Zur Stratigraphie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) der Ostschweiz

Autor(en): **Büchi, Ulrich P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **52 (1959)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-162576

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Stratigraphie der Oberen Süsswassermolasse (OSM) der Ostschweiz

Von **Ulrich P. Büchi**, Zürich

Mit 1 Textfigur und 1 Tabelle ausserhalb des Textes (I)

1. EINLEITUNG

In den letzten 10 Jahren wurden über die OSM der Ostschweiz verschiedene Arbeiten (U. P. Büchi, F. Hofmann, R. Hantke) veröffentlicht, nach welchen sich die OSM lithologisch in die folgenden Stufen gliedern lässt:

Tannerwaldschotter
Tannenberg–Hörnligipfel-Schichten,
höchste OSM des Uetliberges und Lindenberges
Konglomeratstufe
Oehningerzone
Mittlere Zone
«Appenzellergranit» (Degersheimer Kalknagelfluh)
Basiszone

Diese Gliederung besitzt mindestens für den Hörnlischuttfächer, für Teile der Glimmersandrinne und für das Überschneidungsgebiet der beiden Schuttfächer Hörnli und Napf Gültigkeit. Inwieweit sie im Napfschuttfächer selbst noch zu erkennen ist, steht zurzeit offen, da diesbezügliche Untersuchungen fehlen. Innerhalb der westdeutschen Molasse kann vor allem die Oehningerzone andeutungsweise vom Bodensee noch weit nach E in einem Rückgang des Sandsteinanteils und im Auftreten bentonitischer Tuffe erkannt werden.

Da sich die lithologische Gliederung der OSM in einem Areal von rund 5000 km² durchführen liess, erhebt sich mit Recht die Frage, wie weit dieses im S über 1200 m mächtige Schichtpaket stratigraphisch dem Tortonien, Sarmatien und Pontien zugeordnet werden kann.

Aus der OSM der Ostschweiz sind eindeutig tortone Säugerfaunen bekannt. Aus der deutschen Molasse liegt säugetierpaläontologisches Material vor, das nach R. Dehm (1949, 1951 und 1955) eine Trennung in einen unteren Teil (Tortonien), einen mittleren (Sarmatien) bzw. einen oberen Teil der OSM (oberstes Sarmatien bzw. unteres Pontien) erlaubt. Von der Höwenegg ist ferner eine pontische Säugetierfauna mit Hipparion beschrieben worden (H. Tobien 1938).

Ein wichtiger Ausgangspunkt für die stratigraphische Einstufung der ostschweizerischen OSM war auch die schwereremineralogische A-Grenze, welche in Deutschland innerhalb des Sarmatien liegt. Sie liess sich von F. Hofmann auch im Bereich der Glimmersandrinne am Seerücken nachweisen.

Neben der stratigraphischen Datierung mit Säugetieren wurden auch die Gastropodenbestimmungen von W. Wenz (1923–1930) beigezogen. Die Resultate

trugen massgebend dazu bei, die Grenze zwischen Tortonien und Sarmatien festzulegen. Die Fossilbestimmungen von W. WENZ wurden früher teilweise angezweifelt (R. SEEMANN 1934), doch ergab sich, dass sie bis auf wenige Ausnahmen für eine stratigraphische Grenzziehung brauchbar sind.

Verschiedene Korrelationsfragen wurden mit Herrn F. HOFMANN besprochen und ich möchte ihm für seine wertvollen Hinweise den besten Dank aussprechen.

Mein Dank gebührt auch Herrn H. FÜCHTBAUER (Elwerath), mit welchem ich seinerzeit verschiedene Probleme der Gliederung der OSM Süddeutschlands diskutieren konnte. Die dabei gewonnenen Anregungen haben dazu beigetragen, wesentliche Korrelationsfragen abklären zu können.

2. STRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DER OSM IN DER OSTSCHWEIZ

Figur 1 enthält die für die Stratigraphie massgebenden Fossilfundstellen, mit Angabe der lithologischen Stufe. Teilweise liess sich aus der ungenauen Bezeichnung der Fundlokalitäten die exakte lithologische Einstufung nicht durchführen. Mittels grosser Buchstaben links vom Querstrich sind die minimalen, rechts desselben die maximalen stratigraphischen Reichweiten der verschiedensten Arten wiedergegeben.

Von den über 70 Fossilfundpunkten lassen höchstens deren fünf gewisse Zweifel an der Bestimmung zu:

1. Die Fossilfundstelle «Egelsee» bei Littenheid enthält nach W. WENZ tortone neben sarmatischen Leitformen. Die Bezeichnung «Egelsee» lässt eine Zuordnung der Fundstelle zur Oehningerzone wie zur Konglomeratstufe zu und es besteht somit die Möglichkeit, dass mit der Lokalität «Egelsee» Schnecken aus zwei stratigraphisch verschieden hohen Horizonten bezeichnet wurden.

2. Vom Fundpunkt Allenberg bei Bäretswil werden tortone Leitformen erwähnt, obwohl die Schichten beim Gehöft Allenberg rund 150 m über der Basis der Konglomeratstufe und somit im Sarmatien liegen. Der Allenberg selbst besteht aus einer mächtigen Nagelfluhfolge, die ausserordentlich schlecht aufgeschlossen ist. Die Vermutung liegt nahe, dass mit der Fundlokalität Allenberg eine grüne schnekkenreiche Mergelzone gemeint ist, welche in einem tiefeingeschnittenen Tobel W des Gehöftes Allenberg aufgeschlossen und die in die Oehningerzone zu stellen ist. Die tortonen Leitformen würden somit nicht mehr im Widerspruch mit der vermutlich etwas allgemein gehaltenen Lokalitätsbezeichnung stehen.

3. Aus der Hörnligubelzone erwähnt H. TANNER (1944) eine tortone Schneckenart (Bestimmung durch W. WENZ), was nach der Lage der Hörnligubelzone im Profil der OSM nicht möglich ist, da diese Schichten mindestens ins mittlere Sarmatien hinauf einzuordnen sind. Vermutlich handelt es sich um relativ schlecht erhaltene Gastropoden, die eine exakte Bestimmung nicht zuliessen.

4. Aus dem Hegau beschreibt R. SEEMANN (1930) Schneckenfundstellen, in welchen tortone neben sarmatischen Leitformen auftreten. Die eine Fundstelle liegt innerhalb des Tuffes vom Herrentisch (Magnetittuff von F. HOFMANN), in welcher die sarmatische *Cepaea sylvestrina geniculata* (SANDB.) und die tortone *Klikia giengensis giengensis* (KLEIN) nebeneinander auftreten. Wie wir später sehen werden, liegt der Magnetittuff im Grenzbereich zwischen Tortonien und Sarma-

tien und zudem scheint zwischen dem Tuff und dem hangenden Grobsand (A-Grenze) eine Schichtlücke zu bestehen. Eine Vermischung der beiden Leitformen ist deshalb wohl möglich.

5. Weitere Fundstellen, in welchen sarmatische neben tortonen Leitformen beschrieben werden, liegen am Hohenkrähen, im tieferen Teil der Deckentuffe und am Hohenstoffeln. In beiden Fundstellen treten neben verschiedenen sarmatischen Leitformen die nach W. WENZ tortone Leitform *Klikia giengensis giengensis* (KLEIN) auf. Bei der Fundstelle Hohenkrähen stehen wir noch im tiefsten Teil des Sarmatien, so dass ein Nebeneinander der beiden Formen wohl noch möglich sein kann, im Gegensatz zur Fundstelle Hohenstoffeln, die mindestens 150 m oberhalb der Sarmatien-Basis einzustufen ist. Aus diesem Grunde dürfte möglicherweise, falls die Bestimmungen von R. SEEMANN richtig sind, der Leitwert der Art *Klikia giengensis giengensis* für das Tortonien in Frage gestellt sein und ihr eine grössere Reichweite zukommen.

Von den über 50 Fossilfundstellen innerhalb der Basiszone, der mittleren Zone und der Oehningermergel, enthalten mehr als die Hälfte tortone Leitformen, während die anderen Fundpunkte lediglich Fossilien grösserer stratigraphischer Reichweite enthalten. Der ganze Schichtstoss zwischen OMM bis und mit Oehningerzone ist folglich ins Tortonien zu stellen. Die Abgrenzung gegen das Helvétien ist lithologisch durch den Rückzug des Helvétienmeeres gegeben und die Frage, ob Teile der Basiszone altersmässig noch dem Helvétien zuzuordnen sind, kann in der Ostschweiz verneint werden, da schon wenige Meter über der oberen Grenznagelfluh des Helvétien an der Sitter bei St. Gallen tortone Leitformen auftreten.

Da die sedimentpetrographische A-Grenze innerhalb der Konglomeratstufe liegt, muss der Übergang zwischen Tortonien und Sarmatien unterhalb der A-Grenze bzw. über der Basis der Konglomeratstufe erfolgen und es fragt sich, wie exakt diese Grenze gezogen werden kann. Die Fossilfundstelle Katzenstrebel bei St. Gallen (ca. 10–15 m über der Basis der Konglomeratstufe) lieferte eine eindeutig tortone Säugerfauna (Bestimmungen von Dr. J. HÜRZELER). Ebenso ist aus dem Sagentobel (30 m über der Basis der Konglomeratstufe, N. PAVONI 1957) eine tortone Kleinsäugerfauna bekannt geworden. Auch verschiedene Gastropodenbestimmungen weisen auf ein tortones Alter der tieferen Teile der Konglomeratstufe hin. Die höchsten tortonen Gastropoden-Fundstellen liegen am Südrand des Schuttfächers rund 50 m über der Basis der Konglomeratstufe.

Betrachten wir nunmehr die Verhältnisse am Nordrand des Schuttfächers, am Seerücken, am Schienerberg und im Hegau. Am Seerücken liegt nach F. HOFMANN die A-Grenze unmittelbar über einer Ophiolithnagelfluh, ca. 5–10 m höher als der von F. HOFMANN beschriebene Magnetittuff-Horizont, der unmittelbar über der tiefsten Nagelfluhbank der Konglomeratstufe folgt. Das Niveau des Magnetittuffes dürfte bei Berücksichtigung der Schichtmächtigkeitszunahme nach S einige Dekameter über der tortonen Säugetierfundstelle Katzenstrebel zu liegen kommen. Da am Herrentisch im Magnetittuff tortone neben sarmatischen Gastropoden auftreten, und der über dem Tuff anstehende Grobsand die A-Grenze repräsentiert, dürfte die Tortonien–Sarmatien-Grenze ungefähr mit dem Magnetittuff zusammenfallen.

Der tortone Anteil der Konglomeratstufe besitzt somit am Seerücken eine Mächtigkeit von 10–15 m, was gut in die generelle Mächtigkeitsabnahme der Schichten von S nach N hineinpasst.

Nach R. DEHM liegt die Grenze zwischen mittlerem (Sarmatien) und älterem Teil der OSM (Tortonien) etwas tiefer als die Bentonit-Vorkommen von Augsburg, d. h. einige Dekameter unterhalb der A-Grenze. Wie wir später sehen werden, sind die Bentonite von Augsburg sicher mehr oder weniger gleich alt wie die Oehningerzone, womit die Tortonien–Sarmatien-Grenze nach R. DEHM ungefähr an die Basis der Oehningerzone zu liegen kommt, d. h. im S ca. 80–100 m und im N 40–50 m tiefer als in der schweizerischen OSM. Dies ist verständlich, da die Grenzziehung Tortonien–Sarmatien im süddeutschen Molassebecken mit Dinotherien und anderen Großsäugern erfolgte, während in der Schweiz Kleinsäuger und Gastropoden-Faunen verwendet wurden und es ist nicht zu erwarten, dass die Änderung der verschiedenen Faunen gleichzeitig erfolgte.

Bedeutend schwieriger gestaltete sich die Abgrenzung des Sarmatien gegen das Pontien. In der Schweiz finden wir nur noch sehr wenige Erosionsrelikte jener über der Konglomeratstufe liegenden Schichten. Zudem sind aus diesen praktisch keine Faunen bekannt geworden. Wir sind deshalb für die Grenzziehung Pontien–Sarmatien in erster Linie auf die Resultate von R. DEHM aus der deutschen Molasse angewiesen.

Im Hegau, im Bereich der Basalt-Eruption der Höwenegg wurde von H. TOBIEN (1938) eine pontische Fauna mit Hipparion beschrieben. Nach den Aufschlüssen am Hohenstoffeln liegt hier die gleichaltrige Basalt-Eruption rund 270 m über der Oehningerzone. Die höchste OSM bis zu den Basalttuffen (Äquivalent der Schichten über der Konglomeratstufe) umfasst hier noch ca. 150 m, während die Molasse-Relikte der höchsten OSM der Ostschweiz im S-Teil des Schuttfächers infolge Erosion höchstens 130 m Mächtigkeit erreichen (Hörnligipfel). Bei Berücksichtigung der Schichtmächtigkeitsabnahme von S nach N müssen die höchsten

---

Fig. 1. Übersicht der Fossilvorkommen in der ostschweizerischen und der westlichen deutschen Molasse.

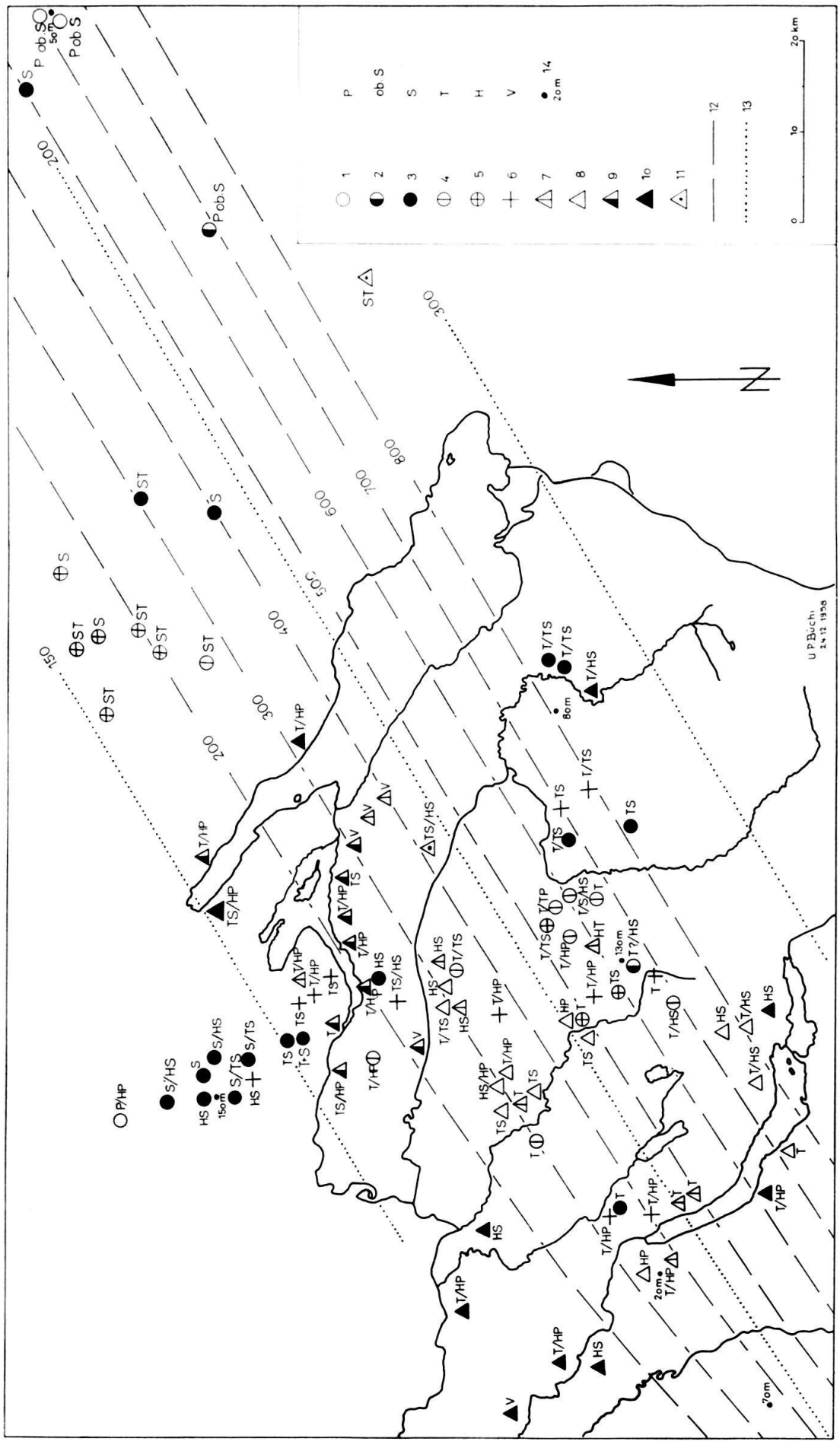
Stufenbezeichnungen

1 Höhere OSM (Tannenberg/Hörnligipfelschichten)
2 Konglomeratstufe und höhere OSM
3 Konglomeratstufe
4 Konglomeratstufe tieferer Teil und Oehningerzone
5 Konglomeratstufe tieferer Teil, Oehningerzone und mittlere Zone der OSM höherer Teil
6 Oehningerzone
7 Oehninger- und mittlere Zone der OSM
8 Mittlere Zone der OSM
9 Mittlere und Basiszone der OSM
10 Basiszone der OSM
11 Oehninger-, mittlere- und Basiszone der OSM
12 Linien gleicher Mächtigkeiten des Tortonien
13 Linien gleicher Mächtigkeiten des Sarmatien
14 Molasserelikte der höheren OSM mit Angabe der noch vorhandenen Mächtigkeit

Stratigraphische Reichweite der Fossilien

Links vom Querstrich minimale, rechts maximale Reichweiten:

P Pontien
ob.S Oberes Sarmatien
S Sarmatien
T Tortonien
H Helvétien
V Vindobonien


P
ob S
S
T
H
V
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
20 km
0
10
N
U P Büchi
24 12 1958

Partien des Hörnligipfels wesentlich älter sein als die Basalteruption des Hegaus und die Hipparion-Fundstelle. Die Gliederung der deutschen OSM durch R. DEHM ergab nun aber wesentliche Anhaltspunkte für die Einstufung der höchsten OSM der Ostschweiz. Nach R. DEHM kann in der süddeutschen Molasse eine tiefere Stufe mit *Dinotherium bavaricum* v. MEYER, das sicher zum Sarmatien gehört, von einem höheren Komplex mit grossen Dinotherien (*Dinotherium aff. giganteum* KAUP) und Mastodonten (*Mastodon longirostris* KAUP, *Mastodon aff. longirostris* KAUP) getrennt werden, der dem oberen Sarmatien bzw. Pontien entspricht. Nach K. LEMCKE (1953) ist die Fossilfundstelle Benningen bei Memmingen mit *Dinotherium bavaricum* v. MEYER, welches oberhalb des Sarmatien nicht mehr auftritt, ca. 160 m über die A-Grenze einzustufen. Nochmals ca. 100 m höher im Profil liegt die Fundstelle Hillenlohe bei Markt Rettenbach des Pontien mit *Dinotherium aff. giganteum* KAUP. Die Pontien–Sarmatien-Grenze liegt in diesem Gebiet somit 200–250 m oberhalb der A-Grenze, somit rund 230–280 m über der Grenze Tortonien–Sarmatien. Diese Mächtigkeiten stimmen gut mit jenen in der Ostschweiz zwischen Sarmatien-Basis und den Hörnligipfelschichten überein, wo über einer Vermergelungszone die starken Nagelfluhschüttungen des Hörnligipfels als Folge einer Reaktivierung der Transportkraft unvermittelt einsetzen. Diese Vermergelungszone (Hörnligubelzone) mit darüberliegendem Komplex stärkerer Schüttungen ist sehr schön am Hörnligipfel, Tannenberggipfel und am Uetliberg-Kulm zu erkennen. Ähnliche Beobachtungen können auch an den von K. LEMCKE (1953) veröffentlichten Bohrprofilen gemacht werden. Im Pontien, 200–250 m über der A-Grenze, ist eine plötzliche Zunahme der Sandsteinschüttungen, im Anstieg des Sandsteinanteils auf 44% gegenüber nur 26% im darunterliegenden ca. 100 m mächtigen Schichtstoss, festzustellen. Die Tatsache, dass zwischen A-Grenze und der Dehmschen Pontien–Sarmatien-Grenze in der süddeutschen Molasse und zwischen A-Grenze und Hörnligipfelschichten in der Ostschweiz praktisch gleiche Mächtigkeiten bestehen und zudem darüber ein Komplex stärkerer Schüttungen folgt, rechtfertigt den Schluss, dass die Dehmsche Grenze (Miocaen–Pliocaen-Wende) an die Basis der Hörnli–Tannenberg–Uetliberggipfel-Schichten zu legen ist und die darüberliegenden Schichten der Ostschweiz sind ins oberste Sarmatien bzw. ins Pontien zu stellen. Die Schichten der Höwenegg mit der Hipparion-Fauna liegen stratigraphisch höher, vermutlich im höheren Pontien und sind mit den Vogesenschottern von Charmouille zu korrelieren. Der Charakter der Schichten von Charmouille weicht bereits von der normalen Facies der OSM ab und besitzt gewisse Anklänge an jüngere Schotterbildungen. Möglicherweise repräsentieren die höchsten Tannerwaldschotter von St. Gallen (F. HOFMANN 1957) ein Äquivalent jener von Charmouille, sofern sie nicht noch jünger sind.

3. DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER OSM DER OSTSCHWEIZ UND DER DEUTSCHEN MOLASSE

Wie bereits früher erwähnt, lässt sich die Oehningerzone andeutungsweise bis mindestens in das Gebiet von Augsburg verfolgen. In den CF-Bohrungen Südbaden 1002 und Biberach 1004 werden vulkanisch-bentonitische Tuffe erwähnt (K. LEMCKE 1953). Weitere bentonitische Tuffe sind aus der Gegend von Augsburg

bekannt. Alle diese Vorkommen liegen nach K. LEMCKE (1953) wenige Dekameter unter der A-Grenze, ähnlich wie die Bentonit-Vorkommen der Ostschweiz. Zudem passt auch die Dicke des Schichtstosses zwischen der Grenze OSM–OMM und den deutschen Tuff-Vorkommen gut in das Mächtigkeitsbild zwischen Oehningerzone und der OMM in der Ostschweiz hinein. Die Bentonit-Vorkommen der westlichen deutschen Molasse entsprechen somit sicher niveaumässig mehr oder weniger jenen der Ostschweiz. Daneben bestehen noch andere Indizien für eine Stellung der Tuff-Vorkommen innerhalb der Oehningerzone. Wenige Dekameter unter der A-Grenze kann in den meisten CF-Bohrungen, ähnlich wie in der Oehningerzone, eine Vermergelungstendenz festgestellt werden. Darüber folgt eine Häufung mächtiger Sandsteinschüttungen, die somit in einem gewissen Sinne die schüttungsintensivere Konglomeratstufe der Ostschweiz repräsentieren. Zudem stimmen die Mächtigkeitsverhältnisse der westdeutschen Molasse bis in das Gebiet von Augsburg sehr gut mit jenen der Ostschweiz überein (Fig. 1), während E Augsburg sich die Mächtigkeiten zwischen OMM und der A-Grenze wesentlich reduzieren (K. LEMCKE 1953). Versucht man aus den von K. LEMCKE publizierten Profilen den Sandsteinanteil zu ermitteln, gelangt man zu folgenden Werten:

In der tieferen Molassezone, d. h. unterhalb der Zone mit plötzlicher Zunahme der Schüttungsintensität, beträgt der Sandsteinanteilwert im Mittel 47%. Sie kann in einen unteren Teil mit 33%, einen mittleren Teil mit 56% und einen obersten Teil mit 25% untergliedert werden. Der tiefste Teil mit einer maximalen Mächtigkeit von ca. 80–90 m dürfte ungefähr der Basiszone, der oberste Teil mit ca. 20 bis 40 m der Oehningerzone und der dazwischenliegende Komplex der mittleren Zone der OSM der Ostschweiz entsprechen. Der darüberliegende Komplex bis zur A-Grenze zeigt nun eine plötzliche, starke Zunahme der Schüttungen, indem der Sandsteinanteil 78% im Mittel beträgt. Über der A-Grenze sinkt der Sandsteinanteil kontinuierlich von 41% im unteren Drittel auf 35% im mittleren und schliesslich auf 26% im oberen Teil, dessen Obergrenze der Dehmschen Grenze zwischen Sarmatien und Pontien entspricht. Darüber steigt der Anteilwert wie bereits auf Seite 454 erwähnt, auf 44%. Auch am Seerücken wird nur der tiefere Teil (ca. 60–70 m) der Konglomeratstufe durch starke Nagelfluhschüttungen repräsentiert, mit einer darüberliegenden Zone sinkender Schüttungsintensität.

Vergleichen wir diese Werte, besonders der tieferen Zone, umfassend den Schichtstoss der OSM bis und mit der Vermergelungszone und dem höheren schüttungsreicheren Teil bis zur A-Grenze mit der ostschweizerischen Molasse, so ergeben sich folgende Analogien: Der Schüttungsanteil (Sandsteine und Nagelfluh) in der Ostschweiz, ermittelt aus verschiedenen Teilen des zentralen und des randlichen Hörnlischuttfächers, ergibt ein Verhältnis des Anteiles der Schüttungsgesteine zwischen tieferer OSM und Konglomeratstufe von 2,1:2,9 gegenüber 1,85:3,15 im Gebiet der westdeutschen OSM, d. h. die Werte sind praktisch gleich, rund 2:3.

Auch in anderer Hinsicht zeigt sich diese Schüttungsintensivierung wenige Dekameter unterhalb der A-Grenze. Berechnet man die mittlere Mächtigkeit der Sandsteinzonen für die einzelnen Stufen, so ergeben sich für den tieferen Teil (Dach OMM bis und mit Oehningerzone) 6,68 m, Dach Oehningerzone bis A-Grenze 10,96 m, zwischen A-Grenze und Dehmscher Sarmatien–Pontien-Grenze unterer

Drittel 5,95 m, obere zwei Drittel 3,15 m, Komplex oberhalb Dehmscher Grenze 3,74 m. Die Schwankungen der mittleren Bankmächtigkeiten verlaufen somit konform dem Sandsteinanteil, ein Phänomen, das seinerzeit auch im Hörnlischuttfächer erkannt wurde. Versucht man aus diesen wenigen Daten ähnlich wie im Tösstal (U. P. Büchi 1958) den Schüttungs-Koeffizient für das von K. Lemcke beschriebene Gebiet zu ermitteln, so gelangt man zu einer Zunahme der mittleren Mächtigkeit der Sandsteinzonen von 1,7 m bei 10% Anstieg des Sandsteinanteils (Zunahme Hörnlifächer–Tösstal 1 m auf 10%).

Die in der ostschweizerischen OSM erkannten Schwankungen in der Schüttungsintensität zeigen sich, wenn auch modifiziert, ebenfalls in der westdeutschen OSM, obwohl wir uns in einem ganz anderen Schüttungs-System befinden, was sich vermutlich in der Änderung der Schüttungs-Koeffizienten zeigt. Es hat den Anschein, dass die paläogeographischen Faktoren, welche zu den bekannten Schwankungen der Schüttungsintensitäten im Hörnlischuttfächer geführt haben, regionale Bedeutung besitzen.

Die Oehningerzone als wichtigste lithologische Zeitmarke innerhalb der OSM der Ostschweiz kann somit mindestens bis in den Raum von Augsburg wieder erkannt werden. Die kurzfristige Drosselung der Schüttungen bei gleichzeitigem Beginn des bentonitischen Vulkanismus, gefolgt von der Hauptschüttungsphase, stellt daher ein grossregionales Phänomen dar, das mit Vorgängen im werdenden Alpenkörper und im Vorlandtrog zusammenhängt. Nach R. Staub (1934) beginnt mit der mittelinsubrischen Phase die Hauptgeröllabfuhr in das Molassebecken. Die mittelinsubrische Phase umfasst das Tortonien und das Sarmatien. Die Hauptschüttungsphase in der OSM der Ostschweiz und der westdeutschen Molasse fällt ungefähr in den Bereich der Tortonien–Sarmatien-Wende. Nach dem tieferen Sarmatien ist wiederum ein merklicher Schüttungsrückgang festzustellen. Der Hauptanstieg des alpinen Baues zum Gebirgsland und die gegeneinander stärkere Differenzierung des Denudations- und Sedimentationsraumes scheint somit im Sarmatien abgeschlossen zu sein. Die Hauptschüttung der mittelinsubrischen Phase umfasst das obere Tortonien und das tiefere Sarmatien. Die tiefere Konglomeratstufe repräsentiert somit die insubrische Hauptphase. An der Wende Miocaen–Pliocaen kann eine erneute Reaktivierung der Schüttungskraft der alpinen Ströme festgestellt werden, was möglicherweise mit einem bedeutenden Vorschub des Gebirgskörpers gegen die Molasse in Zusammenhang steht und nach R. Staub die spätinsubrischen Phasen einleitete.

Da die Gliederung der OSM des Hörnlischuttfächers und der westdeutschen Molasse grosse Analogien zeigt, erhebt sich mit Recht die Frage, ob auch im Ostteil der deutschen Molasse eine ähnliche Gliederung möglich ist.

Aus Niederbayern liegen eine Reihe vorzüglicher Arbeiten vor, die einen Vergleich mit der westdeutschen und der ostschweizerischen Molasse zulassen. In der stratigraphischen Gliederung der Molasse Niederbayerns gehen die Ansichten der verschiedenen Autoren teilweise auseinander, was sehr verständlich ist, da allgemein noch zu wenig eindeutiges Fossilmaterial vorliegt.

Die bentonitischen Weisserden im Gebiet von Landshut und Simbach liegen nach der geologischen Karte von Süddeutschland unterhalb der A-Grenze und über der Dehmschen Grenze zwischen tieferem und mittlerem Teil der OSM. Sie

nehmen damit eine ähnliche, wenn nicht gleiche Stellung ein wie die westdeutschen und schweizerischen Bentonite. Die meisten Weisserden von Simbach liegen unmittelbar über der Sand–Mergel-Decke, welche die höheren N Vollschotter überlagert (H. BATSCHE 1957). Aus der Hangendserie werden ebenfalls Weisserden beschrieben (ca. 20 m über der Sand–Mergel-Decke), die vermutlich ein wesentlich jüngeres Alter besitzen.

Auf die lithologische Gliederung der OSM in Niederbayern möchte ich nicht näher eintreten und nur auf Tabelle 1 und die Arbeiten von F. NEUMAYER, E. BLISSENBACH, D. WIDMANN, W. GRIMM, J. STIEFEL, H. BATSCHE und M. MAYR verweisen. Nach W. GRIMM, E. BLISSENBACH und H. BATSCHE werden die limnischen und fluviatilen Süsswasserschichten, der liegende Vollschotter bzw. der Quarzrestschotter ins Tortonien gestellt. Der hangende Vollschotter wird von H. BATSCHE und J. STIEFEL bereits dem Sarmatien zugeordnet. Bei den Weisserden und der Sandmergeldecke gehen die Ansichten auseinander, indem H. BATSCHE sie nach Pflanzen an die Miocaen–Pliocaen-Wende stellt, während E. BLISSENBACH sie nach Säugern ins Tortonien oder Sarmatien einordnet, was auch besser mit den Dehmschen Resultaten übereinstimmt. Bei dem S Vollschotter und den Übergangsschichten zur Hangendserie sind sich die Autoren einig, indem diese Schichten an die Miocaen–Pliocaen-Wende, vermutlich aber ins oberste Sarmatien zu stellen sind. Die Hangendserie und Feldspatsande werden von H. BATSCHE und W. GRIMM an die Wende Miocaen–Pliocaen gestellt, wobei die tieferen Teile dem obersten Sarmatien, die höheren dem unteren Pliocaen zugeordnet werden. Diese Alterseinstufung der höheren Schichten ergibt sich sowohl nach Säugern wie auch nach Pollenanalysen. Nach M. MAYR bildet die Kohle–Ton-Serie unter dem Hausruckdeckschotter eine Randfazies der höheren Hangendserie und ist nach Pollen und Säugern ins unterste und die Hausruckdeckschotter ins höhere Pliocaen zu stellen. Möglicherweise entspricht dieser Schotter jenem von Charmouille und der Hipparion-Fundstelle Höwenegg.

Berücksichtigen wir nun die Tatsache, dass die Dehmsche Grenze zwischen tieferem und mittlerem Teil der OSM (Tortonien–Sarmatien-Grenze) einige Dekameter tiefer liegt als die Tortonien–Sarmatien-Grenze in der Ostschweiz, welche auf Kleinsäugern und Gastropoden beruht, so können die Sand–Mergel-Decke und die Weisserden ohne weiteres mit der Oehningerzone korreliert werden, um so mehr, da sie unterhalb der A-Grenze liegen und nach E. BLISSENBACH Säuger aus dem torton-sarmatischen Grenzbereich führen. Für die tieferliegende OSM ergeben sich auch noch einige interessante Analogien. So folgen über den Oncophora-Schichten limnische und fluviatile Süsswasserschichten, die altersmässig mit den Basisschichten der OSM in der Ostschweiz korreliert werden können, welche ebenfalls durch ein häufiges Auftreten von limnischen Horizonten charakterisiert werden. Der liegende und hangende Vollschotter wäre dann mit dem mittleren Komplex der OSM zu korrelieren. Der Beginn der Kaolinisierung des liegenden Vollschotters und dessen Umwandlung zum Quarzrestschotter steht mit der Bildung eines Süsswasserkalkes im Zusammenhang. Auch im mittleren Komplex der Ostschweiz kann an der Basis des obersten Drittels eine gewisse Drosselung der Schüttungen festgestellt werden, so dass es zur Bildung eines limnischen Horizontes mit Kohle und Kalken kam, der regionale Verbreitung besitzt. Möglicherweise verdankt dieser

Horizont seine Entstehung dem gleichen Hebungsphänomen, das zur Quarzrestschotterbildung und zur Ablagerung des Süsswasserkalkes in Niederbayern geführt hat. Die Oehningerzone, die sich in der westdeutschen und ostschweizerischen Molasse durch eine Drosselung der grobklastischen Sedimente und durch den Beginn des bentonitischen Vulkanismus auszeichnet, wird in Niederbayern ebenfalls durch einen Rückgang der Schüttungen charakterisiert, wobei es zur Ablagerung der Sand–Mergel-Decke und dem Beginn eines gleichartigen Vulkanismus kam, gefolgt von einer starken Erosionsphase, die lokal bis auf die Obere Meeresmolasse (OMM) hinunter greift. Der hangende Vollschotter und die Sand–Mergel-Decke sind deshalb nur noch in einzelnen Erosionsrelikten vorhanden. Der S Vollschotter ist mit der Konglomeratstufe oder der höheren OSM zu korrelieren. Da die meisten Autoren ihn in das höhere Sarmatien hineinstellen, repräsentiert er vermutlich nur die höheren Teile der Konglomeratstufe, sofern er nicht überhaupt ganz über die Dehmsche Grenze zwischen höherem und mittlerem Teil der OSM zu stellen ist (Hörnligipfelschichten). Dadurch würde ein beachtlicher Hiatus zwischen der Ablagerung der Sand–Mergel-Decke und dem S Vollschotter bestehen, welcher die ganze ostschweizerische Konglomeratstufe umfasst, was die starke Erosionsphase in Niederbayern vor Ablagerung der S Vollschotter erklären würde.

Diese Gedanken zur Korrelation der ostschweizerischen und westdeutschen Molasse mit jener von Niederbayern erheben nicht Anspruch auf Vollständigkeit. Ich bin mir bewusst, dass verschiedene Fragen noch einer endgültigen stratigraphischen Lösung harren. Der Korrelationsversuch möge als Anregung für weitere Forschungen dienen.

SUMMARY

The subdivision of the upper fresh water mollasse of eastern Switzerland into

Tannerwaldschotter
Tannenberg–Hörnligipfelschichten,
höchste OSM des Uetliberges und Lindenberges
Konglomeratstufe
Oehningerzone
Mittlere Zone
«Appenzellergranit» (Degersheimer Kalknagelfluh)
Basiszone

is mainly based on lithological characteristics. With the help of the faunas discribed in various papers, it has now been possible to fix in that heterogeneous complex the limits between Tortonian–Sarmatian as well as between Sarmatian–Pontian with fair accuracy. The Tortonian comprises the Basiszone, the Middle zone, the Oehningerzone and the lower part of the Konglomeratstufe. The upper part of the Konglomeratstufe and the bulk of the Hörnligipfelbeds have to be assigned to the Sarmatian. The very top layer of that Tannenberg–Hörnligipfel complex represents the highest Sarmatian and the lower Pontian. The strata of the Höwenegg with Hipparion (Hegau) and the fluviatil gravels of the Tannerwald are still younger and may even reach into the Pliocene. The comparison of the upper fresh water mollasse of eastern Switzerland with that of southern Germany demonstrates that the Oehningerzone in particular can well be traced deep into the Ger-

man mollasse, though in a modified facies. In ascending order that zone of relatively quiet sedimentation is succeeded by the main fan system, the Konglomeratstufe, which corresponds in the alpine orogeny to the middle insubric paroxisme. The paleogeographic factors, which at intervals have uplifted the alpine complex and thereby have caused renewed fanlike flooding of the mollassic foreland area reveal regional character and can be traced over large distances.

LITERATURVERZEICHNIS

BATSCHE, H. (1957): *Geologische Untersuchungen in der OSM Ostniederbayerns.* Beitr. geol. Jb. *26.*

BLISSENBACH, E. (1957): *Die jungtertiären Grobschüttungen im Osten des bayerischen Molassetroges.* Beitr. geol. Jb. *26.*

BÜCHI, U. P. (1950): *Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal.* Inaug.-Diss. Kreuzlingen.

– (1956): *Über ein Vorkommen von Montmorillonit in der zürcherisch-aargauischen Molasse.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *22*, 63.

– (1957): *Zur Gliederung der OSM zwischen Bodensee und Reuss.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *24*, 66.

– (1958): *Zur Geologie der OSM zwischen Reuss und Glatt.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *25*, 66.

– (1958): *Zur Geologie der Oberen Süsswassermolasse zwischen Töss- und Glattal.* Eclogae geol. Helv. *51*, 1.

– (1959): *Zur Geologie der Molasse zwischen Reuss und Seetal.* Eclogae geol. Helv. *51*, 2.

BÜCHI, U. P., & WELTI, G. (1950): *Zur Entstehung der Degersheimer Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *43*, 1.

– (1951): *Zur Geologie der südlichen mittelländischen Molasse der Ostschweiz zwischen Goldingertobel und Toggenburg.* Eclogae geol. Helv. *44*, 1.

DEHM, R. (1949): *Das jüngere Tertiär in Südbayern als Lagerstätte von Säugetieren, besonders Dinotherien.* N. Jb. Mineral. Abh. *90* b.

– (1951): *Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren.* N. Jb. Mineral. Abt. B, Monatsh. Jg. *1951*, 5.

– (1955): *Die Säugetierfaunen in der Oberen Süsswassermolasse und die Bedeutung für die Gliederung.* Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte der süddeutschen Molasse 1:300 000, Geologisches Landesamt München (*1955*).

– (1955): *Geologische Übersichtskarte der süddeutschen Molasse 1:300 000*, Bayerisches Geol. Landesamt München.

GANSS, O. (1955): *Das süddeutsche Molassebecken.* Ein Überblick z. deutsch. geol. Ges. Jg. *1953*, Bd. 105.

GRIMM, W. D. (1957): *Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süsswassermolasse zwischen Inn und Roth.* Beitr. geol. Jb. *26.*

HANTKE, R. (1953): *Gliederungsversuch der OSM im Gebiet der Hörnlischüttung.* Eclogae geol. Helv. *46*, 1.

HEERMANN, O. (1954): *Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlussarbeiten im ostbayerischen Molassebecken.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *21*, 60.

HOFMANN, F. (1951): *Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns und zur Bodenseegeologie.* Jb. der st. gall. naturw. Ges. *74.*

– (1953): *Die strukturellen Verhältnisse der Molasse im ostschweizerischen Bodenseegebiet.* Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Nr. 8, Teil II.

– (1955): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *48*, 1.

– (1955): *Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Vulkanismus im schweizerischen Molassebecken.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *22*, 62.

– (1956): *Die vulkanischen Erscheinungen auf schweizerischem Gebiet nördlich des Rheins in der Gegend von Ramsen.* Eclogae geol. Helv. *49*,1.

HOFMANN (1956): *Die Obere Süsswassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau.* Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing. *23*, 64.

– (1956): *Sedimentpetrographische und somineralogische Untersuchungen an Bentoniten der Schweiz und Südwestdeutschlands.* Eclogae geol. Helv. *49*, 1.

– (1957): *Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *50*, 2.

– (1957): *Pliozäne Schotter und Sande auf dem Tannenberg NW St. Gallen* Eclogae geol. Helv. *50*, *2*.

– (1959): *Vulkanische Tuffhorizonte in der Oberen Süsswassermolasse des Randen und Kt. Schaffhausen.* Eclogae geol. Helv. *51*, 2.

LEMCKE, K., v. ENGELHARDT, W., & FÜCHTBAUER, H. (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes.* Beitr. geol. Jb., Heft 11, Hannover.

MAYR, M. (1957): *Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn.* Beitr. geol. Jb. *26*.

NEUMAYER, F. (1957): Einführung: *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse Niederbayerns.* Beitr. geol. Jb. *26*.

PAVONI, N. (1957): *Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel.* Vjschr naturf. Ges. Zürich.

SEEMANN, R. (1930): *Stratigraphische und allgemein-geologische Probleme im Obermiozän Südwestdeutschlands.* N. Jb. Min. *63*, Abt. B.

STAUB, R. (1934): *Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie.* Denkschr. schweiz. naturf. Ges. *69*, Abh. 1.

STIEFEL, J. (1957): *Ein Beitrag zur Gliederung der Oberen Süsswassermolasse in Niederbayern.* Beitr. geol. Jb. *26*.

TANNER, H. (1944): *Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli.* Mitt. thurg. naturf. Ges. Bl. 33.

TOBIEN, H. (1938): *Über Hipparion-Reste aus der obermiozänen Süsswassermolasse Südwestdeutschlands.* Z. deutsch. geol. Ges. *90*, H. 4.

WENZ, W. (1923): *Gastropoda extramarina.* Catalogus Bd. I–XI.

WITTMANN, D. (1957): *Gliederung und Verbreitung der Süsswassermolasse in Ost-Niederbayern.* Beitr. geol. Jb. *26*.

Stratigraphische Gliederung	Ostschweiz: Zürichsee–Limmat (nach U. P. Büchi, N. Pavoni, F. Hofmann)			Zentraler Schuttfächer: Tössberge, Tösstal (nach H. Tanner, G. Welti, U. P. Büchi)			St. Gallen (nach F. Hofmann, U. P. Büchi)		Seerücken, Hegau, Kohlfirst, Andelfingen (nach F. Hofmann, U. P. Büchi)			Deutschland: Illergebiet–Lechgebiet (nach K. Lemcke, W. v. Engelhardt, H. Füchtbauer)			Niederbayern (nach F. Neumaier, E. Bissenbach, D. Wittmann, W.-D. Grimm, J. Stiefel, H. Batsche, M. Mayr, O. Heermann)		
Pliozän: Pontien höherer Teil (z. T. evtl. höher als Pontien)							*Tannerwaldschotter und -sande* (nach F. Hofmann vermutlich jünger als Pontien der Höwenegg)	min. 30 m		*Höweneggschichten und Melilithbasalte*	ca. 60 m					Hausruckkiesschotter (Österreich)		Vermutlich jünger als unt. Pliozän
							— Erosionsdiskordanz —									Kohlentonserie		Faunen und Floren des unteren Pliozäns
tieferer Teil (z. T. evtl. oberstes Sarmatien)	*Ustilbergpippilschichten:* mittlere Schüttungsintensität	ca. 20 m		*Hörnligipipilschichten:* mittlere bis starke Schüttungsintensität Auftreten helvetischer Kreidegerölle	ca. 130 m		*Tannenbergpippilschichten:* Sandsteine z. T. reich an alttertiären Foraminiferen	ca. 80 m		Schichten des Hohenstoffeln über den Deckentuffen	ca. 150 m					Hangendserie und Feldspatsande	bis 70 m	Unteres Pontien bis oberstes Sarmatien (Faunen der Miozän/Pliozänwende)
Miozän: Sarmatien	*Vermergelungszone* *Konglomeratstufe:* Hauptschüttungsphase	ca. 200 m	Mürlischüttung, im W und N Übergänge zu Schüttungen des Napfs und aus der Glimmersandsteinzone (E.-W.-Schüttung)	*Hürnlibalzone:* Vermergelungszone	40 m		*Vermergelungszone:* *Konglomeratstufe:* Hauptschüttungsphase	ca. 150 m		Konglomeratstufe des Seerückens: Starkes nach N Greifen der Hörnlischüttung	Hegau-Glimmersande, Hegaumergel, Deckentuffe im N Juranagelfluh	ca. 120 m	Am Seerücken vorwiegend Mürlischüttung, der Schüttung aus der Glimmersandsteinzone (Napf) entsprechende Schüttungsrichtung (ziselle nach N, Achse bis in zone, Fossilreiche Höwenegg)	Jüng. Teil d. OSM	bis 100 m	Nagelfluhzone am unteren Pontien bis oberstes Sarmat.	Übergangsschichten: lokal Kohlenflöze	bis 70 m	Faunen u. Follenlora d. Miozän/Pliozänwende
	Im tieferen Teil ophiolithreiche Nagelfluhen häufig	30 m		Im tieferen Teil ophiolithreiche Nagelfluhen häufig	50 m					Ophiolithnagelfluh am Seerücken Magnetittuff		bis 10 m bis 15 m				Südlicher Vollschotter ↓ ? A-Grenze im W	Erosionsdiskordanz ↑ ? Schichtlücke ?	bis 80 m	Sarmatische Faunen
Grenze nach Kleinsäugern und Gastropoden	*Ochningerzone:* Buntgebänderte Mergel, limnische Kalke und Kohlenflöze, vulkanischer Bentonithorizont	ca. 40 m		*Ochningerzone:* grüne Mergelserien verbreitet; Limnische Kalke und Kohlenflöze häufig	40 m		*Ochningerzone:* Vorwiegend Mergel. Vulkanischer Blockhorizont. Bei Rickenbach fossilreich vulkanischer Bentonithorizont	ca. 40 m	Übergangsgebiet der Bodensee- und Hörnlischüttung	*Ochningerzone:* Vorw. Mergel; Vulkanischer Bentonithorizont, Ochningerkalke, Ochningertuffe	ca. 40 m	Am Seerücken vorwiegend Hegau Mischgebiet, der Schüttung aus der Juranagelfluhschüttung entsprechende Schüttungsrichtung	A-Grenze			Weisserden (Bentonite) Sand–Mergel-Decke	bis 5 m	Säugerfaunen des Tortonien u. Sarmatien. Flora der Miozän/Pliozänwende ?
Dehnsche Grenze nach Grosssäugern	*Mittlere Zone der OSM:* Mittlere Schüttungsintensität Limnische Kalke und Kohlenflöze an der Basis des oberen Drittels	ca. 150 m N–200 m S		*Mittlere Zone der OSM.:* Mittlere Schüttungsintensität Limnische Kalke und Kohlenflöze an der Basis des oberen Drittels verbreitet	im S min. 250 m		*Mittlere Zone der OSM:* Mittlere Schüttungsintensität «Appenzellergranit»	ca. 150 m		*Mittlere Zone der OSM:* Am Seerücken vorwiegend Glimmersande; limnischer Horizont (Kalke) des Seerückens an der Basis des oberen Drittels	ca. 80–100 m	Am Seerücken vorwieg. E.-W.-Schüttungen der Glimmersandsteinzone, Hegau Mischgebiet	Mittlerer Teil der OSM	bis 250 m	Tortone Schnecken- und Kleinsäugerfaunen	Untere Dehnsche Grenze im W Hangender Vollschotter Süsswasserkalk	Erosionslücke	bis 45 m	Sarmatische Großsäugerfaunen
	«Appenzellergranit» (Degersheimer Kalknagelfluh)			«Appenzellergranit»						Gerölhorizont						Liegender Vollschotter/Quarzrestschotter		bis 50 m	
	Basiszone der OSM: Schwache Schüttungsintensität Besonders im tieferen Teil limnische Bildungen (graue Mergel, Kalke, Kohlenflöze) häufig	S 500 m N 50–70 m	S: Hörnlischüttung	*Basiszone der OSM:* Schwache Schüttungsintensität limnische Bildungen verbreitet	S 500–550 m N 70m	N: Turbenthal-Hill verzahnt mit Schüttungen aus der Glimmersandsteinzone (E.-W.-Schüttung)	*Basiszone der OSM:* Schwache Schüttungsintensität	ca. 600 m		*Basiszone der OSM:* Am Seerücken vorwiegend Glimmersande	ca. 70–100 m	Am Seerücken vorwieg. E.-W.-Schüttungen der Glimmersandsteinzone	Äußerer Teil der OSM	SBM oberer Teil?		Süsswasserschichten fluviatil		bis 25 m	Tortone Großsäugerfaunen
																Süsswasserschichten limnisch		bis 60 m	
Helvetien	*2. Sedimentationszyklus:* S Marine Plattensandsteine und Nagelfluhen N gerölführende marin-brackische Sandsteine	S ca. 70 m N 20–50 m	S: Hörnlischüttung N: vorw. Napfschüttung	*2. Sedimentationszyklus:* S: Fluvio-terrestrisches Helvetien; N: Gerölführende, marine-brackische Sandsteine, Quarzitnagelfluh	S 130 m N bis 40 m	S: Hörnlischüttung N: vorw. Napfschüttung	*2. Sedimentationszyklus:* Obere Grenznagelfluh Plattensandsteine Nagelfluh im W,zuhauptsächlich Rutschung im E Plattensandsteine Deylindennagelfluh	50–70 m	Hörnlischüttung	*2. Sedimentationszyklus:* Andelfingen: Benken: Feinsande, Graupensande — Schichtlücke	A: bis 25 m B: bis 15 m	Andelfingen: Napf- evtl. Hörnlischüttung Benken: E.-W.-Schüttg. aus d. Umgebung		*SBM* Kalkig-mergelige Abteilung; sandige Abteilung (marin; brackisch)	*Graupensandrinne:* Tektitführendes Unterhelvetikum Graupensande	20–80 m 50–60 m		Niederbayern: Oncophoraschichten; Schillsande, Glimmersande, Mehlsande	bis 80 m	Isen: (nach O. Heermann, 1954) Oncophoraschichten	ca. 80 m
	Basisnagelfluh Quarzitnagelfluh (austernführend)			Schichtlücke						Schichtlücke					*2. Sedimentationszyklus:* vorw. Sandst. Baltringerhoriz	z. T. Schichtlücke	bis 40 m		Schichtlücke?		Glaukonitsand	ca. 190 m
	1. Sedimentationszyklus: Marine Schiefermergel, Sandsteine und Nagelfluhen, Basisnagelfluh Schichtlücke	S ca. 250 m	S: Hörnlischüttung N: Napfschüttung	Schichtlücke	bis 40 m		1. *Sedimentationszyklus:* Schiefermergel, untergeordnet Plattensandsteine und Gerölllehmüre, Freudenbergnagelfluh	bis 130 m		*1. Sedimentationszyklus:* Schiefermergel und gerölführende Sandsteine; Quarzitnagelfluh Schichtlücke	A: bis 30 m			*1. Sedimentationszyklus:* Tonmergel, Schluffmergel, Sandmergel, untergeordnet Sandsteine, Basissandstein z. T. gerölführend (nur lokal)	bis 150 m		Feinsanderie	bis 30 m	Blättermergel	ca. 90 m
																			Neuhofenerschichten	bis 30 m	Neuhofenerschichten	ca. 200 m