÜPFEL (1923) und WAPPENSCHMITZ (1936) einem schon im Oligozän angelegten System von Urtälern zugeordnet. Dabei wird vor allem zwischen Straubing und Passau eine stärkere Talbildung angenommen, die weitgehend unabhängig ist vom heutigen Donaulauf und diesen oft quer schneidet. TILLMANN & KIRSCHHOCK (1954) halten es — zumindest für die Vorkommen von Schwandorf — für unwahrscheinlich, daß diese Hohlformen präexistierende oligozäne bis mittelmiozäne Urtaformen darstellen, sondern schließen auf eine Entstehung als tektonische Kleinmulden unter syn-tektonischer Füllung. MEYER (1956) folgert aus der Gleichartigkeit der Erosionsformen und ihrer Füllungen sowie aus der Gleichzeitigkeit der Braunkohlenbildungen (Leithorizont mit *Sporites sinuosus*) auf ein zusammenhängendes Rinnensystem am Südwestrand des Moldanubikums zur mittel- bis obermiozänen Zeit; er beschreibt die Braunkohlenfluren dieser Rinnen nördlich außerhalb des Molassetroges als altersgleich mit den Fluren von Wingrub nördlich Brombach und von Straß b. Simbach/Inn, beide innerhalb der ostniederbayerischen SBM.

Die Vorstellung, daß zur Zeit der Ablagerung der Süßwassersande und -mergel gleichzeitig in einer orographisch gegenüber dem Molassetrog weit übertieften benachbarten Rinne die Kohlethone zur Ablagerung kamen, ist schwierig. Dieses Problem wurde deshalb von den Bearbeitern des Gebietes entweder umgangen oder unbefriedigend interpretiert. Folgende Erklärung wird den vieldeutigen Verhältnissen am Molassenordrand zwanglos gerecht: Der Rand des Molassebeckens war durch eine heute noch in Relikten südlich der Donau nachweisbare Kristallinbarre zwischen Pleinting und Passau getrennt von einem Rinnensystem, das etwa

beckenparallel den Südsaum des Moldanubikums durchschnitten. Vielleicht schon während des Burdigals und dann im Helvet wurden in diesem „Uralsystem“ die vom Moldanubikum abströmenden Wässer gesammelt, abgeleitet und andernorts in einem heute nicht mehr rekonstruierbaren Delta in den Molassetrog eingeschüttet. Im Grenzbereich des Molassebeckens zwischen Pleinting und Passau kam es daher nur ganz untergeordnet von der schmalen Kristallinbarre her zur Sedimentation von moldanubischem Detritus ins südliche Meeres- und Brackwasserbecken. So konnte der Molassetrog — wohl durch Strömungsverdriftung im meist flachen Becken — bis zum Nordrand durch alpinogene Sedimente aufgefüllt werden. Auch die Süßwassersande und -mergel, die über den marinen und brackischen Molassesedimenten folgen, haben an der Kristallinbarre ihre Nordbegrenzung; nördlich der Barre kam es zur Zeit ihrer Ablagerung zur Plombierung der Urtalrinne durch das „Braunkohletertiär“, das räumlich und stofflich keinen Zusammenhang mit den limnischen Molasseschichten erkennen läßt. Erst zur Zeit der Ablagerung des Quarzrestschotters bzw. des altersgleichen Nördlichen Vollschoeters — wohl noch im Torton — erfolgte die Überflutung der Kristallinbarre und der plombierten Urtalrinnen und damit eine Erweiterung des alpinen Sedimentationsraumes nach Norden bis weit auf den Bayerischen Wald. Jetzt wird auch die Einschwemmung von moldanubischem Detritus ins Molassebecken möglich, die seit dem Chatt ausgesetzt hatte; es kommt — wohl im Gefolge der Kippung der Beckenachse von west- nach ostvergentem Gefälle bei gleichzeitiger rückläufiger Wanderung des Trogtiefsten nach Süden — erstmals an der Wende Miozän/Pliozän wieder zu einer starken moldanubischen Einschüttung von Feldspatsanden.

C. Ausbildung und Mächtigkeit der Süßwassersande und -mergel

1. Uniosande

Die Uniosande als Basishorizont der Süßwassersande und -mergel sind in lückenhafter Verbreitung und wechselnder Mächtigkeit bis zu 10 m vom Inn im Süden bis zur Vils im Norden aufgeschlossen. Bei den im Vilstal am Nordrand von Bl. Haidenburg anstehenden und fossilbelegten brackischen Sanden handelt es sich nicht — wie WITTMANN (1957, S. 69) angibt — um Glimmersande, sondern um Uniosande (SCHAUERTE, 1962, S. 28).

Die Uniosande sind karbonatarmer oder -freie, locker gepackte Staub- bis Feinsande von ockergelber Farbe. Sie zeigen vor allem in ihren unteren Partien eine ausgezeichnete, weitspannige Feinschichtung, die durch Glimmerbestege auf den Schichtflächen, durch rhythmischen Wechsel glimmerreicherer und -ärmerer Lagen im Millimeterbereich oder durch reine Glimmerbänder deutlich markiert ist. Neben engblättriger, normal-konkordanter Horizontallagerung sind unruhige, weitgespannte Diagonal- und Kreuzschichtungen, selten auch Bogen-schichtung verbreitet. Syndimentäre subaquatische Rutschungen deuten — wie in den Glimmersanden — auf einen mobilen Beckengrund; dabei mögen die Glimmerlagen im Sediment als Gleitflächen gewirkt haben.

Nach den sedimentpetrographischen Analysen SCHIESSL (1962) sind die Uniosande sehr gut sortierte Feinmittelsande mit wechselndem Grobsandanteil. Im Vertikalprofil ist gesetzmäßig eine Zunahme der Korngrößen nach oben zu beobachten; regionale Änderungen der Kornverteilung, die auf eine Schüttungsrichtung schließen ließen, wurden dagegen nicht gefunden. Es ist anzunehmen,

daß die nördlich bis nordwestlich gerichteten Schüttungen, die während der Ablagerung der tiefen brackischen Schichten dominierten, auch während der Uniosand-Sedimentation beständig blieben; Schrägschichtungsmessungen an mehreren Aufschlüssen deuten dies ebenfalls an. Die Hornblende-Epidot-Granat-(Apatit)-Schwermineralassoziation der Uniosande weist keine bemerkenswerten Änderungen gegenüber den unterlagernden Schillsanden auf.

2. Limnische Süßwasserschichten

Gegen das Hangende gehen die Uniosande ohne Unterbrechung in die Limnischen Süßwasserschichten über. Diskordante Ausbildung dieser Grenze wurde zwischen Inn und Vils nirgends beobachtet. Die Grenzziehung erfolgt dort, wo die einheitlich ausgebildeten Uniosande oder — bei deren Fehlen — Schillsande abgelöst werden von der unten beschriebenen vielfältigen limnischen Sedimentfolge. Wo die Grenze unscharf ist durch mehrfache Wechsellagerung von Uniosanden und Limnischen Süßwasserschichten — örtlich bis einige Meter mächtig —, sollte die Abtrennung unterhalb der tiefsten markanten Einschaltung von Limnischen Süßwasserschichten erfolgen. Auch noch hoch über der Obergrenze der Uniosande können petrographisch gleichartige Sande in die Limnischen Süßwasserschichten eingeschaltet sein, die sich aber — wenn sie fossilführend sind — im allgemeinen deutlich durch ihre veränderte Faunenvergesellschaftung von den eigentlichen Uniosanden unterscheiden.

Da die Obergrenze der Limnischen Süßwasserschichten zumindest bereichsweise eine Erosionsfläche darstellt, ist es nicht immer klar, ob die aufgeschlossenen Mächtigkeiten primär sind oder sekundär reduziert wurden. Zwischen Inn und Rott beträgt die Mächtigkeit meist 40—60 m. Nördlich der Rott schwankt sie beträchtlich, da die jüngeren fluviatilen Schichten rinnenartig ins Dach der Limnischen Schichten eingreifen können und diese — stellenweise fast bis auf deren Sohle — ausräumen; immerhin treten auch hier abseits der Rinnen verbreitet Mächtigkeiten bis mindestens 40 m auf.

Die Limnischen Süßwasserschichten sind ausgebildet als schwärzliche, braune, graue und grüne Kalkmergel, Mergel, Tone, Sandtone und Sande unterschiedlicher Körnung und Textur. Die Feinschichtung ist mangels Glimmersonderung schwer zu erkennen, die Sedimentpakete scheinen meist massig gelagert. Besonders bezeichnend sind die reich fossilführenden, durch Humussubstanz charakteristisch braun oder kakaograu gefärbten Lagen, zum Teil mit schmalen Braunkohleeinschaltungen. Eine Untergliederung der Limnischen Süßwasserschichten nach derartigen Leithorizonten war bislang noch nicht möglich, vielleicht mangels günstiger Aufschlußverhältnisse.

Die Wechselfolge von Feinsanden und Mergeln ist meist deutlich rhythmisch (vgl. MAYR, 1957, S. 338—340), wobei örtlich die Mergel oder die Sande überwiegen können. Die Korngrößenanalysen der Sande zeigen durchweg gute

Sortierung mit engen Maxima im Feinmittel- oder im Grobmittelsandbereich; vor allem die Feinmittelsande sind deutlich unterschieden von den größeren fluviatilen Sanden der Oberen Süßwassermolasse. Die Sande der Limnischen Süßwasserschichten führen eine rein alpine Epidot-Granat-Hornblende-Schwermineralassoziaton, die sich kaum von den Sanden der tieferen brackischen Schichten und der Uniosande unterscheidet.

D. Abgrenzung der Süßwassersande und -mergel gegen das Liegende und Hangende

Die Süßwassersande und -mergel beginnen über weite Bereiche mit den Uniosanden (ZÖBELEIN, 1940, S. 246). Deren Grenze gegen die unterlagernden Schillsande ist oft scharf, oft aber auch — vor allem im Norden — durch einen bis mehrere Meter mächtigen Übergang gegeben. Eine Schichtlücke konnte nirgends beobachtet werden. Häufig fehlen die Uniosande — wohl im Sinne einer faziellen Differenzierung in der Lateralen — zwischen den Schillsanden und den Limnischen Süßwasserschichten. Das dürfte einer der Gründe sein, weshalb WITTMANN (1957) auf eine Ausgliederung der Uniosande als eigene Einheit verzichtete und sie nur als eigenartige Liegendfazies seiner „Einheit IV der Süßbrackwassermolasse“ zurechnete.

Die Obergrenze der Süßwassersande und -mergel ist gegeben durch die Auflagerung der „Fluviatilen Süßwasserschichten“ (GRIMM, 1957; SCHAUERTE 1962). Diese sind gegenüber den unterlagernden Limnischen Süßwasserschichten weitgehend verändert in ihrer petrographischen Zusammensetzung, Körnung und Textur. Gleichzeitig ändert sich auch der Sedimentationsmechanismus grundsätzlich: Die fluviatilen Sedimente zeigen nicht mehr die horizontbeständige Lagerung und lückenlose Sedimentation, die für alle Glieder der Süßbrackwassermolasse typisch waren. Sie bilden im Gegenteil eine oft diskordant ins Unterlagernde eingreifende und in sich verschachtelte, regional stark differenzierte Serie (limnisch-) fluviatiler Psephite, Psammite und Pelite, deren Abgrenzung von der Unterlage und untereinander Schwierigkeiten bereiten kann (s. oben, S. 149). Wegen der unsicheren Grenzziehung in vielen Gebieten wurden Limnische und Fluviale Süßwasserschichten seit WURM (1937) in der Einheit der „Süßwasserschichten“ zusammengefaßt.

Die Grenzverhältnisse der Süßwassersande und -mergel gegen die darüber folgenden fluviatilen Schichten lassen sich — regional aufgegliedert — etwa gemäß Abb. 3 darstellen. Die Profile sind eingehängt an der Unterkante der Grobschottereinheit Quarzrestschotter + Nördlicher Vollschotter, die auf relativ ebener Unterlage in einheitlicher Schüttung die differenzierte Serie der Fluviatilen Süßwasserschichten überschwemmte. Dabei lassen sich folgende Faziesbereiche ausgliedern:

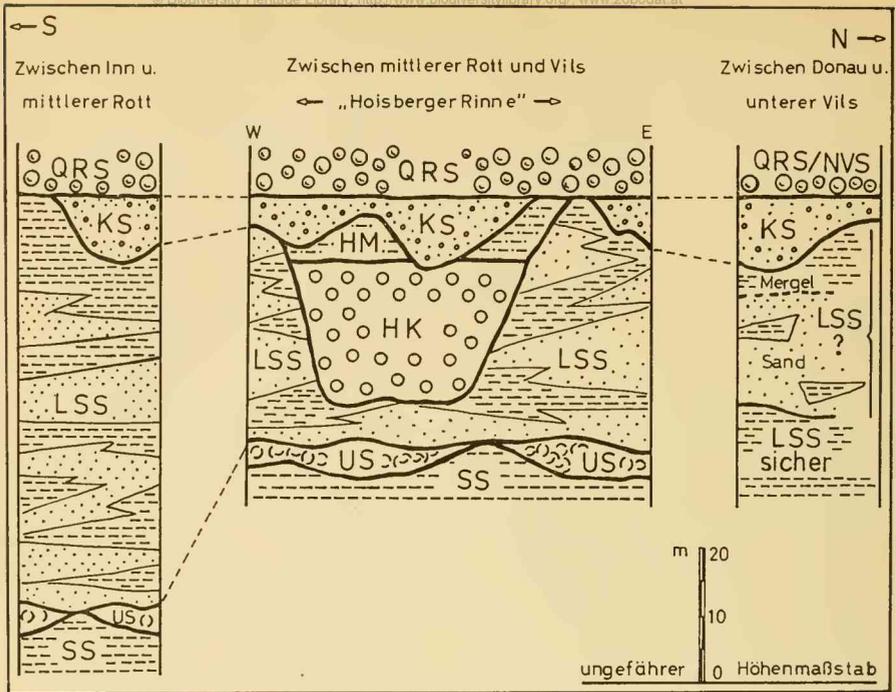


Abb. 3: Schematische Darstellung der Lagerungsverhältnisse der Süßwassersande und -mergel und der Fluviatilen Süßwasserschichten in Ostniederbayern (Bezugshorizont: Unterkannte Quarzrestschotter bzw. Nördlicher Vollschocter).

Abkürzungen:

Oberer Abschnitt der Süßbrackwassermolasse

LSS = Limnische Süßwasserschichten
 US = Uniosande
 SS = Schillsande

Unterer Abschnitt der Oberen Süßwassermolasse

QRS = Quarzrestschotter
 NVS = Nördlicher Vollschocter
 KS = Kiessande
 HM = Hoisberger Mergel
 HK = Hoisberger Kies

Zwischen Inn und mittlerer Rott erreichen die Limnischen und Fluviatilen Süßwasserschichten insgesamt Mächtigkeiten bis 60 m. Über den Süßwassersanden und -mergeln folgen hier in relativ geringer Mächtigkeit die Fluviatilen Süßwasserschichten als fein- bis grobsandige, teilweise schwach Feinkies-führende, fossilere Sedimente von gelber bis roströter Farbe, im folgenden „Kiessande“ genannt. Diese fluviatilen Sande können fehlen, dann liegt der Quarzrestschotter — mit einer Schichtlücke — unmittelbar den Limnischen Süßwasserschichten auf.

Zwischen mittlerer Rott und Vils nimmt die Mächtigkeit der Süßwasserschichten gegen den nördlichen Beckenrand und gegen das tektonische Hochgebiet des Steinkarts allmählich ab. Hier ist über weite Bereiche die gleiche Gliederung wie südlich der Rott mit Uniosanden, Limnischen und Fluviatilen Süßwasserschichten aufgeschlossen (Westhälfte Bl. Haidenburg;

Südostecke Bl. Pfarrkirchen; Nordwesthälfte Bl. Birnbach). In der Südosthälfte von Bl. Birnbach sowie auf Bl. Griesbach fehlen die Süßwasserschichten weitgehend oder völlig; dort liegt der Quarzrestschotter diskordant den brackischen Schichten auf. Der Grund ist in einer tektonischen Heraushebung dieses Gebietes während oder nach der Ablagerung der Süßwasserschichten und vor der Schüttung des Quarzrestschotters zu suchen (NEUMAIER & WIESENER, 1939, S. 211; 1. Phase der Rottschwellentektonik nach ZÖBELEIN, 1940).

Dieses Gebiet „normaler“ Schichtenfolge wird von einer Rinne mit anders gearteten Sedimenten gequert, die nach SCHAUERTE (1962) von Pfarrkirchen (fragliche Vorkommen) in einem mehrere Kilometer breiten Streifen nach Nordosten verläuft über Hoisberg bis nördlich von Haidenburg und Aidenbach (SCHAUERTE's „Hoisberger Rinne“). An der Basis dieser Rinne tritt bis 15 m mächtig auf den Kartenblättern Pfarrkirchen, Birnbach, Haidenburg und Aidenbach ein heller Klein- bis Mittelkies mit geringem Karbonatgehalt auf, der jünger ist als die Limnischen Süßwasserschichten, in die er sich rinnenförmig tief einschneidet (einziger Fossilfund: *Dinotherium bavaricum* bei Hoisberg/Bl. Haidenburg (GRIMM, 1957, S. 137); danach Bezeichnung „Hoisberger Schotter“ durch SCHAUERTE (1962)). Der Schotter wird überlagert durch ein meist kalkreiches Stillwassersediment bis 12 m Mächtigkeit, von SCHAUERTE „Hoisberger Mergel“ genannt (limnische Fauna von Riegeröd/Bl. Haidenburg mit eingeschwemmten Landwirbeltierresten (SCHAUERTE, 1962, S. 51/52)). Der Hoisberger Mergel ist in die gleiche Rinne eingelagert wie der Hoisberger Schotter und deckt diesen nach oben ab; er unterscheidet sich lithologisch und faunistisch nur geringfügig von den tiefer gelegenen Limnischen Süßwasserschichten. Über dem Hoisberger Mergel folgen — in ein eigenes, unregelmäßig-welliges Erosionsrelief eingebettet — fossilere bunte Sande mit geringem Kleinkiesgehalt, die wohl den fluviatilen Kiessanden südlich der Rott entsprechen.

Das Verbreitungsgebiet der Schotter und Mergel in der Hoisberger Rinne konnte nach Norden nirgends bis zur Vils durchverfolgt werden; schon an der Südflanke der Vils im Bereich von Pörndorf ist wieder die „normale“ Folge aufgeschlossen: liegend Schillsande, darüber knapp 10 m fossilbelegte Uniosande und ca. 35 m Limnische Süßwasserschichten mit reicher Fauna, darüber ca. 15 m fluviatile Kiessande; darüber Quarzrestschotter bzw. altersgleicher Nördlicher Vollschotter. SCHAUERTE (mündliche Mitteilung) hat die Frage aufgeworfen, ob die bislang als „Pliozäne Terrassenschotter“ gedeuteten Kiesvorkommen, die sich etwa donauparallel vom Unterlauf der Vils nach Osten bis über Ortenburg hinausziehen, in Wirklichkeit bereichsweise oder ganz zum miozänen Hoisberger Schotter gehören; das Problem ist bisher trotz der Spezialkartierungen und sedimentpetrographischen Vergleiche SCHAUERTES ungelöst geblieben.

Zwischen Vils und Donau, auf den Positionsblättern Gergweis und Pleinting, sind als Tiefstes limnische Sedimente aufgeschlossen, an einer Lokalität (Schwarzmaier/Bl. Pleinting; h. = 82.440; r. = 79.620; H. = 360 m) reich fossilführend (SCHIESSL, 1960, S. 15); sie sind eindeutig den Limnischen Süßwasserschichten zuzuordnen. Darüber folgen mit langsamem Übergang ca. 15—20 m mächtige, fein- bis mittelkörnige Sande, fossilere, gelegentlich mit Mergelinschlüssen; sie sind im obersten Teil manchmal gröber, zum Teil spärlich Kleinkies-führend. Die Sande werden überlagert durch ein ca. 10 m mächtiges Paket von Mergeln und Staub-sanden, das in Forsthart an drei Stellen eine Landschneckenfauna geliefert hat; in einem der Aufschlüsse (h. = 89.460; r. = 74.860; H. = 378 m) wurden außerdem Schlangewirbelfragmente, Landschildkrötenplatten, viele Säugerknochenreste und Kleinsäugerzähnen gefunden (SUTTER, 1960, S. 21 ff.). Die über mindestens 10 km West-Ost-Erstreckung konstant dreigliederte Folge dürfte insgesamt den Limnischen Süßwasserschichten gleichzustellen sein; die veränderten Faziesverhältnisse — vor allem die relativ eintönige und grobkörnige Sandfolge und die Landfauna der oberen Mergel — lassen sich durch den Einfluß des Nordrandes des Molassetrogens erklären. Es ist aber auch denkbar, daß die Sande und oberen Mergel Äquivalente des Hoisberger Schotters und Mergels enthalten.

Diese dreigliederte Folge wird im Hangenden überdeckt durch kleinkieshaltige sterile Sande, die nach Ausbildung und Lagerung den Kiessanden entsprechen und — wie überall südlich — in ein Relief eingelagert sind. Darüber folgen Quarzrestschotter bzw. Nördlicher Vollschotter.

1. Allgemeines

Die von WITTMANN gesammelte limnische Fauna der Uniosande und der darüber folgenden Limnischen Süßwasserschichten dürfte einer der Gründe gewesen sein, weshalb WITTMANN (1957) beide Schichten zur „Einheit IV der Süßbrackwassermolasse“ zusammenfaßte. SCHAUERTE (1962) hingegen fand in den Uniosanden neben den limnischen noch brackische Fossilien, unter anderem Cardiidn und *Rzebakia* (= „*Oncophora*“ auct.); er gliederte die Uniosande als selbständigen Horizont aus und stellte sie wegen ihres brackischen Einschlages noch zu den *Oncophora*-Schichten. Inzwischen ist durch SÜTTER (1960) und durch meine eigenen Fossilauflammlungen gemeinsam mit Dr. W. R. SCHLICKUM nachgewiesen worden, daß brackische Fossilien in einzelnen Horizonten auch noch bis in die Limnischen Süßwasserschichten reichen. Demnach enthalten die Uniosande wie die Limnischen Süßwasserschichten brackische und limnische Arten, wenn auch in unterschiedlicher Verteilung. Die Salinitätsunterschiede sind somit geringer, als von SCHAUERTE angenommen; deshalb kann die WITTMANNsche Gliederung, in der Uniosande und Limnische Süßwasserschichten in einer Einheit (IV) innerhalb der Süßbrackwassermolasse zusammengefaßt werden, entgegen SCHAUERTE beibehalten werden.

Einzelheiten zur Fauna und Biologie der behandelten Schichten sowie genauere Artenbeschreibungen sind in der monographischen Behandlung der Molluskenfauna durch W. R. SCHLICKUM nachzulesen, die soeben erschienen ist (vgl. oben, Fußnote S. 147).

2. Uniosande

Der Fossilgehalt der Uniosande setzt sich aus brackischen und limnischen Formen zusammen. Auf dieses Nebeneinander weist vor SCHAUERTE (1962) schon KRAUS (1938, S. 30) hin; er beschreibt bei Aspertshub südlich Kösslarn *Unio* neben *Oncophora* und *Cardium* und zieht Vergleiche mit der heutigen Faunengesellschaft in der östlichen Ostsee, wo auch Unioniden (*Anodonta*) inmitten der brackischen Ostseefauna anzutreffen sind.

Bei unseren Aufsammlungen wurden die namengebenden Unioniden in vielen Aufschlüssen der Uniosande gefunden; sie können andernorts in gleichartigen Sanden aber auch fehlen (WITTMANNs „Äquivalente der Uniosande“ (1957 S. 80)). Vereinzelt kommen Landschnecken vor, wohl eingeschwemmt.

In bestimmten Lagen sind Blattabdrücke, Rollhölzer und Holzmulm häufig. Im Gegensatz zu den unterlagernden Schillsanden, in denen Schilllagen und Vollpflaster die Regel sind, liegen die Fossilien in den Uniosanden meist einzeln oder in Streupflastern und nur selten in Schillbänken und -schmitzen eingebettet.

Typisch für die Uniosande ist der Fossilgehalt im Aufschluß Kelchham/Bl. Pfarrkirchen (h. = 68.310; r. = 72.050; H. = 400 m; s. auch ZÖBELEIN, 1940, S. 246).

Lage des Aufschlusses: Ostböschung des Grabens zwischen Kelchham und Kühstetten, unterhalb des Weges, alte Sandgrube, 3,5 m hoch, 5 m breit, teilweise verrutscht.

Sediment: Uniosande, feinnittelkörnig, sperrig, reich an fein- bis grobschuppigem Muskovit, Biotit und Chlorit. Anreicherung der Glimmer in einzelnen Lagen bis zu mehreren cm Mächtigkeit. Schichtung durch Glimmertapeten im mm- bis cm-Abstand deutlich markiert, unten überwiegend horizontal; nach oben auch intensive und weitgespannte Schräg- und Kreuzschichtung oder Bogenschichtung im cm- bis dm-Bereich.

Fossilien sind reichlich ins Sediment eingelagert, unten meist einzeln und in Streupflastern, nach oben zunehmend auch in schmalen Bänken. Brackische und limnische Arten liegen meist in getrennten Schichten, können aber auch nebeneinander und zusammen mit eingeschwemmten terrestrischen Fossilien im gleichen Horizont vorkommen. Gefunden wurden häufig *Melanopsis*, Congerien, Unioden und Hydrobiiden; daneben Cardiiden und *Rzehakia*; vereinzelt *Theodoxus* und *Cepaea*; außerdem abgeschliffene Austerbruchstücke und 1 Hai-fischzahn (wohl eingedrftet) sowie Pflanzenabdrücke und Holzmulm.

3. Limnische Süßwasserschichten

Die über den Uniosanden folgenden Limnischen Süßwasserschichten enthalten durchweg eine wesentlich artenreichere Fauna als die Uniosande und bezeugen damit schon die fortgeschrittene Aussüßung (Artenminimum im Brackwassermilieu, s. u.). Vor allem in den braunen, humosen Bändern ist eine arten- und individuenreiche Schnecken-, daneben Muschelfauna angereichert, wobei die Schalen meist diagenetisch verdrückt, oft auch als Zerreibsel wirr ins Gestein eingelagert sind. Knochenreste und Zähne, meist von kleinen bis mittelgroßen Säugern, sowie Fischreste und Schildkrötenpanzerteile wurden nicht selten gefunden. Pflanzenfossilien sind häufig; gelegentlich kam es zu Braunkohlebildungen in schmalen Flözen.

MEYER (1956) beschreibt im Rahmen seiner pollenanalytischen Bearbeitung jungtertiärer Braunkohlenbildungen in Bayern und Oberösterreich auch die Flora der Limnischen Süßwasserschichten Ostniederbayerns (Aufschlüsse mit braunkohligen Schichten bei Wingrub nördlich Brombach und bei Oberbirnbach). Die Floren sind gekennzeichnet durch einen großen Gehalt an *Inaperturopoll. dubius*, *Triatriopoll. corypbeus* sowie regelmäßige Anreicherung von *Tricopoll. henrici* und *librarenensis*; sie entsprechen in ihrer Zusammensetzung den Braunkohlenfloren der tieferen, vollbrackischen Schichten von Straß b. Simbach/Inn sowie den Kohlevorkommen nördlich außerhalb des Molassetroges bei Wackersdorf, Undorf, Schwanenkirchen, Jägerreuth und Rittsteig. MEYER schließt aufgrund der einheitlichen Flora auf Altersgleichheit all dieser „älteren Braunkohlen“ und kommt — in Korrelation mit den altersmäßig bekannten kohlehaltigen Schichten der südlichen Oberpfalz (WAPPENSCHMITT, 1936) und der niederbayerischen Molasse (NEUMAJER & WIESENER, 1939; ZÖBELEIN, 1940) — zu helvetischem bis tortonischen Alter (s. auch oben S. 151, 154).

Die Fauna der Limnischen Süßwasserschichten wurde bisher als rein limnisch beschrieben. Nur SUTTER (1960, S. 12) erwähnt aus einer Mergelgrube südlich Fögelsberg/Bl. Gergweis (h. = 84.350; r. = 71.960; H. = 365 m) eine Fauna, die nicht typisch limnisch entwickelt ist, sondern auf limnisch-brackisches Milieu hinweist (Höhe des Fossilhorizontes ca. 370 m). SUTTER sammelte „*Helix*, *Melanopsis*, *Dreissensia*, *Unio*, *Cardium* und *Oncophora* (?)“ sowie „nicht bestimmbare Knochenreste“.

Der Aufschluß Fögelsberg liegt nahe einer ca. Nordost-streichenden Störung, an der die Nordwestscholle nach SUTTER (S. 71) um 12—15 m, nach SCHAUERTE (1962, Abb. 12) um 15 m abgesunken ist. Auf der gehobenen Südostscholle — ca. 2 km östlich der Mergelgrube von Fögelsberg — konnte SCHAUERTE (S. 28 u. 103) die Grenze Uniosande/Limnische Süßwasserschichten bei 365 m festlegen. Den Aufschluß Fögelsberg, der knapp nördlich des von ihm bearbeiteten Blattes Haidenburg liegt, erwähnt SCHAUERTE nicht.

Wenn der Aufschluß Fögelsberg — wie von SUTTER kartiert — zur Nordwestscholle gehört, liegt seine fossilführende Schicht ca. 20 m oberhalb der Grenze Uniosande/Limnische Süßwasserschichten; auch wenn der Aufschluß zur höheren Südostscholle gehören würde, wie man aus

den Karten SCHAUERTES schließen könnte, läge die Fossilschicht innerhalb der Limnischen Süßwasserschichten, wenn auch nur ca. 5 m über deren Basis.

Neue Fossilauflösungen des Verfassers bestätigten und ergänzten die wichtigen Befunde SUTTERS. In der ca. 6 m hohen und ca. 18 m breiten, weitgehend überrutschten und zugewachsenen Grube bei Fögelsberg wurde vom Liegenden zum Hangenden folgendes Profil aufgenommen:

Unten 4,5 m erschürft typische Sedimente der Limnischen Süßwasserschichten, fossilleer, in mehrfacher rhythmischer Wechsellagerung: Mergelsande, schokoladenbraun, stark glimmerig, feinsandig, blätterig brechend; Steinmergel, hellgrau, kaum glimmerstaubig, wechselnd kalkig bis zu Mergelkalk, durchsetzt von harten Kalkkonkretionen; mergeliger Schluffsand, grüngrau, glimmerstaubig, Schichtung angedeutet, sekundär durchsetzt von Kalkmergel, hellgrau; Sand, staub- bis feinkörnig, feinglimmerig, blätterig geschichtet, hellgraubeige und grünlich; Sand, fein- bis mittelkörnig, mäßig mittelglimmerig, hellbeige-grau, ungeschichtet erscheinend.

0,4 m Mergelkalk, grauweiß, in kalkigeren Partien auch weiß, ungeschichtet, schwach schluffig und glimmerstaubig, mürbe, fossilleer, übergehend in

0,2 m Mergelton, unten beige, nach oben olivgrau bis dunkelgrün, schwach schluffig und staubglimmerig, speckig; an mehreren Stellen Unioniden eingelagert, durchweg Doubletten.

0,3 m Schluffmergel, zum Teil schwach staub- bis feinsandig, hellolivgrau, nach oben zuerst zunehmend sekundär-kalkig, dann allmählich verlehmend. An der Basis dieser Bank schillartige Anreicherung von Molluskenschalen, vor allem *Congerier* (z. T. doppelklappig) und *Galba*. In höheren Teilen der Bank als Einzelchalen, seltener auch in Schmitzen angereichert *Rzehakia* (= „*Oncophora*“ auctorum) und Cardiidien, oft doppelklappig.

Oben 0,5 m Schwemmlehm mit Sand und Mergelbrocken aus dem Untergrund.

Insgesamt ist also im obersten Meter des Grubenprofils von Fögelsberg eine allmähliche Verbrackung des limnischen Sedimentes nachgewiesen, wobei der Unioniden-Horizont noch Süßwasser belegt, der Congerien-*Galba*-Horizont bereits schwach brackischen Einschlag, die *Rzehakia*-Cardiidien-Schicht dagegen schon plio- bis brachyhalines brackisches Milieu. Die Artenarmut bei gleichzeitigem Individuenreichtum in den einzelnen Schichten sowie die Doppelklappigkeit der Muscheln schließen Umlagerungen größeren Ausmaßes aus: Die Mollusken müssen nahe dem Ort ihrer Einbettung gelebt haben.

Brackische Einflüsse in den Limnischen Süßwasserschichten konnten — außer in Fögelsberg — auch in mehreren anderen Aufschlüssen konstatiert werden, vor allem in Asenberg (h. = 49.530; r. = 76.450; H. = 445 m; s. auch MAYR, 1957, S. 340), Steinbach (h. = 61.030; r. = 75.900; H. = 425 m), Walksham (h. = 62.510; r. = 75.350; H. = 390 m), Unterplaika (h. = 63.740; r. = 75.590; H. = 395 m), Oberbirnbach (h. = 72.170; r. = 80.080; H. = 445 m). Auf erhöhte Salinität weisen hier *Melanopsis* sowie bestimmte Congerien und Cardiidien. Vereinzelt fanden sich auch Pholaiden, die — wohl in Holz eingebohrt — verdriftet wurden und die Verbindung zum offenen Meer beweisen. Der größere Teil der Aufschlüsse liegt im untersten Abschnitt der Limnischen Süßwasserschichten, teilweise dicht über den Uniosanden; Asenberg, Steinbach und wahrscheinlich Fögelsberg liegen höher im Profil. Die besprochenen Fossilien treten in bestimm-

ten Bändern angereichert auf, während andere Bänder der gleichen Aufschlüsse reine Süßwasserfauna führen.

Bei Usterling (h. = 91.850; r. = 47.900; H. = 355 m) an der unteren Isar — westlich außerhalb des geschlossenen Verbreitungsgebietes der Süßbrackwassermolasse in Ostniederbayern — werden Limnische Süßwasserschichten vom Isartal angeschnitten. Dort fand BUCHNER (1963, S. 12ff.) neben Säugerknochen-splittern, Resten von Knochenfischen, Land- und Süßwasserschnecken und verschiedenen Süßwasserostrakoden auch mehrfach den Ostrakoden *Candona suevica* STRAUB. *C. suevica* wurde von STRAUB (1952) in den Kirchberger Schichten bei Ulm nur in rein brackischen Congerienschichten gefunden, für die STRAUB mesohalines Brackwasser mit 5 — ca. 9% Gesamtsalzgehalt annimmt; in den dortigen brackisch-limnischen „Übergangsschichten“ und in den ganz ausgesüßten „Sylvanaschichten“ fehlt *C. suevica* ganz. Ihr Auftreten in Usterling deutet somit dort ebenfalls auf brackische Einflüsse in den Limnischen Süßwasserschichten, weit über deren Untergrenze.

In anderen Aufschlüssen der Limnischen Süßwasserschichten — ebenfalls zum Teil dicht über deren Basis, zum Teil höher gelegen — fehlen brackische Einflüsse ganz, etwa in Thalham (h. = 49.760; r. = 76.880; H. = 440 m); Fuchsöd (h. = 62.240; r. = 82.460; H. = 500 m); Woching (h. = 64.870; r. = 70.880; H. = 375 m); Schindergraben bei Pfarrkirchen (h. = 66.680; r. = 70.650; H. = 395 m); Schwarzmaier (h. = 87.440; r. = 79.620; H. = 362 m). Einige dieser Aufschlüsse zeichnen sich durch einen Gehalt an eingedrifteten Landschnecken aus (z. B. Woching, Schindergraben) und bezeugen auch hierdurch die fortgeschrittene Aussüßung und beginnende Verlandung. Ob die Schichten von Niederaichbach (h. = 85.780; r. = 24.750; H. = 372 m) mit einer überwiegend terrestrischen Fauna und die Schichten von Forsthart (h. = 89.460; r. = 74.860; H. = 375—380 m) mit einer ausschließlich terrestrischen Fauna noch zu den Limnischen Süßwasserschichten gehören oder bereits zu den Fluviatilen Süßwasserschichten gestellt werden müssen, ist unsicher.

Insgesamt sind also die Limnischen Süßwasserschichten wie die Uniosande durch das Neben- und Übereinander brackischer und limnischer Schichten gekennzeichnet, wobei in den Uniosanden wohl die brackischen, in den Limnischen Süßwasserschichten stark die limnischen Einflüsse vorherrschen. Die brackischen Einflüsse bleiben demnach bis hoch in die Limnischen Süßwasserschichten hinauf bestehen, sind aber nur intermittierend und kurzdauernd wirksam und werden nach oben zunehmend vom limnischen Milieu verdrängt. Die zahlreichen Pflanzenfossilien sowie die Funde von Landschnecken und Landsäußern in mehreren Aufschlüssen deuten darauf hin, daß es während der Ablagerung der Limnischen Süßwasserschichten — ähnlich wie beim tiefer gelegenen Aussüßungshorizont — bereits zum kurzfristigen Auftauchen von Inseln über den (brackisch-)limnischen Seebereich kam. Die Sedimentationsunterbrechungen sind jedoch so kurz, daß in den Aufschlüssen niemals tiefer greifende Erosionsdiskordanzen nachgewiesen werden konnten.

F. Aussüßung des Brackmeeres in Ostniederbayern

1. Allgemeines

Uniosande und Limnische Süßwasserschichten gehören zu dem großen Aussüßungsprozeß, der von der Ablagerung der OMM über die verschiedenen salinaren brackischen und limnischen Glieder der SBM bis zur völligen Aussüßung und teilweise Verlandung zur Zeit der Sédimentation der fluviatilen OSM reicht. Der Grund für diesen großen Aussüßungsvorgang dürfte in einer orographischen Heraushebung gelegen haben, die zuerst zur Abtrennung eines brackischen Beckens vom großen Binnenmeer der Paratethys führte. Aktualgeologische Vergleiche mit dem Schwarzen Meer, dem Kaspisee und dem Aralsee liegen nahe; diese großen Binnenmeere sind ja ebenfalls verbrackte Restbecken der großen Paratethys, die noch im Mittelmiozän von Frankreich über Süddeutschland und das Donaugebiet bis zum Aralsee reichte und — nach der Regression im Obermiozän — zum Sarmatischen Meer schrumpfte. In den Brackmeeren des pontokaspischen Gebietes können wir noch heute die verschiedenen Stadien der Verbrackung, die durch den langsamen geologischen Übergang vom Meer zum Süßwasser bedingt sind, studieren und finden dabei nicht nur in Sédimentationsvorgängen, sondern auch in bestimmten Reliktformen der Molluskenfauna — besonders Cardiiden und Dreisseniden — Vergleiche zum niederbayerischen Brackwasserbecken. Vor allem zum Aralsee, der trotz seiner Fläche von ca. 65 000 km² nur eine Tiefe bis maximal 70 m aufweist, bestehen Analogien, z. B. in der Artenarmut der Fauna oder im geringen Salzgehalt, der extrem 12–14‰ erreicht und an der Mündung der Flüsse im Süden bis auf fast limnisches Milieu zurückgeht (vgl. REMANE, 1958, S. 156 ff.).

Die Verbrackung des Molassemeeres setzte in Niederbayern im höheren Helvet ein, wohl nach einer tektonischen Hebungsphase, die zur paläogeographischen Umgestaltung des Beckens führte und die marine Epoche abschloß. Es kam zur Herausbildung eines brackischen Teilbeckens, das nicht völlig vom östlichen Meer isoliert war. Vielmehr dürften bis zur gänzlichen Aussüßung zumindest intermittierend Verbindungen offen gestanden haben, wie der zyklische Wechsel ausgesüßter und erneut brackischer Horizonte beweist. Der markanteste Einbruch von Salzwasser wird dabei durch die Ablösung des kaum noch brackischen Aussüßungshorizontes durch die wieder plio- bis brachyhalinen Schillsande dokumentiert.

Der mehrfache Wechsel brackischer und limnischer Horizonte ist dadurch bedingt, daß die Hebung nicht in einer einfach gerichteten Aufwärtsbewegung erfolgte, sondern unter rhythmischem Auf und Ab des Beckenbodens.

Solche rhythmische Sédimentation stellt nicht nur ein Charakteristikum für die Süßbrackwassermolasse, sondern allgemein für die Molasse dar. Das kann anhand zahlreicher weiterer, örtlich und zeitlich streuender Beispiele im Alpenvorland belegt werden. Dabei haben sich stets Rhythmen unterschiedlicher Zeitdauer überlagert: Großrhythmen mit Sédimentfolgen von Dekametern bis Hunderten von Metern und kleinrhythmische Folgen im cm- bis m-Bereich.

Der Nachweis großrhythmischer Bewegungen ist meist möglich, da die großangelegten Schaukelbewegungen durchweg von Umwandlungen im Sediment (Korngrößenwechsel, Änderungen der chemischen Ausfällungen) und im Milieu (Umschlag marin-brackisch-süß mit entsprechendem Faunenwechsel) begleitet werden.

Kleinrhythmische Bewegungen hingegen bleiben meist ohne Einfluß auf Sedimentation und Milieu. Sie dokumentieren sich nur unter bestimmten Voraussetzungen:

- (1) wenn die Gleichgewichte im Sedimentationsraum a priori so labil sind, daß schon geringfügige Beckenschwankungen zu wirksamen Veränderungen führen (litho- und milieufazielle Grenzsituationen);
- (2) wenn grundaufwühlende Strömungen im Becken fehlen, so daß die geringmächtigen kleinrhythmischen Sedimenteinheiten unzerstört erhalten bleiben können.

Diese Voraussetzungen sind vor allem in aussüßenden oder verlandenden brackischen Seebecken gegeben, wo schon geringe Zuflüsse zu Salinitätsänderungen in Richtung marinen oder süßen Milieus führen können und wo durch die beginnende Auflösung des Beckens keine einheitlichen und damit erosiv wirksamen Strömungen aufkommen können. Auf kleinzyklische Sedimentationsformen in brackisch-limnischem Grenzmilieu ist Verfasser schon früher bei der Beschreibung der Unteren und Oberen Cyrenenschichten in der schwäbischen Molasse eingegangen (1957 a, S. 13/14 u. 17).

Während der Ablagerung der OMM, der tieferen, vollbrackischen Glieder der SBM und der OSM stellte der niederbayerische Raum jeweils ein großflächiges Becken mit einheitlich marinem oder brackischem oder süßem Milieu dar, in dem nur die über mehrere Dekameter Mächtigkeit reichenden Großrhythmen im Sediment abgebildet wurden. Sie treten in der SBM als Aussüßungszyklen auf:

- (1) Mehlsande + Glimmersande + Aussüßungshorizont;
- (2) Schillsande + Uniosande + Limnische Süßwasserschichten.

In der OSM sind sie als Sedimentationszyklen dokumentiert, meist mit einer Korngrößenabfolge von grob nach fein mit jeweils abschließendem Hiatus:

- (1) Hoisberger Schotter + Mergel;
- (2a) Basissande + Schotter + Decksande des Quarzrestschotter;
- (2b) Liegender Nördlicher Vollsotter + Süßwasserkalk-Decke;
- (3) Hangender Nördlicher Vollsotter + Sandmergeldecke;
- (4) Südlicher Vollsotter + Hangendserie.

Zur Abbildung kleinzyklischer Bewegungen kam es in solchen milieumäßig stabilen und großflächigen Ablagerungsräumen aber kaum.

Im Gegensatz zu diesen Zeiten gleichbleibender Sedimentation und stabilen Milieus stehen jene Umbruchsperioden der höheren SBM, in denen die Brackwassersee aussüßte und das einheitliche Becken in eine zerstückelte Seenplatte umgestaltet wurde. Hier reagierte der Ablagerungsraum auch auf die kleinrhythmischen Beckenschwankungen so sensibel, daß nicht nur Sedimente unterschiedlicher Körnung und chemischer Beschaffenheit resultierten, sondern auch das Milieu und damit die Fauna immer wieder rasch und durchgreifend verändert wurden. Solche kleinrhythmischen Vorgänge sind im Sediment und in der Fauna der SBM erstmals aufgezeigt in den obersten Glimmersanden und im Aussüßungshorizont, die ja orographisch etwa im Bereich des Meeresspiegels zur Ablagerung kamen. Mit der erneuten Absenkung des Beckens zu Beginn der Schillsande geht

auch die Dokumentation kleinrhythmischer Beckenschwankungen wieder verloren. Erst zur Zeit erneuter Aussüßung und beginnender Verlandung in den Limnischen Süßwasserschichten kommt es wieder zu kleinrhythmischer Abfolge von groben bis feinen Sedimenten oder von brackischem bis limnisch(terrestri-schem) Milieu.

Bedingt durch diese rhythmischen Auf- und Abbewegungen des Beckens ist der Umschlag von den Brackwasser- zu den Süßwasserschichten in Ostniederbayern weder im Sediment noch im Milieu ein plötzlicher, scharf akzentuierter. Ein erstmaliger, kurzfristiger Ansatz zur Aussüßung ist bereits im Aussüßungshorizont gegeben. Die dauerhafte Aussüßung wird aber erst in den Uniosanden eingeleitet und allmählich in den Limnischen Süßwasserschichten vollendet.

Die Ausdehnung des brackisch-limnischen Beckens über die heutige Übertage-Verbreitung in Ostniederbayern und Oberösterreich hinaus ist im einzelnen unbekannt, wenn auch durch Erdölbohrungen eine Fortsetzung nach Süden, Westen und Osten bewiesen ist. Schon früh ist die Frage aufgeworfen worden, ob eine Verbindung zwischen den brackischen Ablagerungen von Ostniederbayern und Oberösterreich mit den etwa zeitgleichen und faziell ähnlichen Sedimenten um Ulm, von Niederösterreich und von Mähren bestanden hat. v. GÜMBEL (1887, S. 324 ff.) schloß auf direkte, dauernde Verbindung der Gewässer des oberen Donaubeckens mit jenen von Ulm — Horn und von Mähren. Dagegen weist schon v. AMMON (1888, S. 21) darauf hin, daß die Artengesellschaft in den niederbayerischen Schichten neben den allgemeinen Zügen der Kirchberger Fauna noch einen besonderen Lokalcharakter trägt. PAPP (1955, S. 131/132) schließt aus den Formen von *Rzebakia* (= „*Oncophora*“ auct.), aus der Entwicklung der Cardiiden und aus der übrigen Begleitfauna, daß die brackischen Schichten von Oberösterreich und Niederösterreich innerhalb eines kurzen Zeitraumes in einem zusammenhängenden Becken zur Ablagerung kamen. Dagegen treten Unterschiede gegenüber den Faunen von Guntersdorf/Niederösterreich und von Mähren auf, so daß PAPP auf zwei Faunengebiete ohne direkte Verbindung schließt: ein westliches in Süddeutschland und Oberösterreich und ein östliches in Niederösterreich und Mähren. Zusätzliche Diskrepanzen treten zwischen der Fauna der Kirchberger Schichten um Ulm und jener von Niederbayern und Oberösterreich einerseits und zwischen Niederösterreich und Mähren andererseits hinzu, wobei PAPP es als derzeit nicht entscheidbar ansieht, ob es sich um Fazieseinflüsse oder um andere Ursachen handelt.

Der petrographisch-stratigraphische Vergleich führt zu demselben Ergebnis: Die brackischen Vorkommen in Ostniederbayern und Oberösterreich sind gleich gegliedert und somit im gleichen Brackwasserbecken zur Ablagerung gekommen. Zu den brackischen Sedimenten um Ulm sowie von Niederösterreich und von Mähren bestehen dagegen nur im großen Verwandtschaften, die auf gleiches Absatzmilieu schließen lassen; die im einzelnen unterschiedliche Ausbildung und Gliederung aber spricht entweder für eine Eigenentwicklung innerhalb eines großen Beckens, wahrscheinlicher aber noch für gänzlich getrennte Binnenbecken.

Es ist nicht bekannt, welche Umgestaltungen die verschiedenen Brackwasserbecken beim Übergang in die limnische Fazies erhalten haben, ob die Verbindungen zwischen ihnen enger oder die Isolierung verstärkt wurde. Wahrscheinlich waren sie fortdauernd durch Schwellenbereiche getrennt, die eine eigene petrographische und faunistische Entwicklung aufwiesen oder bei völliger Exposition ohne Sediment blieben (z. B. Albsteinschwelle).

2. Mehl-, Glimmer- und Schillsande

Die Mehl-, Glimmer- und Schillsande im Liegenden der Süßwassersande und -mergel müssen einem großen, zusammenhängenden Brackmeer zugeordnet werden. Darauf deutet die für jeden Abschnitt konstante petrographische Aus-

bildung in der Lateralen und Vertikalen hin, außerdem der abschnittsweise gleichbleibende und auch insgesamt nur langsam veränderte Fossilinhalt. Die Artenarmut der Fauna in diesen Gliedern der Brackwassermolasse läßt auf einen Salzgehalt zwischen 3 und 8 ‰ schließen, denn gerade in diesem Salinitätsbereich wirkt sich einerseits die hohe Empfindlichkeit der meisten Süßwasserorganismen gegen Salzgehaltserhöhungen, andererseits der Artenschwund der Meeresorganismen bei Salzgehaltsverringerung stark artenreduzierend aus.

Die engschichtige Glimmer-Entmischung im mm- bis cm-Bereich, die Schräg-, Kreuz- und Flaserschichtungen, die Formen der Sedimentationskörper und alle übrigen Eigenheiten des meist unruhigen Gefüges weisen auf kräftige grundberührende Strömungen in den Mehl-, Glimmer- und Schillsanden hin, wie sie nur in weit offenstehenden Becken denkbar sind. Unregelmäßige Wasserstandsschwankungen und Strömungen, die durch Wind und Wasserstau und sogar Sturmfluten hervorgerufen werden, sind ja auch den rezenten großflächigen Brackmeeren eigentümlich. Die erhöhte Umlagerung des Bodens bei kräftiger Strömung wirkt sich biologisch negativ aus und dürfte ein Grund sein für die Individuenabnahme an Muscheln und Schnecken in Zeiten stärkerer Durchströmung, z. B. während der Sedimentation der Glimmersande. Hinweise auf Gezeitenströmungen fehlen in der niederbayerischen Brackwassermolasse, wie ja auch allen heutigen Brackmeeren eine Reduktion oder ein Fehlen von Ebbe und Flut gemeinsam ist (vgl. REMANE, 1958, S. 145).

Die Gründe für die allmähliche Aussüßung des Brackmeeres sind zum Teil im Niederschlagswasser zu suchen. Zudem kann ein Süßwasserzustrom durch Flußeinmündungen von Süden nachgewiesen werden durch die Zufuhr von alpinem Detritus. Eine Einschüttung von Süden ist zur Zeit der Ablagerung der höheren Glimmersande direkt bewiesen durch die Pettenauer Schotter im Innbereich und die von hier bis weit nach Norden ausstrahlenden Kieseinstreuungen. Sie deuten auf eine kurzfristige Verschiebung der Südküste des Brackmeeres nach Norden und damit auf eine Verengung des brackischen Sedimentationsraumes; hierauf lassen auch die mit dem Schotter eingeschwemmten Heliciden bei Pettenau schließen (MAYR, 1957, S. 329). Am Ende dieser Regressionsphase steht die vorübergehende Aussüßungsperiode des Brackmeeres im Aussüßungshorizont, der nur noch ganz schwache brackische Einflüsse erkennen läßt.

Im Normalfall scheinen Verdunstung, Süßwasser- und Salzwasserzufuhr für jedes der tieferen, vollbrackischen Glieder der Süßbrackwassermolasse etwa im Gleichgewicht gestanden oder nur sehr langsam in Richtung Aussüßung zusammengewirkt zu haben. Sprunghafte Änderungen in der Salinität treten nur an den Grenzen der einzelnen Schichtglieder auf und dürften an Katastrophen (episodische Hebungen oder Senkungen; Strömungsverlagerung; Extremwasserstände) gebunden gewesen sein, worauf auch der synchrone Sedimentumschlag hindeutet.

3. Uniosande

Am Ende der Schillsand-Sedimentation setzen mit der Ablagerung der Uniosande einschneidende paläogeographische Umgestaltungen des Beckens ein. Sie leiten die allmähliche Verdrängung des Brackwassers durch Süßwasser ein und führen schließlich während der Sedimentation der Limnischen Süßwasserschichten zur Auflösung des zusammenhängenden Beckens in eine Seen- und Tümpellandschaft und gleichzeitig zur völligen Aussüßung. Der Grund für diesen Aussüßungsprozeß ist in der allmählichen, rhythmisch differenzierten Heraushebung des Gebietes bis über den Meeresspiegel zu suchen.

Die Uniosande sind somit ein Übergangsglied, das Merkmale der Brackwasser- und der Süßwassermolasse vereint. Die im gesamten Ablagerungsraum einheitliche Ausbildung der Uniosande und ihr wohlschichtiges, unruhiges Gefügebild sind noch Zeugnis eines weiten, zusammenhängenden, intensiv durchströmten Beckens wie zur Zeit der Mehl-, Glimmer- und Schillsande und stellen somit Relikte aus der vorangegangenen vollbrackischen Epoche dar. Dabei kann speziell aus der Ähnlichkeit der Uniosande mit den Glimmersanden auf ähnliche Einschüttung, Strömungsverhältnisse und Wassertiefen geschlossen werden (lithofazielle Rekurrenz). Gegenüber dem Ablagerungsraum der Schillsande dagegen war das Uniosand-Becken verflacht und dadurch dem grundaufwühlenden Seegang stärker ausgesetzt.

Anderseits bahnt sich in den Uniosanden schon die morphologische und fazielle Vielgestaltigkeit der Limnischen Süßwasserschichten an: Im Gegensatz zu den tieferen brackischen Schichten wechseln jetzt die Mächtigkeiten auf engem Raum rasch bis zum bereichsweise gänzlichen Auskeilen, so daß bereits auf eine Gliederung des Gesamtbeckens in kleine, differenzierte Ablagerungsräume geschlossen werden kann.

Deutlicher als im Sediment sind die Umgestaltungen des Beckens zur Zeit der Uniosande im Fossilinhalt dokumentiert. Der Einsatz der limnischen Fauna beweist einen markanten Milieuwechsel: Während Mehl-, Glimmer- und Schillsande — abgesehen von der episodischen limnischen Periode des Aussüßungshorizontes — brackische Stadien abnehmender Salinität im großen Aussüßungsvorgang darstellen, beginnt mit den Uniosanden endgültig die Verdrängung des Brackwassers durch das Süßwasser, die dann in den Limnischen und Fluviatilen Süßwasserschichten zur völligen und dauernden Aussüßung führt. Auch dieser Vorgang erfolgt allmählich, wie die aus brackischen und limnischen Arten wechselhaft zusammengesetzte Fauna der Uniosande beweist.

Solche zusammengesetzten Faunenvergesellschaftungen sind rezent aus vielen brackisch-süßen Gewässern bekannt. Sie können dort auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, die aber in älteren Sedimenten häufig nicht mehr rekonstruierbar sind: Das Nebeneinander kann dadurch bedingt sein, daß gewisse euryhaline Süßwasserarten bis zu einer spezifischen Salinität gemeinsam mit brackischen Arten existieren können. Der Grund kann aber auch in örtlich oder zeitlich wechselnder Salinität im Becken liegen; Salzgehaltsschichtung, Salzgehaltsänderung in der Lateralen oder zeitlicher Salzgehaltswechsel sind ja für viele Brackwässer charakteristisch.

Vertikale Salzgehaltsschichtung tritt nach REMANE (1958, S. 11) vor allem am Kontakt von Meer- und Brackwasser, an Flußmündungen sowie in salzhaltigen Kleingewässern und Strandseen auf. Für die Uniosande dürften diese Gegebenheiten nicht zutreffen; in ihrem großen, gut durchströmten und durchmischten Becken ist haline Schichtung mit dicht übereinanderliegenden Zonen unterschiedlicher Salinität und damit verschiedenen Faunen kaum denkbar. Aus dem gleichen Grund können engräumige laterale Salinitätsschwankungen ausgeschaltet werden. Lediglich lokal — nämlich im Bereich der Mündungsdeltas größerer Flüsse vor allem im Süden — sind raschere Salinitätsschwankungen in der Vertikalen und Lateralen in Betracht zu ziehen.

Im Becken selbst ist dagegen eher an einen mehrfachen zeitlichen Salzgehaltswechsel während der Ablagerung der Uniosande zu denken. Wechselnde Salinität am gleichen Ort wird rezent häufig beobachtet und kann vor allem in schwach halinen Brackwässern (Oligo- bis Meio-Mesohalinikum mit 0,5—8‰ Salzgehalt; vgl. REMANE, 1958, S. 6) typisch sein. Schon eine geringe Süß- oder Salwasserzufuhr — etwa durch anormale Niederschläge, Wind- und Strömungswirkung oder geographischen Umbau — kann unter diesen Bedingungen empfindliche Änderungen im Artenbestand verursachen.

Ein weiterer wichtiger Grund für das Nebeneinander limnischer und brackischer Formen in den Uniosanden ist in der Euryhalinie vieler Limnobiiden gegeben: Euryhaline Süßwasserbewohner können bis zu bestimmten Salzgehaltsstufen ins Brackwasser vordringen und neben den brackischen Arten existieren. Allerdings ist nur ein geringer Anteil der limnischen Arten euryhalin. Die Mehrzahl ist stenohalin, so daß die Auslese beim Übergang ins Brackwasser einen steilen Absturz der Artenzahl im oligo- und mesohalinen Bereich hervorruft. Ein derartiges „Artenminimum“ ist in den Uniosanden — in Übereinstimmung mit den tieferen brackischen Gliedern und im Gegensatz zu den darüberfolgenden Limnischen Süßwasserschichten — durchaus gegeben (s. oben, S. 161) und deutet darauf, daß wir uns hier noch eher in schwach brackischem als in ausgesüßtem Milieu befinden. Von den euryhalinen limnischen Muscheln erreichen nach aktualgeologischen Untersuchungen in Mitteleuropa nur wenige die 5‰-Salinitätsgrenze, keine die 8‰-Grenze, sodaß wir auch aus diesem Grund für das Ablagerungsmilieu der Uniosande mit derartig geringer Salinität — wahrscheinlich Oligohalinikum (0,5—3‰ Salzgehalt) — rechnen müssen. Nach REMANE (1958, Tab. S. 77) liegen z. B. die Grenzwerte des Salzgehaltes für rezente Arten von *Dreissensia* zwischen 3 und 5,6‰, von *Unio* und *Anodonta* zwischen 1 und (extrem) 5‰. Stärkere Euryhalinie finden wir bei den Schnecken.

Die normale Größenentwicklung der Süßwassermuscheln und -schnecken in den Uniosanden spricht keineswegs gegen brackisches Milieu; denn beim Vordringen der limnischen Arten ins Brackwasser muß es durchaus nicht — wie bei marinen Mollusken in verbrackenden Meeren — zu Größenreduktionen kommen. Im Gegenteil wächst z. B. *Unio pictorum* in rezenten, schwach salzigen Brackwässern besser als im süßen Wasser der Auen.

4. Limnische Süßwasserschichten

Während der Ablagerung der Limnischen Süßwasserschichten werden die paläogeographischen Umgestaltungen, die mit den Uniosanden einsetzten, fortgeführt: Das Gebiet wird allmählich über den Meeresspiegel herausgehoben. Das bislang einheitlich durchströmte Sedimentationsbecken wird von Inseln durchsetzt und löst sich schließlich in eine Seen- und Tümpellandschaft mit differenzierten Sedimenten und verändertem Sedimentgefüge auf. Die letzten Reste von Brackwasser werden allmählich durch Süßwasser verdrängt, die brackisch-limnische Fauna wird durch eine rein limnische ersetzt.

Die orographische Heraushebung über den Meeresspiegel und die dadurch bedingte Verflachung des Beckens sowie Abriegelung vom offenen Meer erfolgen nur langsam. Der oben beschriebene Gehalt an brackischen Fossilien neben der bisher bekannten limnischen Fauna läßt bis hoch hinauf in die Limnischen Süßwasserschichten auf Salzwasserzufuhr vom freien Meer — wenn auch nur intermittierend und lokal begrenzt — schließen. Für diese lange Zeit muß also ein Pendeln des Geländes etwa um den Meeresspiegel oder nur wenig höher angenommen werden. Andererseits tauchen in zunehmendem Maße Landstriche über den Wasserspiegel auf und bedingen die Entwicklung einer terrestrischen Fauna und Flora in enger Nachbarschaft mit der (brackisch-) limnischen Vergesellschaftung.

Die Auflösung des bis in die Zeit der Uniosande zusammenhängenden Sedimentationsbeckens dürfte sich über mehrere Stadien entwickelt haben. Die Anlage war bereits im brackischen Meer in einem — wohl mäßigen — Bodenrelief gegeben, das sich aber bei der Tiefe des damaligen Beckens noch nicht differenzierend auf die Sedimentation auswirkte. Erst mit der Verflachung zur Zeit der Uniosande kam es zu einer Gliederung des Gesamtbeckens in Spezialmulden und Untiefen mit unterschiedlich mächtiger Sedimentaufnahme. Da das ganze Becken dabei noch unter gleichmäßig durchströmter Wasserbedeckung stand, dauerten die einheitliche Sedimentation und das unruhige Strömungsgefüge, die für die vorausgegangenen brackischen Glieder typisch waren, weiterhin an.

Mit der weiteren Hebung des Arealen an der Wende Uniosande/Limnische Süßwasserschichten tauchten die bislang untermeerischen Barren und Untiefen als abriegelnde Bänke, Nehrungen und Inselketten aus dem Meer auf. Das einheitliche Wasserbecken wurde in eine Landschaft von Abschnürungsbecken, Strandseen und Lagunen geringer Wassertiefe aufgelöst, die zunächst wohl noch mit dem offenen Meer durch schmale Durchlässe verbunden blieben. Solche noch nicht ganz ausgesüßten Strandseen sind durch das Nebeneinander brackischer und euryhalin-limnischer Arten im gleichen Lebensraum charakterisiert, wobei die Faunenvergesellschaftung je nach dem Grad der Aussüßung oder erneuter Salzwasserzufuhr rasch wechseln kann. In benachbarten Lagunen dürfte es zu Zeiten völliger Isolierung (Hebungsperioden) zu einer Eigenentwicklung der Faunen gekommen sein, zu Zeiten erneuter Öffnung und Kom-

munikation untereinander und mit dem Meer (Senkungsperioden) dagegen zu einer gemeinschaftlichen Entwicklung, gleichbleibend über weite Räume.

Hebungs- und Senkungsbewegungen sowie das Relief haben auch die Sedimentationsvorgänge bestimmt. Im Gegensatz zur früher herrschenden, gleichartig im gesamten offenen Brackwasser entwickelten Sedimentation kommt es in dieser Lagunenlandschaft zu einer wechselhaften Serie von Mergeln, Schluffen und Sanden in der Vertikalen und Lateralen. Die Sandfazies, die in den tieferen brackischen Gliedern den Hauptbestandteil der Sedimente ausgemacht hatte, tritt dabei zurück. Denn reine Sandböden benötigen für ihre Bildung und Erhaltung eine mittlere Wasserbewegung, wie sie zwar im gut durchströmten offenen Brackmeer gegeben war, in den kleinflächigen stehenden Gewässern der Limnischen Süßwasserschichten aber nur untergeordnet wirksam werden konnte, etwa an den Brandungsufeln größerer Seen. Aus dem gleichen Grund werden auch Strömungs- und Entmischungstexturen, wie sie für die tieferen brackischen Ablagerungen typisch waren, in den Limnischen Süßwasserschichten selten. Tone, Schluffe oder Sande liegen hier in massig erscheinendem, unter ruhiger Seigerung gebildetem Gefüge vor; die Schichtung ist nicht mehr durch nachträgliche Sonderung und Entmischung infolge grundberührenden Seegangs hervorgerufen, sondern verstärkt durch den raschen Wechsel petrographisch unterschiedlicher Lagen. Auf Zeiten faziell differenzierter Ablagerungen in den Lateralen können — im Gefolge von Überflutungen — ausgedehntere, weitflächig einheitliche Sedimentdecken folgen, die als Leithorizonte über größere Bereiche verfolgbar sind.

Wechselnde Sedimente auf engem Raum und massig erscheinendes Gefüge infolge der ruhigen Sedimentation traten in noch verstärktem Maße auf, als bei weiterer Heraushebung die Lagunenlandschaft in eine Platte schwach brackischer bis limnischer Seen und Tümpel übergang. Aus aktualgeologischen Vergleichen ist die ökologische Vielfalt solcher Kleingewässer infolge der individuellen Faktorenkonstellation bekannt. Im großen aber erweist sich die Besiedlung der Tümpel als weitgehend gleichartig, wobei die Mehrzahl der Arten mit denen in ruhigen Buchten von Strandseen übereinstimmt (REMANE, 1958, S. 182). Das brackische Milieu kann sich in den größeren, tiefen Wasserbecken noch lange nach dem Abschluß vom Salzwasserreservoir halten, bevor es durch Niederschlag und Zuflüsse endgültig aussüßt. Kleinere, flachere Tümpel werden schneller ausgesüßt, so daß sich nebeneinander Becken unterschiedlicher Salinität befinden. Gelegentlich können die Marschen und Wälle, welche die Seen und Tümpel untereinander und vom Brackmeer trennen, überflutet werden, wobei es durch die neuerliche Aufsalzung zur plötzlichen Änderung der gesamten physikalischen und chemischen Milieubedingungen und damit zur abrupten Umbildung der Faunengemeinschaft kommt.

Das „Artenminimum“, das im Brackmeer bei Salzgehalten um 3‰ typisch war und abgeschwächt auch noch im Lagunenstadium andauerte, wurde zur Zeit der Limnischen Süßwasserschichten abgelöst von einer viel artenreicheren Fauna, da neben den brackischen und euryhalin-limnischen Arten verbrackter Tümpel

jetzt auch die größere Vielfalt stenohaliner Limnobiien in den ausgesüßten Wässern existenzfähig wurde. In den Uferbereichen der Seen und Tümpel bildeten sich Zonen üppigen Pflanzenwuchses heraus, die zur Vermooring führten und uns in den Braunkohlenhorizonten und den pflanzenreichen, typisch humusbraunen Lagen der Limnischen Süßwasserschichten erhalten sind. In den subaerisch freiliegenden Landstrichen zwischen den Kleingewässern siedelte sich eine terrestrische Fauna — vor allem Landsäuger und Landschnecken — an, die umgelagert und gegen die Wassermulden abgeschwemmt wurde und sich heute in Begräbnisgemeinschaft mit der limnischen Fauna findet.

5. Fluviale Süßwasserschichten

Die fortdauernde Hebung des Areal führte schließlich zur Ablösung der Limnischen durch die Fluvialen Süßwasserschichten. Die Grenze ist über weite Bereiche durch eine Erosionsdiskordanz gegeben, die am klarsten nördlich der Rott im Bereich der Hoisberger Rinne aufgeschlossen ist. Aber auch dort, wo kein Erosionsrelief nachweisbar ist — etwa zwischen Inn und mittlerer Rott — dürfte ein Hiatus zwischen beiden Schichten vorliegen. Die über den Limnischen Süßwasserschichten folgenden und bis an die Wende Miozän/Pliozän dauernden Kies- und Sandserien mit ihrer spärlichen Landfauna sind nicht mehr — wie die tieferen Schichten — in stehenden, sondern von fließenden Gewässern flächenhaft aufgeschüttet worden. Nur ganz untergeordnet finden sich fossilarme pelitische Ablagerungen stehender Gewässer eingeschaltet, die eher Altwässern und Überschwemmungsgebieten als limnischen Arealen zuzuordnen sind. Auf die mehrmalige großrhythmische Wiederholung der Abfolge Kiesschüttung — Abdeckung durch Feinkornsedimente — nachfolgender Hiatus bzw. Erosionsdiskordanz wurde weiter oben (S. 164 ff.) eingegangen.

Der in Gestein, Fazies, Sedimentationsmechanismus und Fauna gleichermaßen markante Einschnitt an der Grenze Limnische/Fluviale Süßwasserschichten rechtfertigt es, hier auch die Grenze der beiden großen Einheiten SBM und OMM zu fixieren.

G. Ergebnisse

Die „Süßwassersande und -mergel“ sind die oberste Einheit der SBM in Ostniederbayern. Ihre bisherige Einstufung ins Torton ist unbegründet; viel wahrscheinlicher ist oberhelvetisches Alter. Die Süßwassersande und -mergel, deren Petrographie und Gefüge eingehend beschrieben werden, können gegliedert werden in die Uniosande (0–10 m mächtig) und in die darüber folgenden Limnischen Süßwasserschichten (bis 60 m mächtig). Beide Schichtglieder sind gekennzeichnet durch das Nebeneinander von brackischen und limnischen Fossilien, nach oben zunehmend auch Landfaunen und -floren. Während die brackischen Einflüsse in den Uniosanden noch vorzuherrschen scheinen, sind sie in den Limnischen Süßwasserschichten nur noch intermittierend und kurzdauernd wirksam und klingen nach oben ganz aus.

Uniosande und Limnische Süßwasserschichten gehören zu der großen Aussüßungsfolge, die von der OMM über die abnehmend salinaren brackischen und limnischen Glieder der SBM bis zu den völlig ausgesüßten fluvialen Sedimenten der OSM reicht. In dieser mächtigen Folge

ist lückenlos die allmähliche Aussüßung des Molassemeeres dokumentiert, wobei aktualgeologische Vergleiche mit den heutigen Brackmeeren des pontokaspischen Gebietes möglich sind.

Die allmähliche Aussüßung ist dadurch begründet, daß die Beckenabsenkung, die während der Ablagerung der OMM ständig die Sedimentationsrate kompensierte oder überwog, verlangsamt oder gar in eine Aufwärtsbewegung umgekehrt wurde. Das führte gemeinsam mit der Aufschüttung durch Detritus zu einer langsamen Heraushebung. Die generelle Aufwärtsbewegung wurde im einzelnen durch ein rhythmisches Auf und Ab des Beckenbodens differenziert. Dabei können großrhythmische Bewegungen, die deutlich verändernd auf Sedimentation, Fazies und Fauna einwirkten, von Kleinrhythmen unterschieden werden, die nur unter günstigen Voraussetzungen (litho- und milieufazielle Grenzsituationen; ungestörte Ablagerung; Konservierung) im Gestein abgebildet wurden.

Die Hebung des Gebietes führte zunächst zur Abtrennung eines großen, zusammenhängenden, kräftig durchströmten Brackmeerbeckens vom offenen Meer. Hier kam es während des ersten Großrhythmus zur Ablagerung der vollbrackischen Mehl- und Glimmersande und schließlich zu einer erstmaligen orographischen Heraushebung über den Meeresspiegel im Aussüßungshorizont. Mit der folgenden, kurzfristigen Beckenabsenkung, die zur Sedimentation der brackischen Schillsande führte, beginnt der zweite Großzyklus, der über die Uniosande bis in die Limnischen und Fluviatilen Süßwasserschichten andauert. In den Uniosanden dokumentiert sich erneut — kleinrhythmisch differenziert — die Heraushebung über den Meeresspiegel, so daß sich im Sediment wie in der Fauna Merkmale der Brackwasser- und der Süßwassermolasse vereinen: Das vollbrackische Stadium wird vom Lagunenstadium abgelöst. Während der Ablagerung der Limnischen Süßwasserschichten setzen sich die paläogeographischen und faziellen Umgestaltungen fort; das bislang einheitlich durchströmte Becken wird in zunehmendem Maße von Inseln durchsetzt und löst sich schließlich in eine Seen- und Tümpellandschaft mit differenzierten, sandärmeren Sedimenten ohne Entmischungstexturen auf. Dabei beweisen die andauernden schwachen brackischen Einflüsse, daß das Gebiet bis hoch in die Limnischen Süßwasserschichten etwa um den Meeresspiegel oder nur wenig höher pendelte.

Die weitere Hebung des Areals führte schließlich zur völligen Exposition und damit zur Ablösung der Limnischen durch die Fluviatilen Süßwasserschichten, auf deren Gliederung näher eingegangen wird. Dieser in Gestein, Fazies, Fauna und Sedimentationsmechanismus gleichermaßen deutliche Einschnitt wird zudem durch einen Hiatus mit stellenweise tiefgreifender Erosionsdiskordanz markiert. Somit ist es gerechtfertigt, hier die Grenze zwischen den beiden großen Einheiten SBM und OSM zu fixieren.

Literatur

- ABERER, F.: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **50**, 1957, S. 23—94, Wien 1958.
- AMMON, L. v.: Die Fauna der brackischen Tertiär-Schichten in Niederbayern. — Geognost. Jh., **1**, S. 1—22, Cassel 1888.
- BATSCHKE, H.: Geologische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse Ostniederbayerns. — Beih. Geol. Jb., H. 26, S. 261—307, Hannover 1957.
- BESCHOREN, B.: Die Vorlandmolasse im Gebiet der unteren Isar. — Erläut. Geol. Übers.-Karte Süddeutsch. Molasse 1:300 000, S. 59—67, München (Bayer. Geol. Landesamt) 1955.
- BRAUMÜLLER, E.: Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdoel-Z., **77**, S. 3—14, Wien — Hamburg 1961.
- BUCHNER, A.: Geologische Untersuchungen auf Blatt Landau 534 (Niederbayern) 1:25 000. — Dipl.-Arbeit Univ. München, 106 S., München 1963 (Mskr.).
- CICHA, I. & ČTYROKY, P.: Poznámky ke stratigrafii moicénn Paratethydy. (Bemerkungen zur Stratigraphie vom Miozän der Paratethys). — Sborník Ústr. úst. geol., odd. paleont., **27**, S. 279—313, Prag 1962.

- DEHM, R.: Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. — Neues Jb. Geol. u. Paläontol., 1951, Mh., S. 140—152, Stuttgart 1951.
- DEHM, R.: Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erläut. Geol. Übers.-Karte Süddtsch. Molasse 1:300000, S. 81—88, München (Bayer. Geol. Landesamt) 1955.
- GRIMM, W.-D.: Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). — Beih. Geol. Jb., H. 26, S. 97—199, Hannover 1957 (= 1957).
- GRIMM, W.-D.: Sedimentpetrographische Untersuchung der Molasse-Bohrungen Schwabmünchen 1, Siebnach 1 und Rieden 1. — Geologica Bavarica, Nr. 33, 35 S., München 1957 (= 1957 a).
- GRIMM, W.-D.: Der Schillhorizont in der ostniederbayerischen Süßbrackwassermolasse und seine bergbauliche Gewinnung. — Geol. Mitt., 4, S. 221—252, Aachen 1963.
- GÜMBEL, C. W. v.: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottwang. — S.-B. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Cl., H. 2, S. 221—325, München 1887.
- GÜMBEL, C. W. v.: Geologie von Bayern, II: Geologische Beschreibung von Bayern. — 1184 S., Cassel (FISCHER) 1894.
- HAGN, H.: Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, 1953, S. 324—359, Hannover 1955.
- HILTERMANN, H.: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. — Erdöl u. Kohle, 2, S. 4—8, Hamburg 1949.
- KLÜPFEL, W.: Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. — Abh. Gießener Hochschulges., 3, 90 S., Gießen (TÖPELMANN) 1923.
- KRAUS, E.: Baugeschichte und Erdölfrage im Tertiär Niederbayerns. — Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, H. 31/32, 70 S., München 1938.
- LEMCKE, K. u. v. ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. — Beih. Geol. Jb., H. 11, 109 S., Hannover 1953.
- MAYR, M.: Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn. — Beih. Geol. Jb., H. 26, S. 309—370, Hannover 1957.
- MEYER, B. L.: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. — Geologica Bavarica, Nr. 25, S. 100—128, München 1956.
- NEUMAIER, F.: Das ostniederbayerische Tertiär. — Erläut. Geol. Übers.-Karte Süddtsch. Molasse 1:300000, S. 68—80, München (Bayer. Geol. Landesamt) 1955.
- NEUMAIER, F. & WIESENER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Griesbach und Birnbach). — S.-B. bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt., 1939, S. 177—252, München 1939.
- PAPP, A.: Bemerkungen über Vorkommen und Variabilität der Bivalvengattung *Oncophora*. — Verh. Geol. Bundesanst., 1955, S. 120—133, Wien 1955.
- REINECK, H.-E.: Longitudinale Schrägschicht im Watt. — Geol. Rdsch., 47, S. 73—82, Stuttgart 1958.
- REINECK, H.-E.: Sedimentbewegungen an Kleinrippeln im Watt. — Senck. leth., 42, S. 51—67, Frankfurt a. M. 1961.
- REMANE, A.: Ökologie des Brackwassers. — In: REMANE, A. & SCHLIEPER, C.: Die Biologie des Brackwassers. — Die Binnengewässer, 22, S. 1—216, Stuttgart (SCHWEIZERBART) 1958.
- SCHÄFER, W.: Aktuopalaontologie nach Studien in der Nordsee. — 666 S., Frankfurt a. M. (KRAMER) 1962.
- SCHAUERTE, E.: Die Geologie des Blattes Haidenburg und seiner Umgebung. — Diss. Univ. München, 145 S., München 1962 (Mskr.).
- SCHIESSL, K.-H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Blatt Pleinting 537 / Niederbayern. — Dipl.-Arbeit Univ. München, 91 S., München 1960 (Mskr.).

- SCHIESSL, K.-H.: Die Verteilung der Schwermineralien in der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — Diss. Univ. München, 78 S., München 1962 (Mskr.).
- SCHLICKUM, W. R.: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. — Arch. Moll., 92, S. 1—10, Frankfurt a. M. 1963.
- STRAUB, E. W.: Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm a. d. Donau. — Geol. Jb., 66, S. 433—524, Hannover 1952.
- SUESS, F.-E.: Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. — Ann. k. k. naturhist. Mus., 6, S. 407—429, Wien 1891.
- SUTTER, C.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Blatt Gergweis/Niederbayern. — Dipl.-Arbeit Univ. München, 83 S., München 1960 (Mskr.).
- TILLMANN, H. & KIRSCHHOCK, E.: Neuere Untersuchungen im Braunkohlen-Tertiär der Oberpfalz. — Geologica Bavarica, Nr. 21, 52 S., München 1954.
- WAPPENSCHMITT, I.: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. — Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, H. 25, 68 S., München 1936.
- WITTMANN, D.: Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ostniederbayern. — Beih. Geol. Jb., H. 26, S. 49—94, Hannover 1957.
- ZÖBELEIN, H. K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). — Neues Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd., 84 B, S. 233—302, Stuttgart 1940.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie](#)

Jahr/Year: 1964

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Grimm Wolf-Dieter

Artikel/Article: [Die "Süßwassersande und -mergel" in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüßung des miozänen Brackmeeres 145-175](#)