

## Briefliche Mitteilungen.

### 1. Terrestrische Einflüsse bei der marinen Sedimentation und ihre Bedeutung.

Von Herrn E. WEPFER.

Freiburg i. Br., den 20. August 1921.

Nachdem durch EWALD neuerdings<sup>1)</sup> vorzügliche Beobachtungen über den Buntsandstein gemacht worden sind, rundet sich das allgemeine Bild von dessen Entstehung mehr und mehr.

Immer unzweideutiger wird die Anschauung, deren Prinzip zuerst JOH. WALTHER erkannt hat, daß nämlich, so gut wie in Meeren, auch ganz allgemein auf Kontinenten, — ob mit, ob ohne ständige Wasserbedeckung, — Sedimente sich anhäufen können, eben durch den Charakter der Buntsandsteinformation illustriert.

Was für den Buntsandstein gilt, mag auch für andere Formationen gelten: es ist weniger die Färbung, das Auftreten von mächtigen Sandmassen, auf die in diesem Zusammenhang Wert gelegt wird, — der Schwerpunkt soll nicht auf der Frage liegen, ob hier eine Wüste, oder ein anderes Charaktergebiet geherrscht hat. Im Vordergrund des Interesses sollen vielmehr alle diejenigen Bildungen stehen, die unzweifelhaft beweisen, daß hier keine ständige Wasserbedeckung geherrscht hat: so Fährten, so Trockenrisse, so Dünenbildungen, so jegliche Umlagerung einmal aufgehäuften Schichtmaterials innerhalb einer mehr oder weniger konkordanten Schichtfolge, so auch vielleicht gewisse Fossilanhäufungen.

Wo sie regional verbreitet und immer wieder in verschiedenen Horizonten einer Formation auftreten, wo ferner zeitlich dauernd und regional echt marine Faunen fehlen, da bestimmen jene den Charakter der Ablagerung, so im nichtmediterranen Buntsandstein und Keuper. Ja, selbst einzelne Bänke mit marinen Fossilien, das heißt einzelne

<sup>1)</sup> „Steinbruch“. XV. Jahrg. 1920, S. 78 ff., 100 ff., 114 ff.

marine Überflutungen, können daran nichts ändern: das Gesamtbild bleibt dasselbe.

Da nun einmal von den Anhängern der Anschauung, daß der Buntsandstein überwiegend mariner Herkunft sei, begreiflicherweise immer wieder Parallelen mit unzweifelhaft marinen Schichtfolgen hervorgeholt werden, um ihre Auffassung zu stärken, so muß die Frage aufgeworfen werden, in welcher Richtung derartige Vergleichsmomente überhaupt ausgewertet werden dürfen.

Von Kreuzschichtung, die ja auch in rein marinen Schichten, sogar oft mit vielen Versteinerungen vorkommt, — ich erinnere zum Beispiel an die Lothringer Minette —, kann abgesehen werden. Trockenrisse aber, Fährten und Umlagerungen bereits gebildeten Schichtmaterials innerhalb derselben etwa konkordanten Schichtfolge, das heißt vorübergehende Trockenlegungen, finden sich wohl in „marinen“ Schichtfolgen, sind aber dort mit Recht immer nur als eine Art Ausnahmen betrachtet worden, die die Regel bestätigen. Diese Ausnahmen dürfen aber nicht herausgegriffen werden, um die Übereinstimmung mit der Bildung von Formationen zu erweisen, in denen sie nicht Ausnahme, sondern Regel sind, ja geradezu den Formationscharakter, wie wir ihn zu erkennen glauben, bestimmen.

Es sei zur Erläuterung einmal der umgekehrte Weg gestattet: vergleiche ich a mit b, so kann ich auch b mit a vergleichen: Beobachtungen über solche Ausnahmen in marinen Schichtserien mögen sich häufen, — das erneute Interesse, das der Sedimentpetrographie seit den anregenden Ausführungen von ANDRÉÉ entgegengebracht wird, mag hierzu beitragen. Wenn nun auf der einen Seite der Buntsandstein als der Typus einer Ablagerung in einem nicht ständig und gleichmäßig wasserbedeckten Gebiet gilt, so ist es bemerkenswert, wenn Beweise für vorübergehende Trockenlegung auch in Gebieten mariner Sedimentation nachgewiesen werden, in Ablagerungen, über deren Entstehungsweise man sich bislang den Kopf im allgemeinen viel weniger zerbrochen hatte, als über die des bunten Sandsteins.

Wir dürfen den Spieß getrost umdrehen: es ist in neuerer Zeit durch SOERGEL<sup>2)</sup> in überzeugendster Weise dargetan worden, daß der überwiegendste Teil der fossilen

---

<sup>2)</sup> Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente. Stuttgart 1917.

Sedimente nicht am Grunde großer Ozeane entstanden ist, sondern daß sie Absätze von flachen epikontinentalen Meeresteilen darstellen, die von den uralten, permanenten Ozeanbecken aus immer wieder von Zeit zu Zeit vorübergehend über Teile der alten Kontinente übergegriffen haben. Mit dieser Auffassung ist eine ganze Fülle von Fragen gelöst; ich kann nur auf die SOERGELSche Arbeit selbst verweisen. Es wäre damit ein anderer Maßstab an die marinen Ablagerungen zu legen, die fast durchweg unter seichter Wasserbedeckung entstanden sind. Was vorher der Vorstellung die größten Schwierigkeiten machte, nämlich die Annahme von Trockenlegungen in großen Weltmeeren, paßt sich diesem neuen Rahmen mit viel geringerer Mühe, ja zwanglos ein. Ja, der größte Teil des grundsätzlichen Gegensatzes zwischen sog. „kontinental-terrestrischer“ und sog. „echt mariner“ Schichtbildung scheint mir damit behoben zu sein: beide spielen sich in ein und demselben epikontinentalen Rahmen ab, und dieselben Erscheinungen wiederholen sich hier, wie dort, nur daß im einen Fall die einen, im anderen Fall die andern die Überhand behalten.

Wenn in der Tat in marinen Schichtserien sich Erscheinungen kontinentalen oder — wir dürfen hier mit SOERGEL sagen — „epikontinentalen“ Charakters häufen, so sind damit weniger die kontinentalen Züge etwa des Buntsandsteins erklärt, und gewissermaßen gerechtfertigt, sondern umgekehrt: der Charakter gewisser mariner Schichtserien nähert sich mehr und mehr demjenigen der kontinentalen, der „zwischen den Zeilen“ herauszulesen ist.

Ein bekanntes Beispiel mariner Transgression in Südwestdeutschland bietet das Rät: seit jener Zeit herrscht nach gemeiner Auffassung, im Lias, Meeresbedeckung, denn wir kennen marine Fossilien aus allen seinen Zonen; aus seinen Zonen — was aber zwischen den Zonen, „zwischen den Zeilen“ zu lesen ist, ist damit zunächst noch nicht ausgesprochen. ПОМРЕКЪ<sup>3)</sup> hat meines Erachtens die Bedeutung der Zonengliederung, ausgehend vom süddeutschen Jura, zum erstenmal ins richtige Licht gerückt, und sein Gedankengang scheint mir durch SOERGEL (a. a. O.) in wichtigster Weise ausgebaut. Die Sedimentation geht nicht gleichmäßig vor sich, sie reißt oft plötzlich ab, neue Ge-

---

<sup>3)</sup> Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. 1914.

steine, neue Formen, ja neue Faunen setzen unvermittelt ein; an dieser Tatsache kann nicht gezweifelt werden. Ich<sup>4)</sup> habe seinerzeit geradezu von „fehlenden stratigraphischen Zonen“ gesprochen im Zusammenhang mit evtl. gänzlich und auf weite Erstreckung hin fehlender Sedimentierung. Diese Unterbrechungen des Sedimentierungsvorgangs lassen sich auf Schritt und Tritt im süddeutschen Lias und Dogger nachweisen: aus  $\alpha$  kennen wir Arietensteinkerne mit auf-sitzenden Austern, Serpeln<sup>5)</sup> usw. Entsprechendes ist im  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , dann wieder im  $\zeta$  beobachtet. Im Dogger  $\delta$  finden sich Coronatensteinkerne mit denselben Charakteren, ja selbst Macrocephalen zeigen oft dasselbe Merkmal, d. h. selbst zur Zeit der größten Ausdehnung mariner Transgression im Callovien wiederholen sich dieselben Eigenheiten, ebenso im Ornatenton. Im Zusammenhang damit sei an die Boller Ammonitenbreccie des Lias  $\zeta$  in Schwaben, ferner an die Kalkgerölle der Sowerbyzone erinnert. Alle diese Vorkommnisse müssen — im Gegensatz zu den Ausführungen des hochverdienten Pfarrers ENGEL<sup>6)</sup> — als Unterbrechung der Sedimentation, ja noch mehr: als Aufarbeitung bereits gebildeten Schichtmaterials gedeutet werden; so entstanden Gerölle, so konnten bereits entstandene Steinkerne mit Serpeln, Austern usw. bedeckt werden, so erklärt sich die Zusammenbackung bereits entstandener Fossilien.

Also hier überall, zwischen den Zeilen zu lesen, immer wieder deutlichst der Einschlag kontinental-terrestrischer Faktoren, die in den stets unterbrochenen Gang mariner Sedimentierung eingreifen, sie auseinanderreißend in eine Serie von sprungweise aufeinander aufsetzenden Zonen. Massenhafte Zusammenschwemmung von Formen, Belemniten-schlachtfelder und die so häufig auftretenden einzelnen abgerollten Belemniten, evtl. Massensterben von Organismen<sup>6)</sup> werden dadurch ebenso zwanglos erklärt, wie die Unvollständigkeit „natürlicher“ Stammreihen, wie das Auftreten von gänzlich kontinental-terrestrisch anmutenden Sanden innerhalb der marinen Serie, so der *Murchisonae*-Sande etwa im mittleren Zuge der

---

4) Ein wichtiger Grund für die Lückenhaftigkeit paläontologischer Überlieferung. Centralbl. 1916, S. 106.

5) Über Pseudoschmarotzer auf unseren Petrefakten. Württ. Jahresh., 51. Jahrg., 1895, S. LXXXI ff.!

6) WEPFER: Lückenhaftigkeit, S. 110.

schwäbischen Alb. Je weiter die Erforschung einzelner Schichten als solcher etwa in der Juraformation fortschreitet, um so mehr häufen sich die Anzeichen von Vorgängen in seichtem, ja seichtestem Wasser, ja geradezu „am Strande“. In besonders anschaulicher Weise sind neuerdings solche Beobachtungen von KESSLER<sup>7)</sup> für Rät-, Angulaten- und *Murchisonae*-Sandsteine gegeben worden, und besonderes Gewicht möchte ich auf seinen dort ausgesprochenen Hinweis legen, daß sich gewisse Sandsteinbänke in kürzester Zeit, ja mit katastrophaler Schnelligkeit gebildet haben müssen. Ganz allgemein sind auch meines Erachtens, wie ich (a. a. O.) ausgeführt habe, Schichten mit vielen, gut erhaltenen Fossilien verhältnismäßig rasch gebildet worden, sonst wären die Schalen bzw. allgemein die Hartteile vom Wasser „angelöst“ bzw. geradezu aufgelöst worden. Ebenso sind mir Schichten mit einem gewissen primären Gehalt an Bitumen, wie so viele Bänke etwa des Lias, ein besonders deutlicher Beweis für sehr schnelle Sedimentation, die nicht einmal dem rein organischen Bestandteil der Leichen genügende Zeit zu völliger Auflösung vor der Einbettung übrig ließ; umso günstiger ist dann natürlich die Erhaltung. — Beide Faktoren: gute Erhaltung und Bitumengehalt treffen bezeichnenderweise zusammen in derjenigen Stufe des Lias, in der die oben erwähnten Anzeichen von Sedimentunterbrechung weniger frappant sind, nämlich im Lias  $\epsilon$ , etwa von Holzmaden.

Wenn so auf der einen Seite die Zeit, die für die Bildung gewisser Schichten nötig war, recht kurz erscheinen möchte, so darf dieser Zeitgewinn ja nicht etwa als absoluter Faktor zur Einschätzung der Geschwindigkeit der Bildung ganzer Formationsabteilungen oder gar der Umbildung von Organismen verwertet werden. Denn dieser Zeitgewinn auf der einen Seite wird reichlich kompensiert durch die dieser ganzen Darstellung zugrunde liegende Vorstellung, daß zwischen Perioden der Sedimentierung oder schnellerer Sedimentierung umgekehrt Zeiten von ganz unbekannter Dauer liegen, in denen nicht, oder sehr viel weniger, sedimentiert wurde, bzw. bereits entstandene Ablagerungen wieder abgetragen und umgelagert wurden.

---

<sup>7)</sup> Über einige Erscheinungen an schwäbischen Rät- und Jurasandsteinen. Württb. Jahreshfte 1920.

Freilich, die Strandbildungen in fossilen Sedimenten bilden ein Problem, das zwar auch damit noch nicht restlos gelöst ist, dem wir aber unter dem Gesichtspunkt näher kommen werden, daß die größte Anzahl fossiler Sedimente in flachem Wasser gebildet worden ist, und daß bei ihnen, entsprechend dem epikontinentalen Flachseecharakter jener Meere, kontinental-terrestrische Einflüsse sich nicht etwa nur immer wieder von Zeit zu Zeit geltend machten, und den Gang mariner Sedimentation unterbrachen, sondern wohl die ganze Art der Sedimentation überhaupt ausschlaggebend beeinflussen mußten.

Es will mir nun scheinen, als ob die Grundbedingungen der Buntsandsteinablagerung — wenn wir von der Klimafrage absehen —, im ganzen klarer zutage liegen, als diejenigen mariner Serien, bei denen uns über das „Wie“ der Sedimentaufhäufung noch weniger Anschauung gegenwärtig ist, als bei Aufhäufung überwiegend terrestrischer Natur, denn die Vorgänge auf festem Land, mag es auch vorübergehend überschwemmt sein, beobachten wir, nicht aber diejenigen am Grunde des Wassers.

---

Überwiegend, oder — sagen wir hier — „rein“ terrestrische Ablagerungen zeigen auf größere vertikale Entfernung hin den gleichen Charakter, so z. B. Old Red, deutscher Buntsandstein. Mag auch das zum Aufbau der Gesteine verwendete Material ursprünglich verschiedenartig sein, so wird ihm doch durch die bezeichnenden Vorgänge der Verwitterung, Umlagerung, evtl. Bodenbildung, die letzten Endes — unter der Voraussetzung längere Zeit gleichbleibender Verhältnisse auch bezüglich des Klimas —, eben nur bestimmte Gesteinsbildung, nur ganz bestimmte chemische Vorgänge bedingen, schließlich ein und derselbe Stempel aufgedrückt. Der Vorgang solcher Gesteinsaufhäufung, wenn auch in unseren Klimaten selten beobachtbar, ist grundsätzlich klar, faßbar, und wir haben für die Beurteilung der Geschwindigkeit der Gesteinsbildung einen gewissen Maßstab: sie kann evtl. sehr groß sein. Lokal können in kürzester Zeit katastrophal gewaltige Gesteinsmengen aufgeschüttet, und damit im Zusammenhang evtl. katastrophal Organismen vernichtet werden.

Das andere Extrem der Sedimentbildung ist gegeben in Meeren, unter ständiger Wasserbedeckung, d. h. bei

größerer Entfernung des Strandes<sup>8)</sup>. Auch hier haben die Gesteine auf größere vertikale Erstreckung hin denselben Charakter, bzw. es machen sich periodische Wiederholungen (Kalk, Mergel, Ton) bemerkbar, so etwa im süddeutschen Malm. Zahlreiche marine Fossilien beweisen die Natur dieses Sediments, aber über die Geschwindigkeit der Ablagerung haben wir nicht mehr als Vermutungen, da der Vorgang der Ablagerung nicht beobachtbar ist.

Zwischen diesen beiden Extremen liegt nun die ganze große Menge derjenigen Sedimente, die wir zum Teil als terrestrisch; zum Teil als marin — wenn nämlich nur marine Fossilien darin vorkommen —, bezeichnen, deren Gesteinswechsel in der Vertikalen im Gegensatz zu den bisher genannten so sehr lebhaft sein kann. Unter stets wechselnden Bedingungen ist eben hier sedimentiert worden, die Wirkungen der beiden Grundprinzipien vermischen sich, und ist bei dem immerhin als „epikontinental“ (mit SOERGEL, s. o.) zu bezeichnenden Ablagerungsvorgang das Wasser salzig, und setzt sich seine Herrschaft immer wieder durch, so entstehen „marine“ Ablagerungen, im Gegensatz etwa zum deutschen Keuper, bei dessen Entstehung gewiß gleichfalls Wasser eine Rolle gespielt hat, bei dem aber terrestrische Charaktere die Oberhand behalten haben.

Ich bin mir dessen bewußt, hiermit wesentlich neue Beobachtungen und Tatsachen nicht gebracht zu haben; aber es kommt auf den Gesichtswinkel und auf die Gruppierung an. Die Gruppierung an sich bekannter Tatsachen hat sich aber — so will mir scheinen —, besonders durch die genannten Arbeiten von POMPECKJ und SOERGEL von selbst ergeben, und sie scheint mir so angelegt, daß sie der „aktualistischen“ Geologie nachgerade etwas

---

<sup>8)</sup> Von Tiefseesedimenten ist hier absichtlich nicht die Rede; der Nachweis, daß es wirklich echte Tiefseeablagerungen, auch fossile, gibt, die nach Art der von verschiedenen Stellen bekannten, tausende Kilometer vom jetzigen Strand entfernt gebildet sind, wird sich schwer führen lassen. Die bis jetzt bekannten echten sogenannten fossilen Tiefseesedimente dürften wohl eine ganz spezielle Fazies darstellen, die sich auch heute bildet in größerer Nähe der Kontinente, somit von ihnen, im Gegensatz zu den echten rezenten landfernen Tiefseeablagerungen, unmittelbar oder mittelbar, bezüglich des Gesteinsmaterials und insbesondere bezüglich der Schnelligkeit der Sedimentation beeinflusst ist.

Wasser abgraben könnte. Ich möchte meine seinerzeit (Lückenhaftigkeit, S. 113) geäußerte Anschauung, daß „nur ab und zu infolge rascher, verhältnismäßig plötzlicher Sedimentierung gewisse Abschnitte (der Zeit) ausnahmsweise und zufällig erhalten sind“<sup>9)</sup>, noch weiter ausbauen zu der Auffassung, daß Sedimentierung in der uns fossil geläufigen Form innerhalb der großen marinen Ablagerungsbecken überhaupt lediglich auf Teile ihrer küstennahen, flachsten Gewässer, d. h. auf durchaus epikontinentale Teile beschränkt war, im übrigen aber besonders in intrakontinentalen Ablagerungsgebieten, mit oder ohne ständige Wasserbedeckung, zur Auswirkung gelangte.

Damit nähern wir uns aber einer Auffassung, die die Aufschüttung von Sediment in der Art der meisten fossilen nicht als den herrschenden, oder gar gleichmäßigen Vorgang innerhalb eines „Ablagerungs“gebietes, nicht als die Regel betrachtet, sondern darin ein jeweils durch besondere Umstände veranlaßtes episodisches Ereignis von allerdings vielfach regionalster Bedeutung. Innerhalb dieser zum Teil regional wirkenden Sedimentationsvorgänge mögen da und dort besondere Unteretappen zu unterscheiden sein; im ganzen aber traten episodisch Vorgänge auf, in deren Folge plötzlich wieder einmal massenhaft Sedimentationsmaterial zur Verfügung stand, — aus Ursachen klimatischer oder tektonischer Natur, — in die Ablagerungsbecken gelangte, und dort niedergeschlagen wurde. Die Gesteinsbildung wurde neu belebt, gegenüber einer bisherigen Periode der Stagnation, d. h. zugleich mußten in verhältnismäßig kurzer Zeit die bis-

---

<sup>9)</sup> Ich glaube, trotz der Kritik, die neuerdings DACQUÉ in seinem vorzüglichen Werk: Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Bornträger 1921. S. 44, geübt hat, meinen Standpunkt beibehalten zu müssen. Meines Erachtens legt DACQUÉ den Schwerpunkt auf das Wort „zufällig“. Ich gebe zu, daß dieses Wort vielleicht hätte vermieden werden können. „Ausnahmsweise und zufällig“ ist für mich nur die Tatsache eingetreten, daß — evtl. regional — in bestimmten Zeiten sedimentiert oder schneller sedimentiert wurde. Daher der Hinweis auf die inzwischen erschienene, eben zitierte Abhandlung ПОМРЕКЪС am Schluß, daher auch am Eingang meiner Mitteilung der Hinweis darauf, daß wir überall die altbekannten Zonen wiederfinden. Wäre „zufällig“ = von Ort zu Ort wechselnd, bald zu dieser, bald zu jener Zeit, sedimentiert worden, so wäre diese Tatsache natürlich gänzlich unverständlich.

herigen Lebensverhältnisse, — etwa durch langanhaltende Wassertrübung —, gründlich geändert werden<sup>10)</sup>. Für einen größten Teil der Fauna und Flora des betreffenden Ablagerungsgebietes bedeutet ein solcher Vorgang eine Katastrophe.

#### Schluss.

Die Vorstellung von dem stets, wenn auch in geringer Menge, in den Sedimentationsgebieten niederfallenden Schichtmaterial, in das die Reste der Organismen hineingeraten, um auf diesem Wege fossil zu werden, als etwas regional gesetzmäßiges, scheint mir am Ende ihrer Glaubwürdigkeit angelangt zu sein. Die Betrachtung terrestrischer Gesteinaufhäufung lehrt uns etwas anderes: plötzlich wird in kurzer Zeit eine Schicht gebildet, katastrophal werden evtl. damit Tier- und Pflanzen-Gemeinschaften vernichtet, und können fossilisiert werden, wenn jene Schicht gleichfalls fossil wird, d. h. nicht nochmals Abtragungsvorgängen anheimfällt. Diese selben Gesetze müssen notwendig auch die epikontinentalen Wasserbecken beherrschen, in denen die überwiegende Mehrzahl fossiler Sedimente gebildet worden ist, nur daß die „Katastrophe“ auf dem Lande, gemildert durch das Medium des Wassers, in die Länge gezogen wird; der Vorgang verliert seine Plötzlichkeit, wirkt aber dafür unter Umständen auf größere Entfernung, — sein Charakter wird mehr derjenige einer Episode. — Episodisch tritt das Ereignis der Sedimentation ein, so im allgemeinen auf engste zusammenhängend mit der Fossilisationsmöglichkeit überhaupt.

---

<sup>10)</sup> Damit stehen vielleicht auch gewisse sogenannte Sedimentationszyklen im Zusammenhang.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Wepfer Emil

Artikel/Article: [1. Terrestrische Einflüsse bei der marinen Sedimentation und ihre Bedeutung. 39-47](#)