

Der Vogesensandstein. Rekonstruktion der Lebenswelt und der Landschaftsbilder zu Beginn des Mittelalters der Erdgeschichte

Von Jean-Claude Gall

Abbildungen Nr. 3–12 zu diesem Beitrag siehe Bildtafeln S. 40–44

Das heutige Landschaftsbild der Vogesen ist das Ergebnis einer langen erdgeschichtlichen Entwicklung. Über dem im Erdaltertum gebildeten und wieder großenteils abgetragenen Sockel, dem Grundgebirge, lagerte sich im Mittelalter der Erdgeschichte, dem Mesozoikum, eine mächtige Abfolge von Sedimenten ab. Sie nahmen zwischen dem damaligen skandinavisch-russischen Nordkontinent und einem im Süden liegenden Meer, der sog. Thetys, einen breiten Raum ein, das sog. germanische Becken. In einem Zeitraum von etwa 40 Millionen Jahren (ca. 240–200 Mill. v.Z.) entstanden hier folgende Schichten:

zuerst die klastischen, d.h. aus Trümmern älterer Gesteine bestehenden Ablagerungen des *Buntsandsteins* unter festländischen und flach-marinen Bedingungen, dann die karbonatreichen marinen Sedimente des *Muschelkalks*, zuletzt die festländisch (terrestrisch) beeinflussten Bildungen des *Keupers*.

Dieser Dreiteilung der Gesteine entspricht die germanische Trias, eine Einheit der geologischen Gliederung, die vor rund 150 Jahren benannt wurde (v. Alberti 1834). Diese Schichten wurden später zum Teil noch durch die des Jura überdeckt. Erst seit dem Übergang zur Neuzeit der Erde (Tertiär) wurden alle diese Sedimente durch eine infolge der Alpenfaltung ausgelöste Ausgleichsbewegung gehoben und verbogen. Zwischen den so gehobenen Randgebirgen der Vogesen und des Schwarzwalds sank gleichzeitig der Oberrheingraben ein. In der Folgezeit wurden die Deckschichten des Erdmittelalters (Trias und Jura) infolge der exponierten Lage auf den Randgebirgen großenteils wieder abgetragen.

Auf den Vogesen ist nur der Buntsandstein noch in größerem Umfang über dem Grundgebirge erhalten. Er besteht vorwiegend aus Sandsteinen, aber auch aus Konglomeraten und Tonen und hatte sich in einem relativ trockenen Klima aus Aufschüttungen der Flüsse in dem sich damals nach Süden ausweitenden germanischen Becken (s. Gliederung) gebildet. Seine nährstoffarmen Böden sind bis heute vorwiegend dem Wald vorbehalten. Die widerständigen Sandsteine bilden stellenweise Stufen über dem Grundgebirge und dienen im Oberrheingebiet weithin als Baumaterial.

Hier interessiert besonders der Übergang von der festländischen Paläogeographie des Buntsandsteins zum marinen Bereich der Überflutung durch das Muschelkalkmeer. Man kann ihn in den Vogesen besonders gut am südwestlichen Rand des damaligen germanischen Beckens erfassen. Der Ablauf der Ereignisse sowie die Dynamik dieser Geschichte werden verständlicher, wenn man stets zwei Forschungsquellen berücksichtigt: die Fossilien und das Gestein. Ihre Auswertung ist das Ziel einer Umweltwissenschaft, der Paläoökologie.

Unter diesem Blickpunkt werden verschiedene Landschaftsbilder beschrieben, die im Laufe des Buntsandsteins, d.h. vor ca. 240 Millionen Jahren, in den Vogesen einander folgten.

UNTERER MUSCHELKALK	Mittlere und obere Abteilung der Wellenkalkgruppe	
	Myacitenbänke	
	Muschelsandstein	
OBERER BUNTSANDSTEIN	VOLTZEN- SANDSTEIN	Lettenregion
		Werkstein
	Obere Zwischenschichten	
	Untere Zwischenschichten	
MITTLERER BUNTSANDSTEIN	Hauptkonglomerat	
	Oberer Vogesensandstein	
	Unterer Vogesensandstein	
UNTERER BUNTSANDSTEIN	Annweiler Sandstein	

Gliederung der
unteren Trias
der Vogesen

nach Müller und Schröder, 1960

I. Die Flußlandschaft des Vogesensandsteins

In den Nordvogesen ist der Buntsandstein ungefähr 500 m mächtig. Die kennzeichnende Ablagerung dieser Formation entspricht dem ca. 400 m mächtigen Vogesensandstein, auch Hauptbuntsandstein genannt. Er besteht aus roten, grobkörnigen, feldspatreichen Sandsteinen mit häufigen Geröllen. Die gut gerundeten Körner (Mittelwert der Korngröße: 0,25 mm) sind mit einem Eisenoxydhäutchen umgeben, das die rote Farbe ergibt.

1. Die Flutablagerungen

Im Aufschluß erkennt man, daß die Sandsteinbänke linsenförmig gelagert sind. Jede Bank entspricht einer Linse, deren Breite öfters mehr als 100 m beträgt. Ihre Basis erodiert die darunterliegenden Schichten. In den Bänken selbst verläuft die Schichtung schräg. Sie gibt die Strömungsrichtung an.

Jede Sandsteinlinse entstand als eine Sandablagerung, streng beschränkt in Zeit und Raum:

– im Raum durch die linsenförmige Gestalt, die auf eine Rinnenablagerung deutet,

– in der Zeit, weil die Ablagerung rasch voranging, denn die Strömung erlahmte allmählich von der Basis bis zum Dach der Bänke.

Dieses ergibt sich aus folgenden Beobachtungen: die Abnahme der Korngröße, die Anreicherung an Ton und der Übergang von der Schräg- zur Horizontal-schichtung. Solche Merkmale wie auch die Beständigkeit der Strömungsrichtungen sind typisch für fluviatile Ablagerungen. In dieser Hinsicht entspricht jede Bank einer Hochflutablagerung. Sie entstand als Sandbank in einem Fluß und stellt nur einen Augenblick dar in der Folge der geologischen Ereignisse: einige Stunden oder einige Tage. Aber zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ablagerungen konnten Jahre oder Jahrhunderte vorübergehen. (Abb. 3).

Im Gelände erkennt man, daß die Sandsteinlinsen stets die älteren Bänke erodieren. Dies bedeutet, daß die Flußrinnen auf einer flachen Schwemmlandebene hin und her pendelten. Der Transport von grobkörnigem Material benötigte starke Strömungen. Solche Verhältnisse sind lebensfeindlich. Deswegen sind keine Fossilien in den Sandsteinen vorhanden.

2. Die Stillwasserablagerungen

Der Vogesensandstein enthält Gerölle zweier Arten: gut gerundete Milchquarze oder Quarzit-Gerölle und rote Tongerölle. Die widerstandsfähigen Quarzgerölle wurden nach langem Flußtransport von einem im Westen liegenden Hochland eingeschwemmt. Die mehr zerbrechlichen roten Tongerölle sind größer und oftmals eckig. Der Transport war zu kurz für die Abnutzung. Diese Gerölle entstanden durch Aufarbeitung nahe abgelagerter Tonbänke. Im Aufschluß zeigen solche Tonlinsen horizontale Schichtung mit Oszillationsrippeln, die auf seichte Wasserbedeckung deuten, und Trockenrisse. Diese Verhältnisse entsprechen einer Stillwasserablagerung. In temporären Tümpeln, die vor aktiven Strömungen geschützt waren, haben sich tonreiche Sedimente abgesetzt. Solche Bedingungen sind günstig zur Entwicklung von Lebewesen. Deshalb findet man ab und zu in den Tonlinsen Zeugnisse biologischer Aktivität. Es handelt sich um Estherien, Krebstiere mit zweiklappiger Schale und um Kriechspuren oder Wohnbauten von Arthropoden. Dies ergibt also das Bild einer enttäuschend artenarmen Lebewelt. Die geographischen Verhältnisse der Buntsandstein-Landschaft ließen ein solches Ergebnis erwarten, denn unter einem warmen und ariden Klima trockneten die Wasserflächen rasch aus. Nur eine spärliche Fauna konnte sich an solche Verhältnisse anpassen. In dieser Hinsicht ist das Vorkommen von Estherien bedeutsam. Diese Krebstiere vollenden ihren Lebenszyklus in einer kurzen Zeitspanne, d.h. vom Ei bis zum fortpflanzungsreifen Tier genügen einige Wochen. Nach Austrocknung des Milieus werden die Eier vom Wind in andere Wasserpfützen geweht und die Tiere können dort ausschlüpfen. Andere Organismen verfügten leider nicht über eine vergleichbare Anpassung.

Über die Flora zur Zeit des Vogesensandsteins wissen wir wenig. Indirekte Be-
weise einer Vegetation treten nur an der Oberkante des Hauptkonglomerats auf,

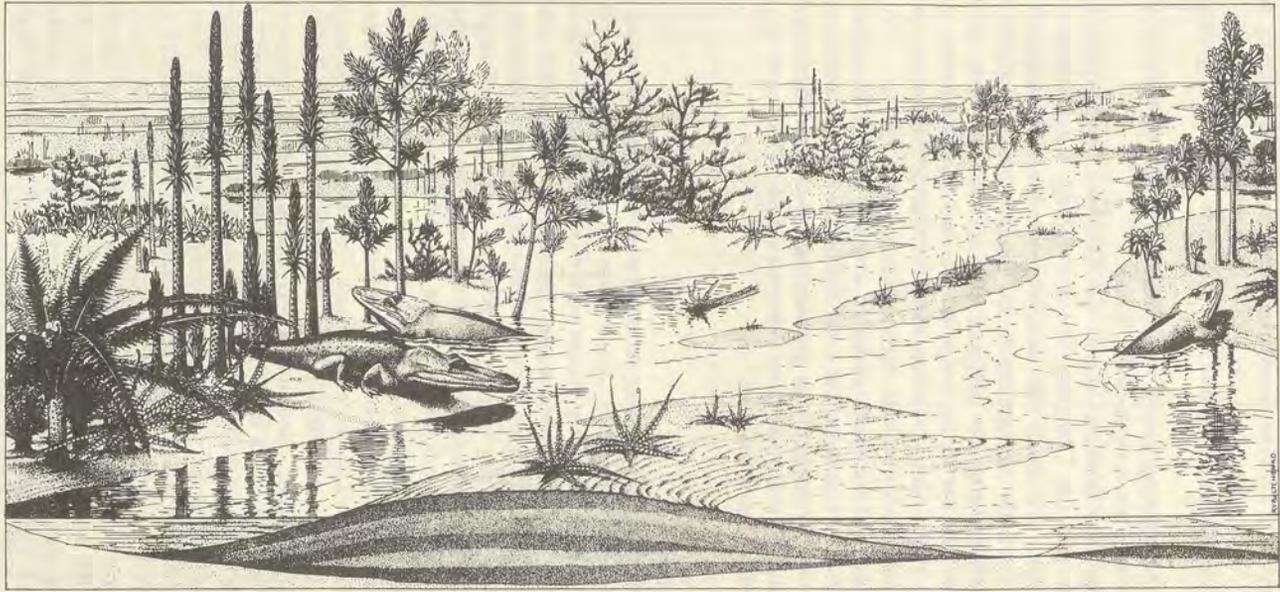
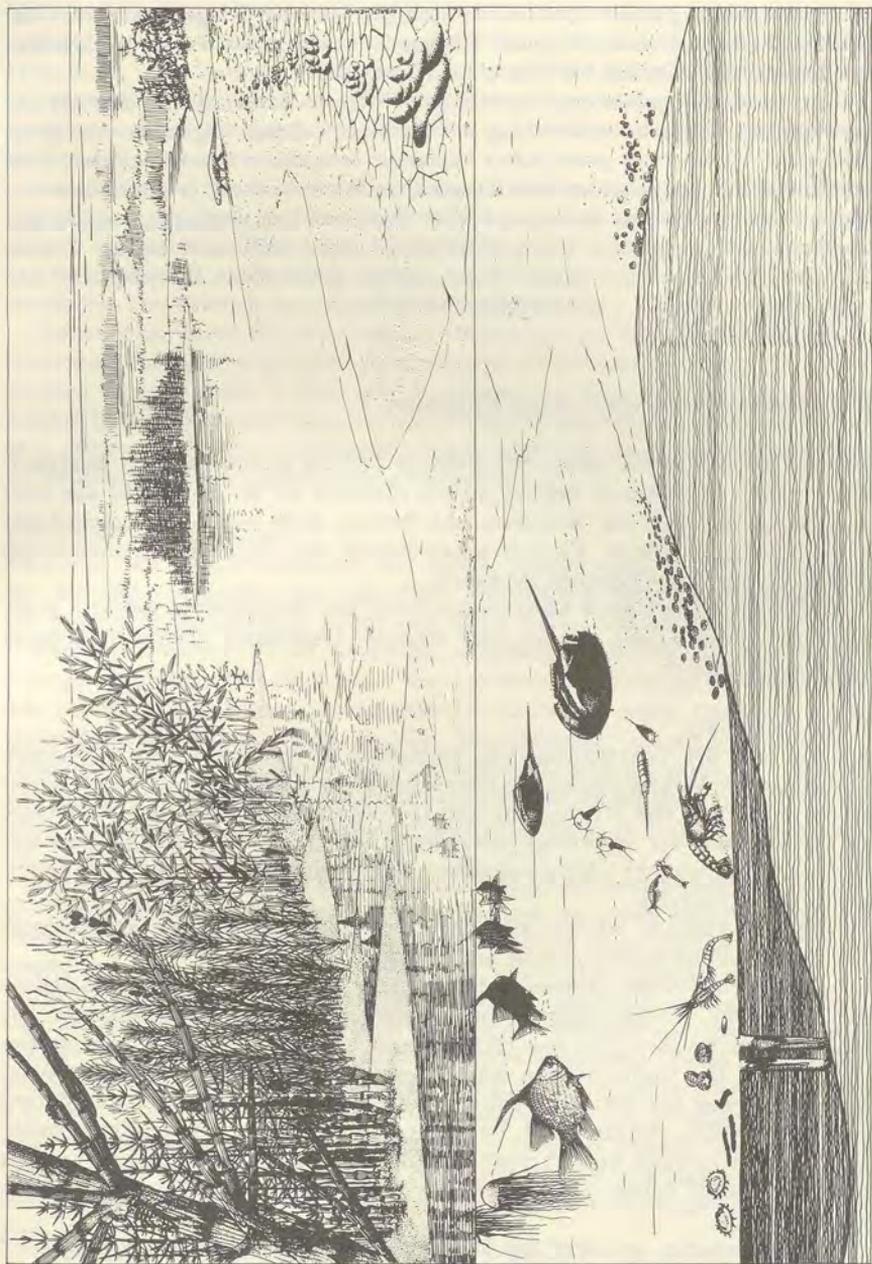


Abb. 1 Rekonstruktion einer Flußrinnenlandschaft des unteren Voltzien-Sandsteins. In der Rinne werden Sandbänke abgelagert. Am Ufer wachsen Farne, Schachtelhalme, Koniferen (Voltzial) und Bärlappgewächse (Pleuromeia). Dort leben auch Amphibien (Eocyclotosaurus) (nach J.C. Gall, 1981).

Abb. 2 Rekonstruktion eines temporären Tümpels des unteren Voltzien-Sandsteins. Im Wasser leben Quallen, Ringelwürmer, Linguliden (in Wohnbauten), Muscheln, Pfeilschwanzkrebse, Crustaceen und Fische. Das Ufer ist mit Schachtelhalmen und Koniferen bewachsen. Hier siedeln sich Skorpione, Spinnen, Tausendfüßler und Insekten an. Im Hintergrund ist ein Reptil (Chirotherium) zu sehen, das seine Fährte hinterläßt (nach J.C. Gall, 1981).



einer besonders geröllreichen Sandsteinfolge, die den Vogesensandstein abschließt. Es handelt sich um fossile Böden, die von Wurzeln durchadert werden. Die Natur dieser Pflanzen bleibt aber noch unbekannt.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich folgendes Landschaftsbild: Zur Zeit der Ablagerung des Vogesensandsteins lag ein fluviatiler Ablagerungsraum vor. In einem Netz hin und her pendelnder Flußarme entstanden Sandsteinlinsen. Zwischen den Rinnen befanden sich kurzfristige Wasserbecken, in denen eine verarmte Fauna lebte. Das Klima war heiß. Niederschläge wechselten mit langen Trockenperioden ab. Das Liefergebiet dieser roten Sedimente lag im Westen, dort, wo sich das rezente Pariser Becken später gebildet hat. Es entspricht dem „gallischen Hochland“ von BRINKMANN (1926).

II. Das Delta des unteren Voltzien-Sandsteins

Der Voltzien-Sandstein bildet den obersten Teil des linksrheinischen Buntsandsteins. Seine Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 20 m. Er besteht aus zwei Niveaus: an der Basis der Werkstein und darüber, dicht unter dem Muschelkalk, die Lettenregion. Beide Niveaus unterscheiden sich durch ihre sedimentologischen und paläontologischen Merkmale.

Zuerst wird der Untere Voltzien-Sandstein, der Werkstein, in Betracht gezogen. Drei Lebensräume wurden hier erkannt: Flußrinnen, temporäre Tümpel und Marsch-Bereich.

1. Die Flußrinnen

Wie zur Zeit des Vogesensandsteins entstanden Sandsteinlinsen in Flußrinnen. Jedoch ist der Voltzien-Sandstein wesentlich feinkörniger (Mittelwert der Korngröße: 0,15 mm) und Milchquarze oder Quarzit-Gerölle fehlen völlig. Außerdem ist die Streuung der Strömungsrichtungen größer. Dies bedeutet, daß der Flußlauf langsamer war. Er bildete wahrscheinlich Mäander und transportierte hauptsächlich Feinmaterial.

Auf dem Gelände erkennt man zwei verschiedene Kategorien von Sandsteinen: pflanzenführende Sandsteine und Bausteine.

– Pflanzenführende Sandsteine bilden graue Rinnenausfüllungen. Sie enthalten Tongerölle, Knochensplitter von Amphibien und häufig Pflanzenreste. Die Pflanzen können sehr groß sein (Stämme von 1 bis 2 m) und senkrecht im Gestein sitzen. Die Sedimentation solcher Lager ging rasch vorwärts, ohne merkliche Sortierung des Materials. Bei Hochflut wurde das Ufer von der Strömung erodiert. Gerölle, Pflanzen und Tierleichen wurden transportiert. Etwas später kam es dann zu einer Anreicherung disartikulierter Organismen, die nicht an Ort und Stelle gelebt haben. So bildeten sich „Lagerstätten“ von Fossilien allochthonen Ursprungs.

– Der Baustein, aus dem das Straßburger Münster errichtet wurde und der noch heute in mehreren Steinbrüchen gewonnen wird, ist von roter oder grauer Farbe, meistens auch bunt gefärbt. Er ist feinkörniger als die Pflanzenhorizonte und gut sortiert. Im Gelände bildet er linsenförmige Bänke von 50, 100 und

mehr Metern seitlicher Erstreckung (Abb. 4). Diese zeigen auf der Sohlfläche zahlreiche Strömungsmarken, während die Dachfläche mit einem Rippfeld bedeckt ist. Das Gestein selber besteht aus gradierter Millimeterschichtung mit Strömungstreifung, durch die Orientierung der Sedimentpartikel erzeugt, und Hufeisenmarken, die durch das Ausspülen des Sediments in der Nähe kleiner Hindernisse entstanden sind.

Das Sediment hat offensichtlich einen ähnlichen Ursprung wie die Pflanzenhorizonte, nur daß hier eine stärkere Transportkraft zur Abnutzung und Sortierung des Materials führte. Solche Verhältnisse behinderten die Entfaltung einer Wasserfauna. Von der Basis bis zum Dach der Bänke erlahmte die Strömung allmählich. Die Reihenfolge der Ereignisse war folgende:

Zuerst wird durch die Strömung die Rinne erzeugt; Sohlmarken entstehen. Dann wird Sediment abgelagert; es kommt zur Millimeterschichtung. Mit abnehmender Transportkraft bilden sich Rippelmarken. Zum Schluß setzt sich die Tonfraktion ab. Erst jetzt kann sich eine Wasserfauna entfalten. Im Gegensatz zu den pflanzenführenden Sandsteinen entstanden die Baustein-Körper weiter stromabwärts, bei der Ausmündung großer Flüsse.

2. Die temporären Tümpel

Zwischen den Sandsteinbänken sind öfters linsenförmige Tonlagen eingebettet. Sie sind von grüner oder roter Farbe, feinblättrig und öfters fossilführend. Die ausgezeichnet erhaltene Fauna und Flora wurde jahrzehntelang von einem elsässischen Amateur, Louis Gravogel, sorgfältig gesammelt. Sie bietet einen außergewöhnlichen Überblick über die Lebewelt des Oberen Buntsandsteins, d.h. vor ca. 240 Millionen Jahren (Abb. 5–12). Die meisten Tiergruppen sind vorhanden. Im Wasser lebten Quallen, Ringelwürmer, Linguliden, Muscheln, Limuliden, Crustaceen und Fische. Landbewohner waren Skorpione, Spinnen, Tausendfüßler, Insekten und Reptilien. Die Pflanzen bestehen hauptsächlich aus Schachtelhalmgewächsen, Farnen und Gymnospermen (z.B. *Voltzia*, Leitfossil der Trias).

Die Artenzahl der Tierwelt bleibt dabei gering; die verschiedenen Gattungen und Familien, sogar die meisten Ordnungen, sind nur durch eine Art vertreten. Ferner sind die Lebewesen klein gegenüber denselben Arten aus marinen Ablagerungen anderer stratigraphischer Stufen (z.B. *Myophoria vulgaris*).

Das bedeutet, daß im Voltziensandstein die Lebensbedingungen streng waren. Die Wasserfauna der Tonlagen stellt eine echte Lebensgemeinschaft dar; nach dem Tode wurden die Tiere keinem Transport ausgesetzt. Solche Verhältnisse ermöglichten die Konservierung der feinsten paläontologischen Dokumente, wie z.B. Quallen und Insekten-Eiablagen. Sie erklären auch, daß öfters beide Schalenklappen der Muscheln noch im Zusammenhang gefunden werden. Wurzeln *in situ* bestätigen, daß die Pflanzen in enger Nachbarschaft der Gewässer wuchsen. Hier lebten auch die vielen Uferbewohner, die ab und zu ins Wasser getrieben wurden (z.B. Skorpione).

Das gesamte Bild dieser Lebewelt führt auf seichte Wasserflächen zurück mit Sumpflvegetation und Landfaunen.

Die Tonlagen sind feingeschichtet. Jede einzelne Schicht (Lamina) ist gradiert. Diese Gradierung ist durch periodische Zufuhr detritischen Materials zu

erklären. Jede Einschwemmung von Sedimenten brachte auch Sauerstoff und Nahrung in das Milieu, und so vermehrte sich die Wasserfauna erheblich. Allmählich erlahmte die Strömung; das Wasser kam zum Stagnieren, Sauerstoff wurde spärlicher, manchmal kam es zu lokaler Trockenlegung und die Organismen starben den Massentod. Sie wurden dann stellenweise an der Oberfläche der einzelnen Schichten angehäuft und eingebettet. Mit der nächsten Sedimentlieferung fängt derselbe Zyklus wieder an.

Verfolgt man jetzt Schicht für Schicht die Verteilung der Tiere und der Pflanzen in einer Tonlinse, so ergibt sich von der Basis bis zum Dach der Lage das Bild einer allmählichen Verarmung der Wasserfauna und der gleichzeitigen Entfaltung der Pflanzen. Im obersten Teil solcher Tonlagen kommen öfters Trockenrisse oder Wurzeln in situ vor. Diese Beobachtungen bestätigen, daß im Laufe der Zeit die Trockenlegung der Wasserflächen und das Eindringen der Vegetation stattfanden.

Es ist möglich, die Sedimentationsgeschwindigkeit in solchen Wasserflächen zu erfassen. In einer 60 cm starken Tonlinse konnte man den biologischen Zyklus der in der Nähe lebenden Gymnospermen rekonstruieren. Im unteren Teil der Linse waren Pollenkörner angehäuft, was der Blütezeit entspricht. Es folgten darüber Schuppen männlicher Zapfen und schließlich die Samen. Eine derartige Abfolge kann sich innerhalb eines Jahres, vom Frühjahr bis zum Herbst, bilden. Das bedeutet, daß eine Sedimentlage (Lamina) innerhalb einiger Tage oder einiger Wochen entstand.

Die Seltenheit von Wühlspuren, verbunden mit lokaler Pyritführung, beweist, daß im Sediment selbst Sauerstoffmangel herrschte.

Das Fehlen echt mariner Organismen wie z.B. Cephalopoden oder Echinodermaten, die Häufigkeit euryhaliner Formen wie die Linguliden und das Auftreten von Steinsalzpseudomorphosen sowie der hohe Bor-Gehalt der Tonminerale sprechen für den schwankenden Salzgehalt der Gewässer.

Zusammenfassend entsprechen die Tonlagen Ablagerungen in Brackwasserbiotopen, Lagunen oder Tümpeln, die nach kürzerer Zeit austrockneten. Hier erfolgte durch rasche Einbettung in sauerstoffarmen Schlamm die Fossilisation der Wasserfauna sowie der eingeschwemmten Uferbewohner.

3. Der Marsch-Bereich

Dolomitische Sandsteine, die als Rinnenausfüllungen vorkommen, enthalten Foraminiferen, Muscheln und Schnecken. Sie beweisen stärkere marine Einflüsse. Diese Deutung ist auch gültig für tonige Lagen, die massenhaft Linguliden und Muscheln in Lebensstellung lieferten.

Solche Ablagerungen entstanden weiter stromabwärts im Strandbereich, wo der Sauerstoffgehalt des Sediments für die Endofauna günstiger war als in den temporären Tümpeln.

Die verschiedenen Lebensbereiche, die im Unteren Voltzien-Sandstein erkannt wurden, die Flußrinnen, die temporären Tümpel und der Marsch-Bereich, entsprechen dem vielfältigen Aussehen eines Deltagebietes. Zwischen einem Netz aktiver und pendelnder Arme lagen seichte brackische Tümpel und kurzfristige

Wasserbecken. Diese wurden von euryhalinen Meeresbewohnern besiedelt. Weiter stromabwärts erstreckten sich Lagunen mit deutlicheren marinen Einflüssen.

III. Die Transgression des Muschelkalkmeeres

Mit der Ablagerung des Oberen Voltzien-Sandsteins, der Lettenregion, tritt eine große Umwandlung ein. Die Bänke sind nur noch selten linsenförmig. Sie weisen im Gegenteil eine große horizontale Erstreckung auf, da die Schichtungsflächen jetzt parallel verlaufen. Also entstanden sie unter ausgedehnter Wasserbedeckung. Außerdem werden Dolomitbänke gelber Farbe häufiger und die Fauna ist echt marin. Vorhandene Arten sind diejenigen des Muschelkalkmeeres: Foraminiferen, Muscheln, Schnecken, Seeigel . . . Besonders bemerkenswert sind die zahlreichen Lebensspuren. Wühlgänge von Sedimentfressern und von Suspensionsfressern (z.B. *Rhizocorallium*) beweisen, daß das Sediment gut durchlüftet war. Fährten von Reptilien sind Indikatoren sehr geringer Wassertiefe.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich das Bild eines weiten Strandbereichs mit stark wechselnden Sedimentationsverhältnissen. Eine seichte Wasserfläche überdeckte tausende von Quadratkilometern. Hohe Salinitätsschwankungen werden bestätigt durch das massenhafte Auftreten von Linguliden in Lebensstellung.

Das Delta ist bereits ausgestorben. Das fortschreitende Einsinken des germanischen Trias-Beckens wird nicht mehr durch die Sedimentation ausgeglichen. Das Meer überflutet nach und nach das Deltagebiet. Es handelt sich um den Beginn der Transgression des Muschelkalkmeeres nach Westen.

IV. Zusammenfassung

Früher galt die Untere Trias als eine echte Meeresablagerung. Etwas später, anfangs dieses Jahrhunderts, sprach man gerne von der Wüste des Buntsandsteins.

In Wirklichkeit folgten sich zur Zeit des Buntsandsteins in den Vogesen drei verschiedene Landschaftsbilder: zuerst, mit der Ablagerung des Vogesensandsteins, eine fluviale Landschaft; dann, zur Zeit des Unteren Voltzien-Sandsteins, ein Deltagebiet; zuletzt, mit der Lettenregion, der Strandbereich des Muschelkalkmeeres.

Die Rekonstruktion dieser aufeinanderfolgenden Lebensräume der Vorzeit wurde nur möglich durch die Kombination der Ergebnisse aus Fossilien und Sedimenten. Sie bildet einen wesentlichen Einblick in die stets wechselnde Gestalt der Erdoberfläche.

LITERATUR

- ALBERTI, F. v. (1834): Beitrag zu einer Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation. - Stuttgart und Tübingen. Cotta'sche Buchh., 366 S.
- BRINKMANN, R. (1926): Tektonik und Sedimentation im deutschen Triasbecken. Z. deutsch. geol. Ges. 78, S. 52-74. - Hannover.
- GALL, J.C. (1971): Faunes et paysages du Grès à Volzia du Nord des Vosges. Essai paléoécologique sur le Buntsandstein supérieur. - Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr., 34. - Straßburg.
- GALL, J.C. (1972): Fossil-Lagerstätten aus dem Buntsandstein der Vogesen (Frankreich) und ihre ökologische Deutung. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh. S. 285-293. - Stuttgart.
- GALL, J.C. (1972): Permanence du régime de chenaux et de flaques dans les Vosges du Nord pendant toute la durée du Buntsandstein. - Sci. Géol. Bull. 25, 4, S. 307-321. - Straßburg.
- GALL, J.C. (1981): Faunes et flores à l'orée de l'ère secondaire. - Pour la Science, 40, S. 80-89. - Paris.
- GALL, J.C. (1983): Sedimentationsräume und Lebensbereiche der Erdgeschichte. Eine Einführung in die Paläoökologie. - Berlin, Heidelberg, New York.
- GRAUVOGEL-STAMM, L. (1978): La flore du Grès à Voltzia (Buntsandstein supérieur) des Vosges du Nord (France). Morphologie, anatomie, interprétations phylogénique et paléogéographique. - Mém. Sci. Géol., 50. - Straßburg.