Feinstratigraphische Untersuchungen im Oberjura Südwestdeutschlands : ihre Bedeutung für Paläontologie und Paläographie

Autor(en): **Ziegler, Bernhard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **51 (1958)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-162435

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

Feinstratigraphische Untersuchungen im Oberjura Südwestdeutschlands – ihre Bedeutung für Paläontologie und Paläogeographie[1])

Von **Bernhard Ziegler**

Paläontologisches Institut der Universität Zürich

Mit 6 Textfiguren

Die erste Gliederung des schwäbischen Oberjura verdanken wir F. A. QUENSTEDT (1843). Vor nunmehr 115 Jahren unterschied er in dem etwa 400 Meter mächtigen Schichtenstoss des «Weissen» Jura sechs Stufen, die er mit den ersten sechs Buchstaben des griechischen Alphabets benannte.

In der Folge hat es nicht an Versuchen gefehlt, F. A. QUENSTEDT's Gliederung zu verfeinern und innerhalb der sechs Stufen weitere Unterabteilungen auszuscheiden. Dies trifft auch auf den etwa 50 Meter mächtigen «Weissjura δ» zu, der den Wettinger Schichten des Aargau entspricht. Schon 1877 wies TH. ENGEL darauf hin, dass die dickbankigen Quaderkalke dieser Stufe in ihrer tieferen Abteilung zumeist bläulich, gegen oben jedoch mehr gelblich gefärbt seien. Ausserdem erkannte er die stratigraphische Unselbständigkeit der nächstjüngeren Stufe des Massenkalkes, der als Riff-Fazies auch neben der Bank-Fazies auftreten kann und nur seine maximale Verbreitung im oberen «δ» und dem darauf folgenden «ε» erlangt.

Im Jahre 1911 beobachtete E. FISCHER, dass im Lochengebiet bei Balingen und südlich davon jeder Fundpunkt im Weissen Jura δ etwas verschieden ausgebildet ist. Auch H. KOMMERELL sprach 1924 von der faziell sehr mannigfaltigen Schichtenfolge; es gelang ihm indessen nicht, in seinem Arbeitsgebiet zwischen Reutlingen und Urach eine weitere Gliederung der Stufe nach petrographischen Gesichtspunkten vorzunehmen. Demgegenüber äusserte K. BEURLEN 1927, die Stufe des Weissen Jura δ sei faziell sehr gleichartig und werde weder faziell, noch paläontologisch zu gliedern sein.

Erst 1941 konnte S. MÜLLER in einem kleinen Gebiet der mittleren Schwäbischen Alb auf die Einschaltung von Mergeln in geschlossenem Horizont inmitten der Quaderkalke hinweisen. Um dieselbe Zeit gelang es H. HÖLDER (1942), in der Umgebung von Lauchheim in der Ostalb eine lokale Gliederung des Weissen Jura δ in drei Abteilungen vorzunehmen. Die erste Unterteilung der Stufe für das ganze Gebiet der Schwäbischen Alb wurde 1945 von H. ALDINGER veröffentlicht, der schon 1938 einen Gliederungsversuch im Raum von Urach unternommen hatte. Von ihm stammen die Bezeichnungen $\delta 1$, $\delta 2$, $\delta 3$ und $\delta 4$.

[1]) Gedruckt mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Beim Versuch, mit Hilfe von streng horizontierten Fossilaufsammlungen die vertikale Verbreitung der einzelnen Ammoniten-Arten des Weissen Jura δ festzustellen, erwies es sich als nötig, H. ALDINGER's Gliederung nach Möglichkeit noch zu verfeinern. Denn nur so konnten Fossilfunde von verschiedenen Orten auf das genaueste nach ihrem relativen geologischen Alter eingestuft werden.

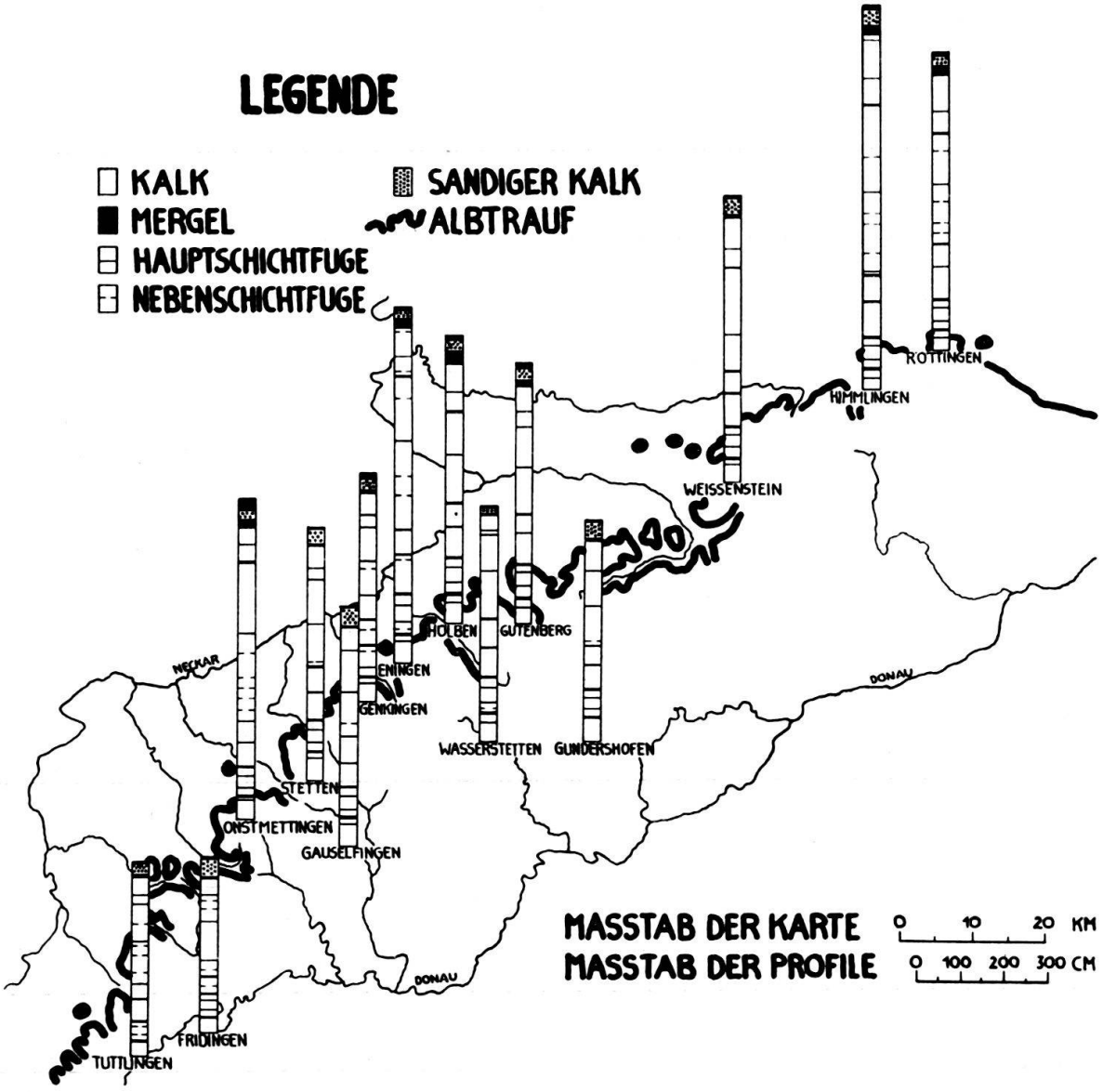


Fig. 1. Einige Profile im höheren Weissen Jura δ3 der Schwäbischen Alb

Es wurden daher etwa 65 Profile im ganzen Gebiet der Schwäbischen Alb auf die Bank genau aufgenommen. Dabei zeigte sich eine ganz verblüffende Übereinstimmung zwischen den einzelnen Profilen gleichen stratigraphischen Niveaus (vgl. Fig. 1). Der Rhythmus der Aufeinanderfolge dicker und dünner Bänke, bzw. des Wechsels von Kalk und Mergel, erwies sich als ein Mittel, Teilprofile auch dann einzustufen, wenn keine der von H. ALDINGER angegebenen Grenzen aufgeschlossen waren (vgl. B. ZIEGLER, 1955).

Von Ausnahmen abgesehen, bleibt die Mächtigkeit der einzelnen Bänke und Bankgruppen auch über grössere Räume hinweg erstaunlich regelmässig und konstant. Insbesondere der mittlere Weisse Jura $\delta 3$ kann als Beispiel eines vom Ries bis ins Hegau gleichbleibenden Bankungsrhythmus gelten. In anderen Horizonten nehmen zwar die Bankmächtigkeiten in einer bestimmten Richtung ab, so z. B. im oberen Weissen Jura $\delta 3$ und im unteren Weissen Jura $\delta 4$ in Richtung auf die obere Donau. Aber auch in diesen Fällen bleibt der Bankungsrhythmus gewahrt.

Zu ähnlichen Ergebnissen führten auch Untersuchungen E. SEIBOLD's (1950) im Weissen Jura β – der den Wangener Schichten des Aargau entspricht – und E. WEBER's (1941) im Weissen Jura δ des südwestfränkischen Jura. Neueste, vom Geologischen Institut der Universität Erlangen ausgehende Arbeiten im mittleren Weissen Jura der Frankenalb zeigen denselben Sachverhalt.

Es liegt auf der Hand, dass unter solchen Umständen absolute Gleichzeitigkeit in der Bildung der einzelnen Bänke über die ganze Schwäbische Alb hinweg vorausgesetzt werden kann. Ein Wandern der Fazies, das in anderen Fällen bei einer Bankparallelisierung vielfach berücksichtigt werden muss – z. B. bei Sandschüttungen – kommt hier nicht in Frage.

Die Schichtparallelisierung auf Grund des Bankungsrhythmus geht nicht immer reibungslos vonstatten. Es treten zuweilen Erscheinungen auf, die der als normal angenommenen Bankfolge nicht ganz entsprechen. Eine dieser Unregelmässigkeiten ist die Bankverschmelzung, bzw. Bankspaltung. Ausgehend vom Profil mit der stärksten Aufspaltung in Teilbänke wird mit wachsender Entfernung eine zunehmende Verschmelzung der Bankgruppe zu einer einheitlichen Kalkbank deutlich. Gewöhnlich geschieht dies unter Reduktion der Bankmächtigkeiten.

Ein anderer Faktor, der die Regelmässigkeit des Bankungsrhythmus oft sehr erheblich stört, ist die Riff-Fazies. Im oberen Jura Süddeutschlands treten neben der gebankten Fazies Schwammriffe von recht unterschiedlicher Grösse und Ausdehnung auf. Im Gebiet dieser Riff-Fazies und in der Regel auch in der nächsten Umgebung ist eine Bankparallelisierung nicht oder nur in den seltensten Fällen möglich. Die Mächtigkeit der einzelnen Bänke ist unter völlig willkürlicher Aufspaltung oft sehr erheblich und ganz unterschiedlich erhöht. Überdies weicht die Mergelführung gegenüber dem normalen Mass oft völlig ab.

Vereinzelt beeinträchtigt auch der regionale Wechsel im Kalkgehalt den Bankvergleich. So gehen z. B. in der mittleren Schwäbischen Alb stark mergelige Komplexe des obersten Weissen Jura $\delta 2$ gegen Osten in Kalkbänke mit dünnen Mergelzwischenlagen über. Solche faziellen Unterschiede zwischen den einzelnen Teilen der Schwäbischen Alb finden sich vorwiegend in Schichten mit etwas zurücktretendem Kalkgehalt, d. h. im Weissen Jura $\delta 2$.

Wie der übereinstimmende Bankungsrhythmus an weit auseinander liegenden Orten zu erklären ist, hat H. WEILER (1957) untersucht. Aufbauend auf den Arbeiten E. SEIBOLD's (1952) überprüfte er den Karbonatgehalt – d. h. vor allem den Kalkgehalt, da Beimengungen von $MgCO_3$ normalerweise vernachlässigt werden können – der Bänke zweier Aufschlüsse im oberen Weissen Jura β der östlichen Schwäbischen Alb, die etwa 25 km voneinander entfernt liegen. Dabei zeigte

es sich, dass nicht nur der Bankungsrhythmus, sondern auch der Karbonatgehalt der parallelisierten Bänke und Mergellagen und sein Rhythmus in beiden Profilen sehr weitgehend übereinstimmt (vgl. Fig. 2). Die Gleichförmigkeit des Bankungsrhythmus über weite Entfernungen ist also bedingt durch sehr gleichmässige Sedimentationsbedingungen.

Mit der Verwitterung ändert sich das äussere Erscheinungsbild eines Aufschlusses vielfach sehr erheblich. Frische Anschnitte zeigen darum oft nicht den typischen Bankungsrhythmus. Bei der Profilaufnahme ist also sorgfältig darauf zu achten, ob Unstimmigkeiten im Bankungsrhythmus real sind oder ob sie nur durch unterschiedliche Verwitterung vorgetäuscht werden.

Erst die Möglichkeit, mit Hilfe des Bankungsrhythmus Profile über die ganze Schwäbische Alb hinweg parallelisieren zu können, erlaubte die exakte Feststellung der Faunenfolge. Andere Möglichkeiten, Fossilfunde von verschiedenen Aufschlüssen auf das genaueste nach ihrem relativen geologischen Alter einzustufen, waren nicht gegeben. Wir dürfen ja keinesfalls Schichten, in denen z. B. ein und dieselbe Ammonitenart vorkommt, von vornherein als absolut gleichaltrig betrachten. Bei der Anwendung solcher Methoden würden wir unseren Untersuchungen gerade das zugrunde legen, was wir in jedem einzelnen Fall erst beweisen müssen – nämlich die Horizontbeständigkeit einer bestimmten Art.

Zugleich mit den Ergebnissen ammoniten-chronologischer Untersuchungen auf der Basis der Bankparallelisierung – auf die nicht näher eingegangen werden soll – konnten noch einige andere Resultate allgemeinerer Art gewonnen werden, die die geschilderte Arbeitsmethode und ihre Ergebnisse überhaupt erst aus dem engen, nur lokal bedeutungsvollen Rahmen herausheben.

Im mittleren Weissen Jura Schwabens gehört *Creniceras dentatum* (REINECKE) zu den kennzeichnendsten Ammonitenarten. Die Form besitzt ein ziemlich kleines Gehäuse mit nur etwa 2–3 cm Enddurchmesser. Die Wohnkammer nimmt etwa $^2/_3$ des letzten Umganges ein. Sie verlässt die normale Aufrollungsspirale, das Gehäuse erscheint dadurch mehr oder weniger stark knieförmig abgebogen. Der gekammerte Teil des Gehäuses und der hintere Teil der Wohnkammer tragen auf der Externseite eine Reihe von Zähnen, die über dem Gehäuseknick am stärksten entwickelt sind. Der Mundsaum ist beiderseits in gestielte, löffelförmige Ohren ausgezogen.

Da die Form gegen andere gleichzeitig lebende Arten klar abgegrenzt und zudem häufig ist, lag der Gedanke nahe, sie mit Hilfe von streng horizontiertem Material gründlich auf ihr stammesgeschichtliches und ökologisches Verhalten zu untersuchen. Erst jetzt zeigte sich ganz die erstaunlich grosse vertikale Reichweite der Art. Ihr erstes Auftreten fällt in den unteren Weissen Jura γ – der den Badener Schichten des Aargau entspricht –, etwa ans Ende des Vorkommens der *Sutneria platynota*. Ausgestorben ist die Art erst im mittleren Weissen Jura δ. Das bedeutet eine Reichweite über mehr als vier im Weissen Jura Schwabens ausgeschiedene Ammonitenzonen und eine vertikale Verbreitung durch über 70 Meter Mergel und Kalke!

Im Verlauf dieser vier Ammonitenzonen – von der *polyplocum*-Zone bis zur unteren *pseudomutabilis*-Zone – erleidet nun *Creniceras dentatum* eine charakteristische Veränderung seiner äusseren Form. Besonders deutlich wird dies an

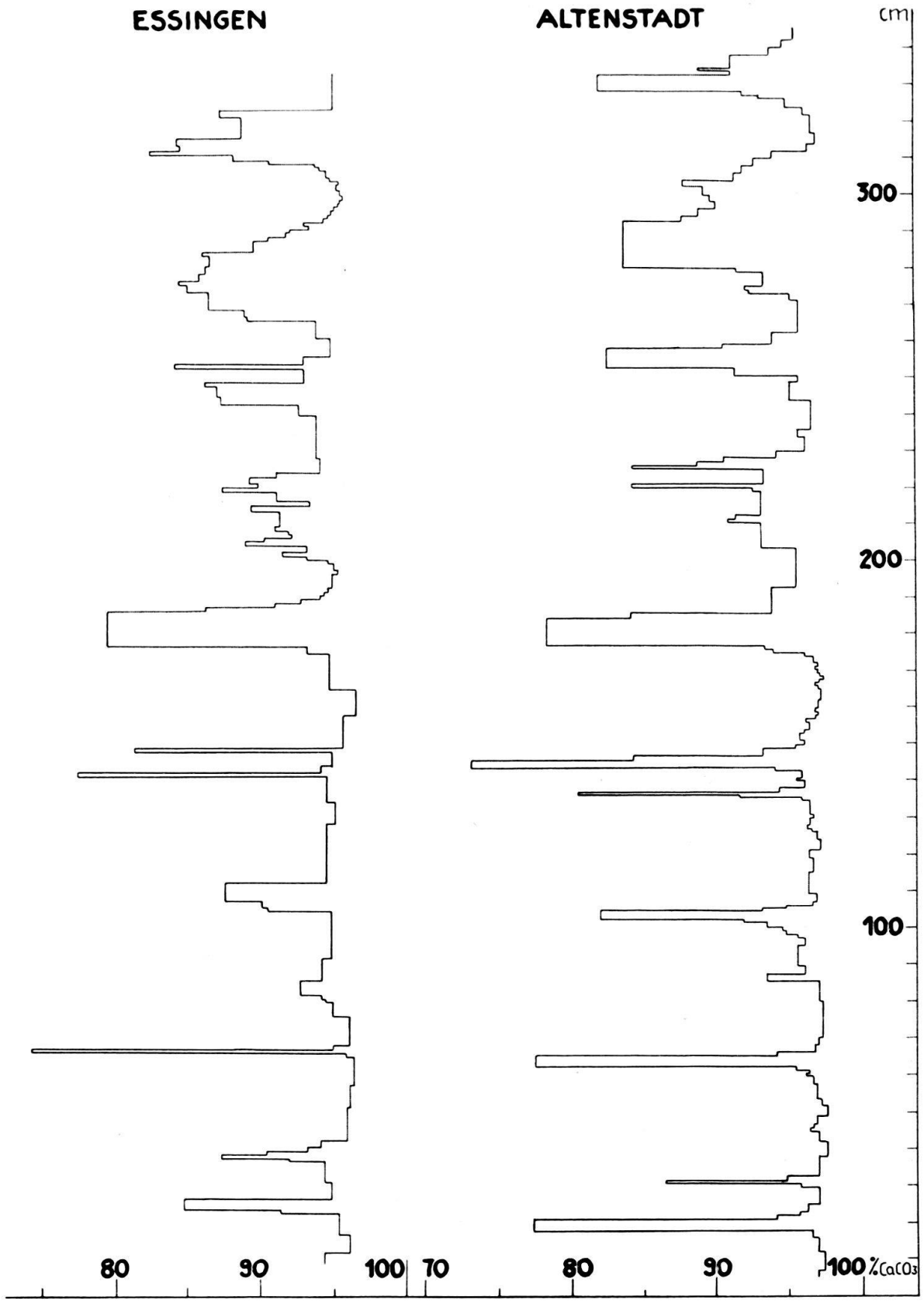


Fig. 2. Der Kalkgehalt im höheren Weissen Jura β von Essingen und Altenstadt (östliche Schwäbische Alb). (Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Dr. H. WEILER umgezeichnet aus H. WEILER 1957)

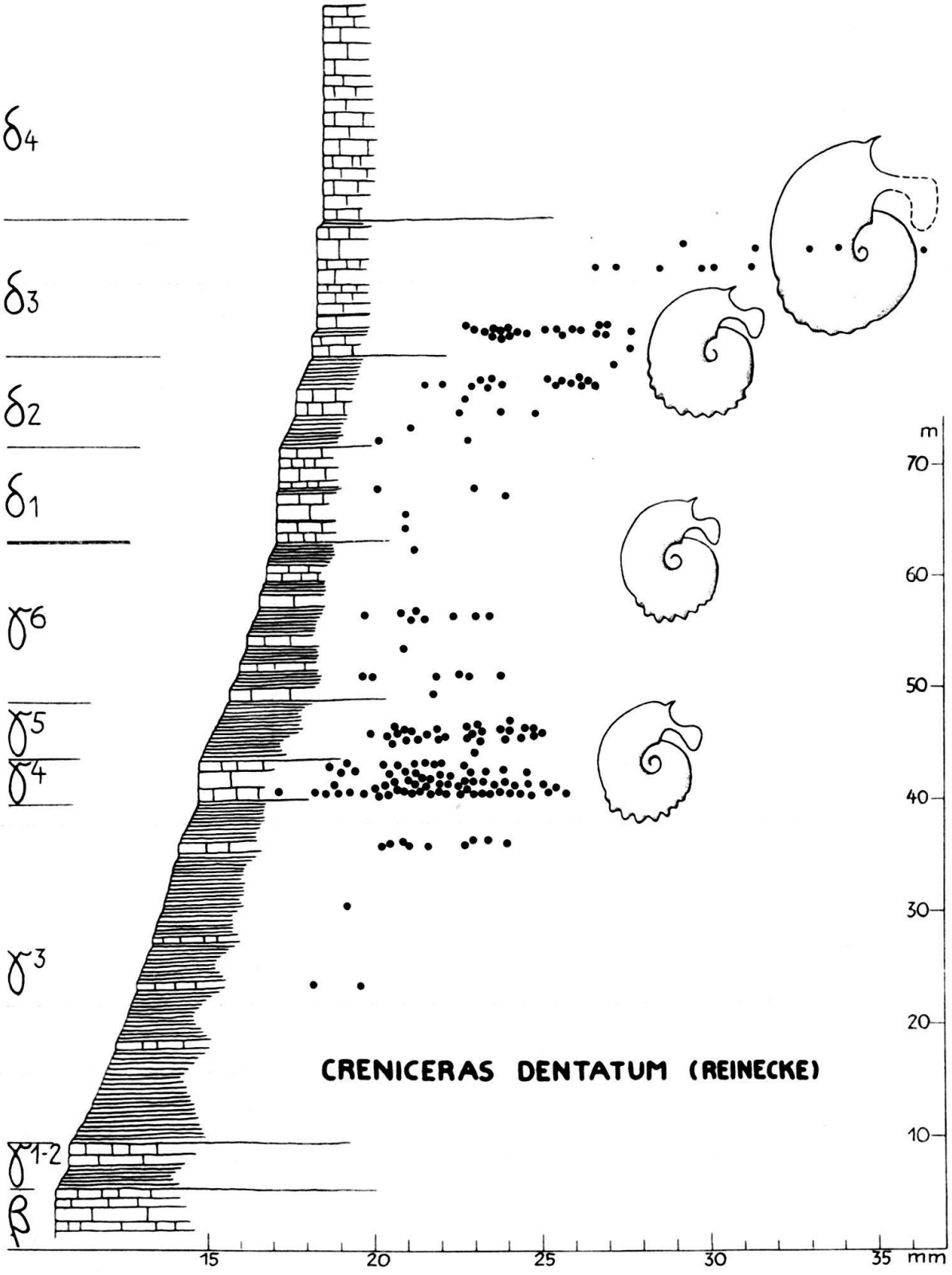


Fig. 3. Die Grössenzunahme von *Creniceras dentatum* (REINECKE) im mittleren Weissen Jura der Schwäbischen Alb

der Gehäusegrösse, der Endnabelweite und der Stärke der Externzähne. Die Art beginnt im unteren Weissen Jura γ mit einer Gehäusegrösse bei ausgewachsenen Stücken von etwa 18–22 mm und behält diese Grösse bis in den Weissen Jura $\delta 1$ hinein bei (vgl. Fig. 3). Im oberen Weissen Jura $\delta 2$ und im unteren $\delta 3$ liegen die durchschnittlichen Werte schon um 26 mm, und im oberen Weissen Jura $\delta 3$ erreicht die Gehäusegrösse 27–36 mm, also das Eineinhalbfache bis Doppelte des ursprünglichen Wertes.

Neben der durchschnittlichen Grössenzunahme geht eine Abnahme der Endnabelweite einher. Hier setzt jedoch die Abwandlung des Merkmals schon früher ein, nämlich im Weissen Jura $\gamma 6$. Überdies nimmt die Stärke der Externzähne, die schon im Weissen Jura γ gewissen Schwankungen unterworfen war, im Weissen Jura δ deutlich ab. Bei den Grossformen des oberen $\delta 3$ beträgt die durchschnittliche Höhe der Zähne im Verhältnis zur Windungshöhe nicht einmal mehr ganz die Hälfte des Wertes der Formen im Weissen Jura γ.

Man mag nun der Auffassung sein, dass die Formen des Weissen Jura γ und die des Weissen Jura δ in Anbetracht der geschilderten morphologischen Unterschiede überhaupt verschiedenen Arten angehören. Eine klare Abgrenzung so geschaffener Arten wäre allerdings infolge mannigfacher Überschneidungen völlig unmöglich. Es bleibt indessen die Tatsache bestehen, dass sich ein Kreis zusammengehöriger Formen während des mittleren Weissen Jura langsam und kontinuierlich in bestimmter Richtung abgewandelt hat.

Zwar sind diese Untersuchungen bisher nur im Gebiet der Schwäbischen Alb vorgenommen worden (vgl. B. Ziegler, 1957), doch scheinen manche neueren Funde von *Creniceras dentatum* aus dem Oberjura des Rhônetales für eine Allgemeingültigkeit des Formenwandels zu sprechen. Trotzdem bleibt die Frage zu prüfen, ob die Grössenzunahme von *Creniceras dentatum* nicht auf lokal wirksame äussere Einflüsse zurückgeführt werden kann. In Betracht kommt vor allem die Beeinflussung durch die Nähe und eventuell das Ausmass der Schwammfazies.

Mit der Grössenzunahme von *Creniceras dentatum* geht nämlich die Ausdehnung des Schwammriff-Areales einher. Die Schwammfazies hat indessen die Grösse der Art nicht beeinflusst. Populationen aus dem Weissen Jura $\gamma 4$ – d. h. der oberen *polyplocum*-Zone – aus drei verschiedenen Faziesbereichen zeigen nahezu übereinstimmende Maxima und Variationsbreite der Gehäusegrösse. Untersucht wurden zu diesem Zweck Stücke aus rein geschichteter Fazies nördlich von Urach, aus kleinen Schwammstotzen inmitten geschichteter Fazies von Erkenbrechtsweiler bei Urach und von Donzdorf, sowie aus einer schlecht geschichteten Partie mit Schwämmen inmitten des weiträumig verschwammten Gebietes von Bärenthal bei Fridingen.

Für die phylogenetische Grössenzunahme der Art sind auch regionale Einflüsse innerhalb der Schwäbischen Alb ohne Belang. Die aufgesammelten horizontierten Exemplare – etwa 230 Stücke – stammen aus den verschiedensten Aufschlüssen zwischen Ries und Hegau und fügen sich ohne Ausnahme in das skizzierte Bild ein.

Es ist anzunehmen, dass *Creniceras dentatum* in der Regel am Ort der Einbettung oder in nur relativ geringer Entfernung davon gelebt hat. Eine nachträgliche Zusammenschwemmung ist nicht wahrscheinlich. Insbesondere die Häufung der Formen im Randgebiet kleiner Schwammstotzen des mittleren Weissen Jura γ

könnte durch sie nicht befriedigend erklärt werden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die Tiere nicht nur frei schwimmend lebten, sondern dass sie mindestens zeitweise den Meeresgrund aufgesucht haben. In diesem Zusammenhang verdient auch Erwähnung, dass sich das Verhalten der Art gegenüber der Schwammfazies im Ablauf der Stammesgeschichte offensichtlich von Schwamm-liebender zu Schwamm-meidender Lebensweise gewandelt hat – sofern die bisherigen Untersuchungen hier schon ein halbwegs gesichertes Bild entwerfen können.

Eine völlig andere Art des Formenwandels in der Zeit zeigt eine andere Ammonitenform, von der ebenfalls mit Hilfe der Bankparallelisierung hinreichendes Material streng horizontiert aufgesammelt werden konnte. Es handelt sich um *Sutneria cyclodorsata* (Moesch), eine ebenfalls kleinwüchsige Form mit runden Windungen, die dichtstehende, zarte Rippen tragen. Die Rippenstiele sind zwischen Nabel und Flankenmitte vorwärts geneigt, dann aber scharf knieförmig rückwärts gebogen. Mit dem Knie auf der Flankenmitte erfolgt die Aufspaltung der Rippenstiele in drei bis vier feine Teilrippchen, die die Externseite überqueren.

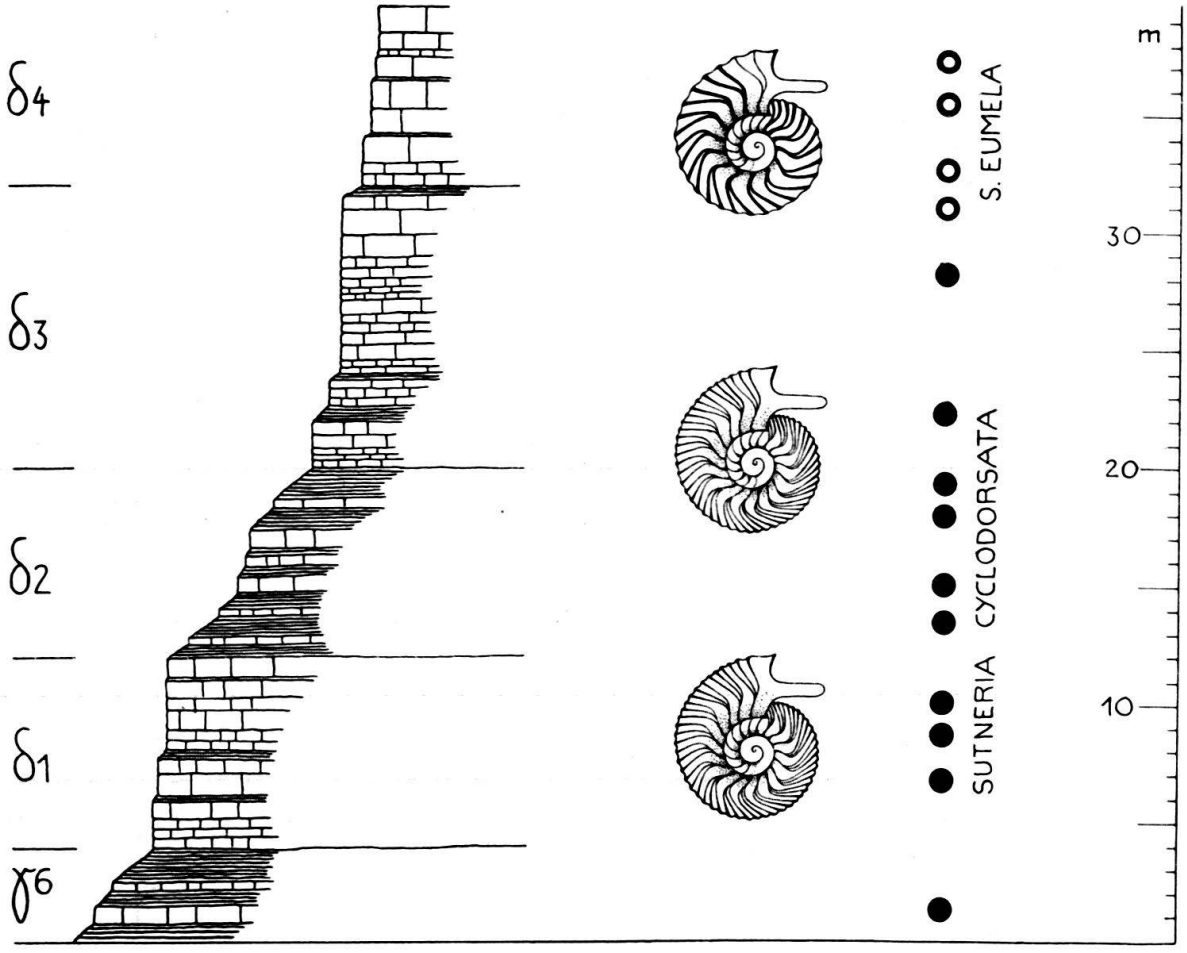


Fig. 4. Die Sutnerien des südwestdeutschen Weissen Jura δ

Von ihrem ersten Auftreten im unteren Weissen Jura γ an behält die Art ihren Habitus bei. Selbstverständlich kann eine gewisse Variabilität in Form und Skulptur festgestellt werden, doch überschreitet diese Variabilität nie einen gewissen Schwellenwert. Eine Weiterentwicklung der Art tritt nicht auf.

Im oberen Weissen Jura $\delta 3$ dagegen macht die Art einen stark beschleunigten Formenwandel durch. Die Rippen sind nicht mehr drei- bis vierspaltig, mit zarten Teilrippchen, sondern nur noch zweizinkig und grob. In dieser Gestalt tritt die Form, die jetzt *Sutneria eumela* (D'ORBIGNY) heisst, im obersten Weissen Jura $\delta 3$ und im $\delta 4$ auf (vgl. Fig. 4). Die Artumwandlung ist sowohl in Schwaben, wie in Südostfrankreich nachgewiesen, doch fehlen bisher Beobachtungen aus anderen Gebieten.

An der Grenze zum Weissen Jura ε scheinen die Sutnerien wieder – soweit dies die bisherigen Untersuchungen in diesen sehr fossilarmen und schlecht aufgeschlossenen Schichten beurteilen lassen – einen beschleunigten Wandel durchzumachen. Ihre Gehäusegrösse nimmt kräftig zu und zugleich erlöschen die Rippen auf der Externseite, oder schwächen sich doch mindestens stark ab. Die Form wird jetzt *Sutneria subeumela* SCHNEID genannt.

Es lassen sich demnach zwei verschiedene Wege der Artumwandlung unterscheiden. Der eine Weg wird durch das geschilderte Beispiel von *Creniceras dentatum* charakterisiert. Ihn haben ferner z. B. die Gryphaeen des unteren Lias oder die Kosmoceraten des oberen Dogger beschritten. Er ist gekennzeichnet durch allmähliche, kontinuierliche, fliessende Abwandlung der einzelnen Merkmale. Scharfe Schnitte zwischen den einander ablösenden Arten bestehen nicht. Die Artabgrenzung muss mehr oder weniger willkürlich bleiben.

Den anderen Weg beschritt die Gattung *Sutneria* im mittleren Weissen Jura. Hier sehen wir eine stark beschleunigte, wenn nicht gar sprunghafte Artumwandlung, auf die eine mehr oder weniger lange Zeit der Artkonstanz folgt. Die Schnitte zwischen den einzelnen, einander ablösenden Arten sind scharf. Die Abgrenzung der einzelnen Arten gegeneinander ist objektiv und gut. Es verdient vielleicht Erwähnung, dass nach den derzeitigen Kenntnissen Sedimentationsunterbrechungen mit Sicherheit und Wanderungen mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass auch die Paläontologie imstande ist, in manchen Fällen – jedoch leider keinesfalls immer – gute, scharf umrissene Arten aufzustellen. Die zuweilen geäusserte Auffassung, jede Artfassung in der Paläontologie sei künstlich und willkürlich, ist zweifellos vielfach berechtigt. Sie darf aber nicht verallgemeinert werden.

In der stratigraphischen Praxis werden vielfach Faunen ungleichartiger Zusammensetzung als ungleichaltrig angesehen. Dass indessen absolut gleichaltrige Faunen keinesfalls immer völlig gleichartig sein müssen, zeigte die Auswertung der auf der Grundlage der feinstratigraphischen Erkenntnisse aufgesammelten Cephalopoden des Weissen Jura δ in Schwaben. Es konnten im Gegenteil in mehreren Fällen recht erhebliche Unterschiede im Faunenbild einzelner Aufschlüsse festgestellt werden.

Selbstverständlich muss dabei von den mehr oder weniger streng faziesgebundenen Fossilien der Schwamm-Riffe wie Seeigel oder Brachiopoden abgesehen werden. Doch auch sie zeigen z. B. in der «Glaukonitbank» an der Obergrenze des Weissen Jura $\delta 3$ bei völlig gleicher – gebankter – Fazies recht auffällige Unterschiede, die indessen noch viel zu wenig bekannt sind. Bei Neuffen führt z. B. die

Glaukonitbank neben vereinzelten Belemniten und Seeigeln zahlreiche kleine Muscheln. Bei Hattingen/Baden dagegen herrschen die Seeigel. Brachiopoden sind schon wesentlich seltener, und die kleinen Muscheln fehlen fast ganz.

Diese Differenzen im Faunenbild, die am besten als Lokalfaunen bezeichnet werden können, zeigen indessen auch die Ammoniten. Solche Lokalfaunen besitzen jedoch kein völlig eigenständiges Gepräge, indem sonst unbekannte Arten auftreten und anderwärts verbreitete Arten fehlen würden. Was sie auszeichnet, sind Unterschiede in der prozentualen Zusammensetzung der Fauna aus den einzelnen Arten.

So findet sich z. B. in einem mergelreichen Horizont an der Basis des oberen Weissen Jura $\delta 2$ bei Gundershofen zwischen Münsingen und Schelklingen eine reiche Fauna, bestehend fast allein aus Perisphincten und Aspidoceraten. Andere Formen wie *Creniceras dentatum*, *Sutneria cyclodorsata* oder *Streblites levipictus* wurden nur in Einzelexemplaren gefunden. Völlig anders dagegen ist die genau gleichaltrige Fauna von Schlattstall bei Urach, oder auch die ebenfalls gleichaltrige Fauna von Unterhausen bei Reutlingen zusammengesetzt. In beiden Fällen dominieren die Strebliten und Creniceraten weitaus, Aspidoceraten und noch mehr die Perisphincten treten stark in den Hintergrund.

Die Anwendung der feinstratigraphischen Methode der Bankparallelisierung erlaubt nicht nur, paläontologische Fragen wie die Artumwandlung oder die regionale Verschiedenheit gleichaltriger Faunen zu klären – sie gibt auch Aufschluss über die geographischen, hydrologischen und klimatischen Verhältnisse der Vorzeit.

Die Ursachen für den Kalk–Mergel-Rhythmus überhaupt liegen noch sehr im Dunkel. Wir werden aber wohl nicht fehl gehen, wenn wir sie für den Oberjura Süddeutschlands im klimatischen Bereich suchen. Die Mergellagen sind dann am besten durch Zeitspannen kühleren oder stärker humiden Klimas zu erklären. Hierdurch würde nicht nur die Kalkausscheidung gehemmt, sondern überdies die Abtragung auf dem Festland intensiviert. Man wird sich den Vorgang am besten so vorstellen, dass eine zeitlich und räumlich starken Schwankungen unterworfene Mergelsedimentation durch periodische Kalkfällungen verschiedenen Ausmasses überlagert wurde. Diese Deutung wird jedenfalls den Geländebeobachtungen im Weissen Jura δ besser gerecht, als die Annahme kontinuierlicher Tonsedimentation, die E. Seibold (1952) für den Weissen Jura β ausgesprochen hat.

Allein die Tatsache der überaus grossen Regelmässigkeit des Bankungsrhythmus über weite Strecken hinweg gibt wertvolle Hinweise auf die Verhältnisse, die zur damaligen Zeit im Meere geherrscht haben müssen. Die Gleichförmigkeit des Kalkgehaltes – denn nichts anderes ist ja die Ursache des regelmässigen Bankungsrhythmus – ist nur vorstellbar in einem Meere, in dem die Temperatur, der Salzgehalt und die Durchlüftung während einer gewissen Zeit ausserordentlich gleichförmig waren. Diese Faktoren sind es vor allem, die die Intensität der Kalkfällung bestimmen – gleichgültig, ob sie nun rein anorganisch-chemisch oder mit Hilfe von Kleinlebewesen vor sich geht.

Der Umstand, dass die Kalkbänke überall regelmässig abgelagert wurden, dass nirgends ein Auskeilen von Schichten, Schrägschichtung und dergleichen zu beobachten sind, deutet ferner auf stilles Wasser, das durch keine stärkeren Strö-

mungen oder Wellen aufgewirbelt wurde. Doch ist es gerade dann besonders auffällig, dass Trümmer von Schwämmen in die Bänke eingelagert sind, die A. Roll (1934) als Riffschutt deutet. Es ist indessen wahrscheinlich, dass schon die Weichkörper der abgestorbenen Schwämme in Fetzen aufgelöst wurden, wozu vermutlich geringste Wasserbewegungen ausreichten, und dass diese Schwammfetzen treibend über das Meer verfrachtet wurden. Die eigentliche Verkalkung der Reste hat wohl erst mit ihrem Absinken auf den Meeresgrund stattgefunden. Es sei jedoch erwähnt, dass aus anderen Stufen des Weissen Jura (z. B. α und ζ) Riffschutt einwandfrei nachgewiesen ist.

Es ist also für die Zeit des Weissen Jura δ in Südwestdeutschland ein Meer von sehr einheitlichem hydrologischem Charakter anzunehmen. Sein Grund wurde durch keine Strömungen oder Wellenbewegungen aufgewirbelt. Das Ausmass der Kalkfällung – ausserhalb der Riffe – war abhängig von periodischen Klimaschwankungen.

Diese Einheitlichkeit des hydrologischen Charakters ist sehr überraschend, wenn man sich vor Augen hält, dass zur damaligen Zeit – also beispielsweise im Weissen Jura $\delta 3$ – der Meeresgrund in Schwammriffe und Räume normaler Bankfazies gegliedert war. Die Schwammriffe bildeten vielfach mächtige Kuppeln, die den nicht kolonisierten Meeresgrund oft beträchtlich, in vielen Fällen um fast 100 Meter, überragten.

Im unteren Weissen Jura $\delta 4$ sind nur noch vereinzelte Restlücken geschichteter Fazies vorhanden, die durch Riffgürtel von über 50 km Breite voneinander getrennt sind. Der Rhythmus der Bankfolge – mit nur relativ geringfügig veränderten Mächtigkeiten – ist aber in allen Fällen gleich. Dies ist nur erklärlich, wenn das Meer eine verhältnismässig bedeutende Tiefe besass, so dass einheitliche hydrologische Verhältnisse gewährleistet waren. Dass gelegentlich im Kerngebiet des Schwammwachstums die Schwämme bis in die Brandungszone emporgewachsen sein können, sei nicht bestritten. Mit Sicherheit nachgewiesen ist ein solcher Fall im mittleren Weissen Jura bisher allerdings nicht.

Es ist wohl selbstverständlich, dass andersartige hydrologische Voraussetzungen auch andere Arten der Bankung verursachen. Solche abweichenden Typen der Kalk–Mergel-Bankung mit rasch auskeilenden Bänken stellen u. a. der Muschelkalk, der Quintner Kalk und der süddeutsche Obermalmkalk dar.

Als Riffbildner grösseren Ausmasses treten die Schwämme fast ausschliesslich im Oberjura zwischen Aargau und oberer Weichsel in einem relativ schmalen, der Tethys nördlich vorgelagerten Streifen auf. Überall dort, wo sich Schwämme angesiedelt haben, lässt sich eine verstärkte Sedimentation nachweisen. Auf diese Weise wuchsen die verschwammten Areale langsam über den nicht besiedelten Meeresboden empor. Es entstanden kuppelförmige Bauten mit flachen Böschungen. Je früher die Besiedelung durch Schwämme stattgefunden hat, desto grösser wird in der Regel die Höhendifferenz zwischen Schwamm-Riff und dem nicht besiedelten Meeresboden sein. So ist es verständlich, dass in der südwestlichen Schwäbischen Alb, wo die Ausbreitung der Schwammriffe schon im tieferen Weissen Jura begonnen hat, das Relief sehr viel stärker ausgeprägt ist als in der mittleren oder östlichen Alb mit ihren viel später einsetzenden Bauten.

Wachsen zahlreiche einzelne kleine Keime von Schwammriffen zu einem einheitlichen Komplex zusammen, so entsteht ein Schwammkalk-Massiv. Es ist jedoch hervorzuheben, dass auch innerhalb der Massive kleine Flecken geschichteter Fazies vorkommen können – ebenso wie in die Bankfazies nicht selten vereinzelte kleine Schwammriffe eingelagert sind. Dadurch, dass die Massive aus einzelnen Keimen entstanden, bilden sie nicht einfache, weitgespannte Kuppeln, sondern zeigen eine recht unregelmässig gestaltete Oberfläche.

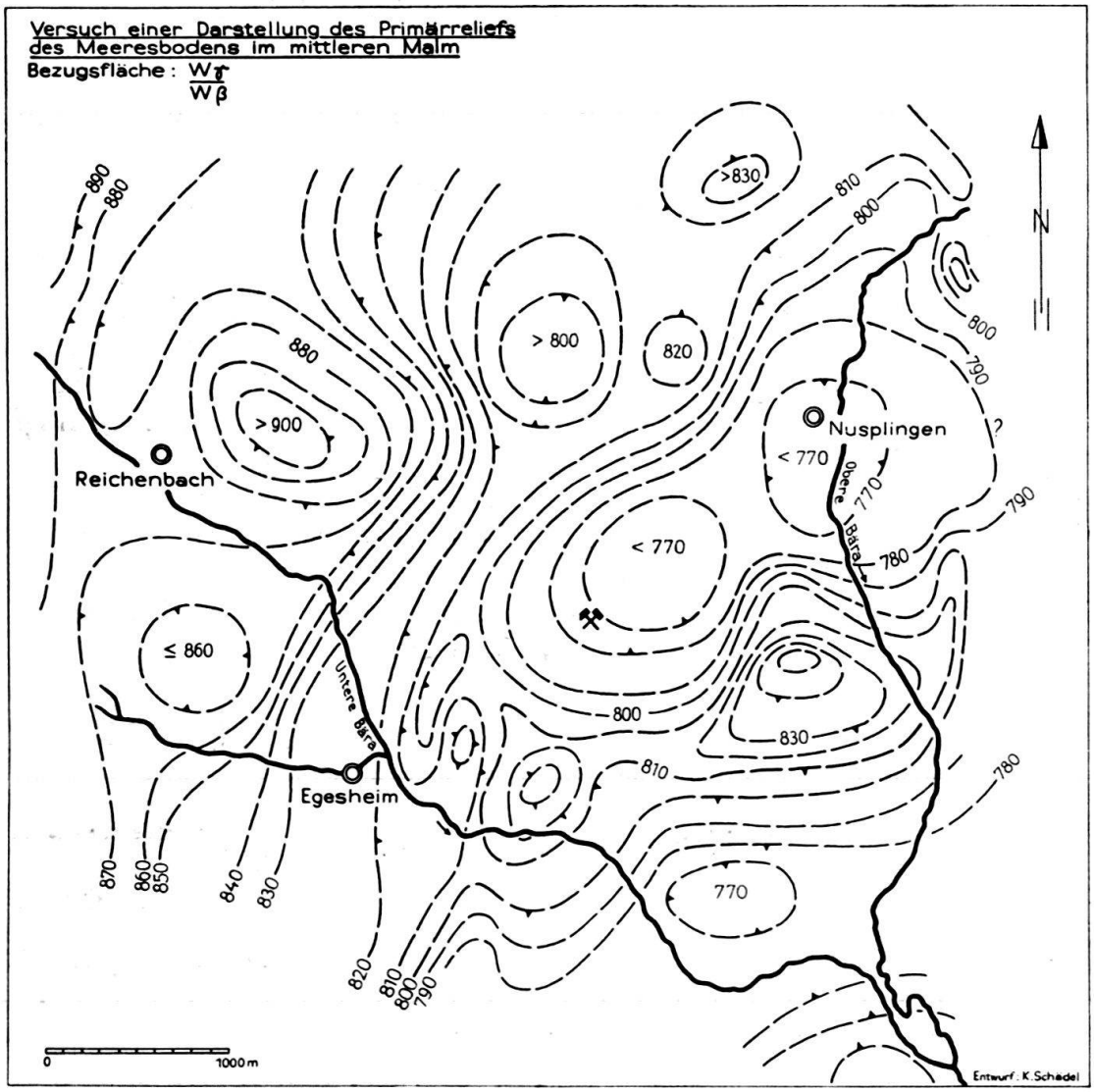


Fig. 5. Das Relief des Schwammkalk-Massivs von Nusplingen (südwestliche Schwäbische Alb) im untersten Weissen Jura γ (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Dr. K. SCHÄDEL)

Die feinstratigraphische Methode der Bankparallelisierung kann zur Rekonstruktion einer fossilen Riff-Oberfläche leider nicht herangezogen werden, da die Bankverfolgung in der Regel an der Grenze der Schwamm-Fazies ihr Ende findet. Zur Lösung dieser Aufgabe hat indessen K. SCHÄDEL in einem tektonisch ungestörten Gebiet einen gering mächtigen, faunistisch klar gekennzeichneten Fossilhorizont – die *platynota*-Zone – herangezogen (Vortrag anlässlich der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins in Donaueschingen 1956) (vgl. Fig. 5).

Die geographische Verbreitung der Schwammriffe in Südwestdeutschland ist noch keinesfalls völlig geklärt. E. DIETERICH (in G. WAGNER, 1950) deutet die Schwammbauten als Riffe, die der Küste vorgelagert waren und mit dem Südwärts-Wandern der Küste während des Oberjura sich ebenfalls nach Süden ausbreiteten. Neuere Beobachtungen scheinen diese herkömmlichen Vorstellungen indessen nicht völlig zu bestätigen.

Zur Klärung dieser Frage wäre es notwendig, mit Hilfe der Feinstratigraphie die exakte regionale Verbreitung der Schwammfazies zu verschiedenen Zeiten festzustellen. Eine solche Untersuchung wurde für den mittleren Weissen Jura $\delta 3$ durchgeführt; über die Ergebnisse soll jedoch an anderer Stelle berichtet werden, zumal eine Einzeluntersuchung nur einen Zustand, nicht aber einen Ablauf aufzeigen kann.

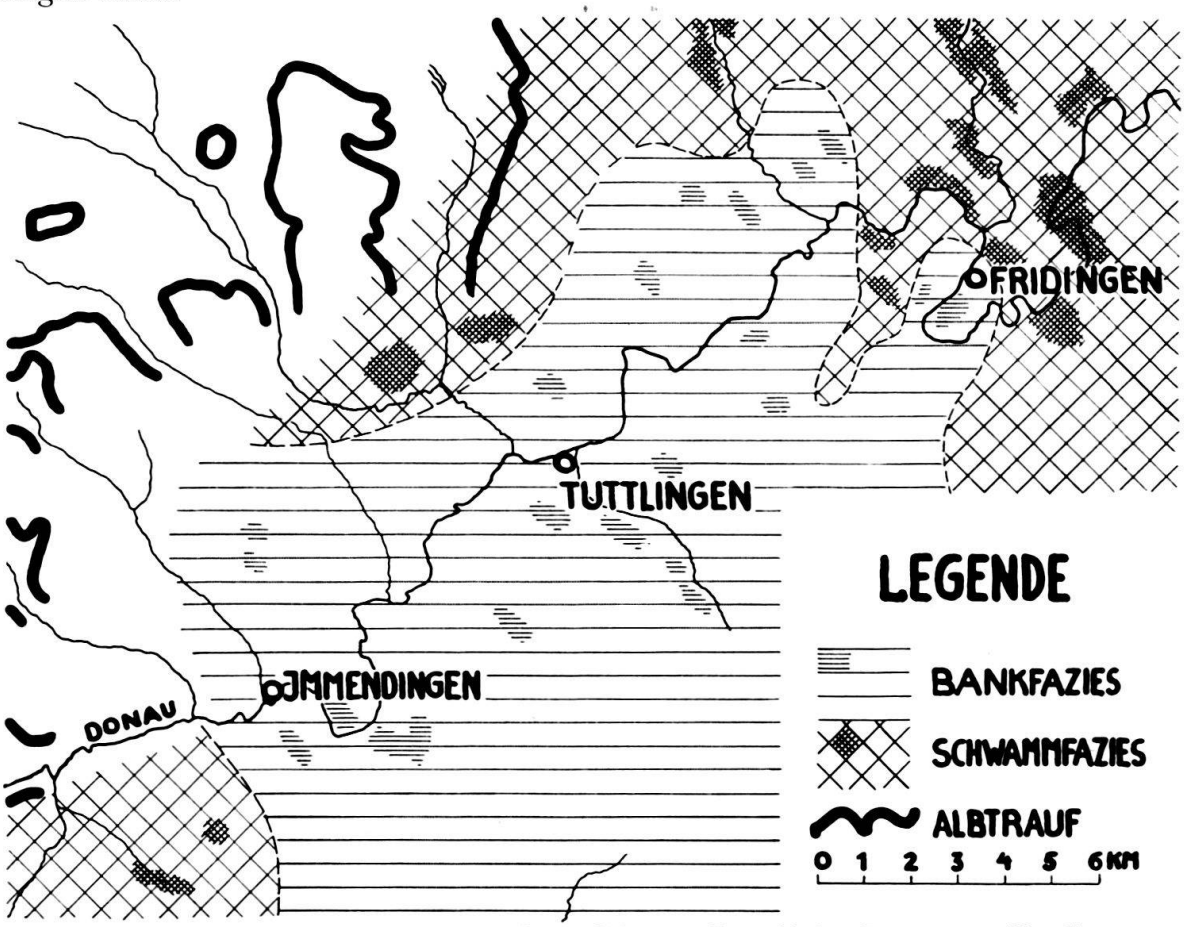


Fig. 6. Die Paläogeographie des mittleren Weissen Jura $\delta 3$ im Raum von Tuttlingen

Es kann indessen auch das stationäre Bild eines kleinen Gebietes einiges über das Verhältnis der Schwammfazies zur Bankfazies aussagen. Im tieferen Weissen Jura liegen die Schwammriffe mehr oder weniger isoliert inmitten der Bankfazies. Im höheren Weissen Jura dagegen bleiben aus dem weiträumig kolonisierten Gebiet nur kleine Flecken nicht besiedelten Meeresgrundes frei. Zur Zeit des mittleren Weissen Jura $\delta 3$ hält sich die Verbreitung von Bankfazies und Schwammfazies ungefähr die Waage. Ausgedehnte Schwammkalkmassive stehen grösseren Räumen normaler Sedimentation gegenüber. Die Begrenzung der Faziesbereiche ist unregelmässig, durch Buchten und Sporne aufgelöst und gegliedert (vgl. Fig. 6).

Stratigraphische Forschung ist nicht Selbstzweck. So bedeutsam immer feinere Gliederungen der Sedimentfolge für die Praxis auch sein mögen – Leben gewinnen sie erst mit der Kenntnis der Kräfte und Erscheinungen, die in jenen Zeiten wirksam waren, mit der Kenntnis der Formen von Land und Meer, mit der Kenntnis der Lebewelt, die uns ihre Spuren im Gestein hinterlassen hat, sowie mit der Kenntnis der Gesetzmässigkeiten, die Leben und Wandel der Organismen beherrschen. Die Untersuchungen, über die hier berichtet werden konnte, stellen auf dem Wege zu diesen Zielen nur einen Schritt dar.

ZITIERTE LITERATUR

ALDINGER, H. (1938): *Mächtigkeit und Fazies des Weissen Jura Gamma–Zeta in der Gegend von Urach (Schwäb. Alb).* – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. N. F. *27*, S. 63–68, Stuttgart.

– (1945): *Zur Stratigraphie des Weissen Jura Delta in Württemberg.* – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. N. F. *31*, S. 111–152, Stuttgart.

BEURLEN, K. (1927): *Stratigraphische Untersuchungen im Weissen Jura Schwabens.* – N. Jb. f. Mineral. Beil. Bd. *56*, B, S. 78–124, Stuttgart.

ENGEL, TH. (1877): *Der Weisse Jura in Schwaben.* – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ. *33*, S. 104–290, Stuttgart.

FISCHER, E. (1913): *Geologische Untersuchung des Lochengebietes bei Balingen.* – Geol. pal. Abh. N.F. *11*, S. 267–336, Jena.

HÖLDER, H. (1942): *Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Lauchheim (Ostalb).* – N. Jb. f. Mineral. Beil., Bd. *86*, B, S. 315–389, Stuttgart.

KOMMERELL, H. (1926): *Die Geologie der Achalmlandschaft und der St. Johanner Halbinsel.* – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. N.F. *15*, S. 19–54, Stuttgart.

MÜLLER, S. (1949): *Beiträge zur Geologie der Trochtelfinger Heide (Schwäbische Alb) und ihrer näheren Umgebung.* – N. Jb. f. Mineral. Abh. *90*, B, S. 379–427, Stuttgart. (Mskr. Dissertation, Tübingen 1941.)

QUENSTEDT, F. A. (1843): *Das Flözgebirge Würtembergs.* – Tübingen.

ROLL, A. (1934): *Form, Bau und Entstehung der Schwammstotzen im süddeutschen Malm.* – Pal. Zeitschr. *16*, S. 197–246, Berlin.

SEIBOLD, E. (1950): *Der Bau des Deckgebirges im oberen Rems-Kocher-Jagst-Gebiet.* – Neues Jb. f. Geol. Pal. Abh. *92*, S. 243–366, Stuttgart.

– (1952): *Chemische Untersuchungen zur Bankung im unteren Malm Schwabens.* – Neues Jb. f. Geol. Pal. Abh. *95*, S. 337–370, Stuttgart.

WAGNER, G. (1950): *Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands.* – 2. Aufl. Öhringen.

WEBER, E. (1941): *Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Wemding.* – Abh. d. Naturkde. u. Tiergarten-Ver. f. Schwaben e. V. Augsburg *3*, Augsburg.

WEILER, H. (1957): *Untersuchungen zur Frage der Kalk–Mergel-Sedimentation im Jura Schwabens.* Mskr. Dissertation, Tübingen.

ZIEGLER, B. (1955): *Die Sedimentation im Malm Delta der Schwäbischen Alb.* – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. N.F. *37*, S. 29–55, Stuttgart.

– (1957): *Creniceras dentatum [Ammonitacea] im Mittel-Malm Südwestdeutschlands.* – Neues Jb. f. Geol. Pal. Mh. 1956, S. 553–575, Stuttgart.