

Die Entstehung der Lebacher Knollen.

Von **Raphael Ed. Liesegang.**

I.

Die bisherige Bezeichnung der fossilumschließenden Eisenerzknollen von Lebach, St. Etienne usw. als „Shärosiderite“ ist irreführend. Manche Abbildungen in Lehrbüchern mögen der Befangenheit des Zeichners durch diesen Namen ihre prinzipiellen Unrichtigkeiten verdanken. In Wirklichkeit hat man es hier nämlich durchaus nicht mit jenen konzentrisch schaligen Anordnungen zu tun, welche die Einsetzung des Sphärischen in den Namen rechtfertigen würde.

Denn man spaltet bekanntlich den Knollen und der Fisch liegt dann in einer Ebene. Darüber und darunter befindet sich noch eine Anzahl weiterer Spaltungsflächen. Sie laufen der ersteren vollkommen parallel. Es ist kein Zweifel, daß dasjenige, was man bisher als sphärisch betrachtete, einer Schichtung durch gewöhnliche Sedimentation ihren Ursprung verdankt.

Es ist, als sei der Ton der Umgebung von den verwesenden organischen Bestandteilen des Fisches zusammengeklebt worden. Dadurch würde das Material bis zu einer gewissen Entfernung von den Kadavern eine zusammenhängende Masse bilden. Und da die große Affinität mancher Eisensalze zu den Eiweiß- und Bindegewebsstoffen bekannt ist, scheint der auffallend große Eisenreichtum dieser zusammengeklebten Tonknollen zuerst ganz einfach erklärbar. Die das Eisensalz chemisch, oder, wie die Kolloidchemiker annehmen, durch Adsorption festhaltende organische Materie könnte nachher ganz abgebaut und verschwunden sein. Die Rolle des Verkittenden wäre dann in bekannter Weise durch die kolloide Eisenverbindung übernommen worden.

Aber so einfach kann der Vorgang doch nicht gewesen sein. Zunächst wird nicht nur, wie z. B. bei den Stylolithen feinkörniges Material zusammengeklebt, welches sich unterhalb des Tieres befand. Vielmehr ist nach oben hin ebenso viel gefaßt worden wie nach unten hin und seitwärts. Die Verklebung ist also erst sehr lange Zeit nach der Ablagerung des Fisches erfolgt, d. h. nachdem viele Jahresschichtungen von Ton sich darüber abgelagert hatten. Die organische Substanz muß also zuerst lange Zeit unverändert am alten Platze geblieben sein. Erst sehr viel später kann sie abgebaut worden sein.

Ein zweites, was ebenfalls noch einer besonderen Deutung bedarf, ist folgendes: Die äußere Grenze des Knollens läuft der Begrenzung des Fischkörpers nur in ganz großen Zügen parallel, durchaus aber nicht in den Details. Der Paläontologe sieht darin nur eine unangenehme Zufälligkeit, wenn so oft eine Schnauzenspitze oder ein Schwanzende fehlt. Gerade aus solchen Unvoll-

kommenheiten kann der, welcher sich etwas mit dem Verlauf chemischer Prozesse in Gelen (z. B. gallertartigen Substanzen) beschäftigt hat, einen wichtigen Aufschluß darüber erhalten, in welcher Weise sich das ausgebreitet hat, was den Ton verkittete. Das gleiche „Versagen der Spitzen“ kann nämlich bei zahlreichen Diffusionsvorgängen beobachtet werden¹. Aus dem Vorhandensein eines solchen Abrundungsbestrebens kann man ableiten, daß der diffundierende Stoff draußen einen zweiten Stoff traf, mit welchem er sich chemisch umsetzen mußte. Letzterer setzt ihm in seinem Vordringen einen mehr oder weniger großen Widerstand entgegen und da an den Spitzen seine Reserven weniger rasch zur Verfügung sind als an den anderen Stellen, so nimmt z. B. ein gleichschenkliges Dreieck allmählich Kreisform an.

Bezeichnet man, um zunächst einmal einen möglichst neutralen Ausdruck für das zu haben, was die provisorische oder definitive Verklebung oder Zementierung des umgebenden Tons bedingt, die vom Fisch ausgehende Substanz mit A, so erfordert die Begrenzung der Lebacher Knollen für draußen die Annahme einer Substanz B, welche sich mit A chemisch umsetzte. Und zwar muß dies während des Vordringens von A der Fall gewesen sein; nicht vorher und nicht nachher.

Eine Fortbewegung durch Diffusion ist im abgesetzten Ton nicht allein sehr wohl möglich, sie ist sogar im feuchten Ton, vorausgesetzt, daß es sich nicht um eine Verschiebung der ganzen Masse handelt, die einzige Bewegungsmöglichkeit. Dazu ist natürlich ein zeitweises Gelöstsein wenigstens von A notwendig.

Ehe eine Arbeitshypothese für die Vorgänge versucht werden soll, möge noch einmal kurz die in physikalischer und chemischer Hinsicht wichtigen Befunde zusammengefaßt werden:

1. Die organische Materie der Fossilien ist direkt oder indirekt Ursache für die Verkittung des Tons in deren nächster Umgebung.

2. Diese Verkittung erfolgt erst dann, wenn sich zahlreiche neue Tonlagen durch Sedimentation auf dem Fisch abgelagert haben.

3. Bis dahin ist die organische Materie oder das, was in Form einer Pseudomorphose an ihre Stelle getreten sein sollte (= A), am alten Ort geblieben.

4. Erst jetzt tritt eine Wanderung von A ein. Nur eine Lösung von A kann dies ermöglichen.

5. Aus dem Abrundungsbestreben des diffundierenden A ist zu schließen, daß ein außen befindlicher Stoff B sich der Diffusion hindernd in den Weg stellte, indem eine chemische Reaktion zwischen A und B stattfand.

¹ R. E. LIESEGANG, *Kolloid-Zeitschr.* 10. p. 220. (1912.) — *Arch. f. Entwicklungs-Mechanik.* 32. p. 657. (1911.)

6. Es sei hier noch hinzugefügt, daß wenigstens eine provisorische Verkitung schon vor der teilweisen falschen Schieferung der Umgebung erfolgt sein muß. Die Knollen haben diese nämlich nicht mit erlitten.

II.

Das Eisen ist in Form von kohlensaurem Eisenoxydul in den Knollen enthalten.

G. STEINMANN hat 1889 die Möglichkeit angedeutet, daß der kohlen saure Kalk der Molluskenschalen sich dadurch aus den gelösten Kalksalzen des umgebenden Wassers bilde, daß die organische Materie des Molluskenkörpers kohlen saures Ammon bilde, welches fallend wirkt. Und G. LINCK hat 1909 die Vermutung ausgesprochen, daß das aus zerfallenden Eiweißkörpern hervorgehende kohlen saure Ammon mit den Kalk- und Magnesiumsalzen des Meeres Anlaß zur Dolomitbildung sein könne.

Man könnte an eine Übertragung dieser Anschauungen auf die Eisensalze denken: Daß sich postmortal eine Eisencarbonat schale im Sinne STEINMANN's gebildet habe. Aber selbst dann, wenn man die beim Abbau aus den organischen Phosphorverbindungen entstehenden anorganischen Phosphate hinzurechnet, würden diese Fällungsmittel schwerlich ausreichen, um die im Verhältnis zur ursprünglichen organischen Substanz so hohe Eisenmenge zu binden.

Die Möglichkeit einer größeren Anreicherung sei durch die folgende Arbeitshypothese angedeutet:

Das Eisen wurde vielleicht ursprünglich in der Hauptsache nicht als Carbonat, sondern als Schwefeleisen gefällt. Daß der Pyrit leicht mit endlicher Bildung von Spateisen oder Brauneisen verwittert, ist bekannt.

Nach den landläufigen Ansichten muß man allerdings mit dieser Hypothese vom Regen in die Traufe kommen. Denn die in Betracht kommenden organischen Substanzen sind doch nur sehr schwefelarm. Albumin enthält bei 50—55 % Kohlenstoff nur 0,3—2,2 % Schwefel. Aber es ist noch ein anderer Weg möglich, welcher von der organischen Substanz zum Schwefeleisen führt: Daß nämlich Sulfate von der verwesenden organischen Materie zu Sulfiden reduziert werden.

Schon 1844 hat J. ROTH¹ hierauf hingewiesen, indem er schrieb: „In den Steinkohlen, in der Kreide usw., wo nur immer organische Reste mit Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul zusammenkommen, entstand durch die Zersetzung der organischen Reste und einer langsamen Verbrennung ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs auf Kosten des Sauerstoffs des Eisensalzes eine Bildung von Schwefelkies, dessen Teile sich da anlegten, wo sie

¹ J. ROTH, „Die Kugelformen im Mineralreich.“ p. 19. (Dresden 1844.)

reduziert worden waren. Besaßen nun die organischen Substanzen kugelige, oder der Kugel nahestehende Gestalten, so nahm natürlich der Kies diese Form mehr oder weniger genau an, wie sich das an einer großen Menge Korallen des Kreidegebirges mit Bestimmtheit nachweisen läßt. Daher findet man auch nicht selten im Innern solcher Schwefelkieskugeln noch organische Substanz, wenn nämlich der gebildete Kies den Körper so vollständig umhüllte, daß ein weiterer Zutritt des schwefelsauren Oxyduls unmöglich wird. Schwefelkieskugeln aus der Braunkohle von Altenburg haben nicht selten einen Kern von Retinit, Produkt der unvollständigen Zersetzung der organischen Substanz, deren sämtlicher Kohlenstoff und Wasserstoff sich nicht zu oxydieren vermochte.“ BISCHOFF rechnete allerdings einige Jahre später noch mit dem oft so reichen Schwefelgehalt der Tange bei deren Schwefeleisenbildung. Aber nebenbei erwähnt er einen sehr wichtigen Versuch: Er versetzte ein Mineralwasser, welches Eisensalze und Sulfat gelöst enthielt, mit Zucker und ließ die Krüge mehrere Jahre luftdicht verschlossen stehen. Bei ihrem Öffnen zeigten sie Schwefelwasserstoffgeruch und einen schwarzen Bodensatz, der z. T. aus Eisenbisulfid bestand¹. Hier hatte also eine organische Substanz ein Sulfat reduziert, welches nicht in ihr enthalten gewesen war. WILH. OSTWALD erwähnt in seinem Lehrbuch, daß sich freier Schwefel zuweilen an Orten findet, wo durch Torf oder Braunkohle eine Zersetzung von Sulfaten stattfand. Die Erdölgeologen rechnen schon mit dieser Reaktion: HÖFER hatte bei Laboratoriumsversuchen gefunden, daß Erdöl auf die in Wasser vorhandenen Sulfate reduzierend wirkt. Sobald ein Quellwasser sulfatfrei gefunden wird, kann man mit Erfolg mit dem Bohren nach Petroleum beginnen. Auf eine Fällung von Eisen durch diese bei Sauerstoffabwesenheit neu entstandenen Sulfide wird man das Vorkommen von Schwefeleisen in den Diatomeenschalen des holländischen alluvialen Schlicks (VAN BEMMELEN 1886) und des Schwarzen Meeres (ANDRUSSOW 1897), in Foraminiferen (RHUMBLER 1892) und in Schnecken- schalen des Frankfurter Osthafens (DREVERMANN) in der Hauptsache zurückführen dürfen.

Rechnet man nicht allein mit dem natürlichen Schwefelgehalt, sondern auch mit dieser Reduktionswirkung, so wird man eher verstehen können, weshalb schließlich die Lebacher Toneisenknollen nach einer von LEPLA² mitgeteilten Analyse nach Abzug des Wassers 69,48 % Eisencarbonat enthalten können.

Eine zweite Beobachtung von BISCHOFF kann ebenfalls mit der Annahme einer primären Pyritbildung wohl in Einklang ge-

¹ BISCHOFF, Lehrb. d. chem. u. physik. Geologie. 1. p. 921. (1847.)

² A. LEPLA, Geol. Skizze d. Saarbrücker Steinkohleengebirges. Festschr. d. IX. Allgem. deutsch. Bergwerkstage. p. 18. (1904.)

bracht werden. Er betonte ausdrücklich, daß Verkiesungen und Versteinerungen in den Übergangskalken überhaupt nicht vorkommen, wohl aber in den Tonschiefern und in den Steinkohlenformationen. Es stand für ihn fest, „daß Ton die Eisenkiesbildung sehr begünstigt, der Kalk hingegen ihr hinderlich ist. Der Grund hierfür ist sehr schwer einzusehen.“ W. FELD hat diesen neuerdings gefunden¹. Bei seinen Versuchen zur Pyritsynthese, bei denen allerdings die Reduktionen durch organische Materie nicht in Betracht kamen, konnte er feststellen, daß basische Substanzen, selbst so schwache Basen wie Magnesia die Bildung von Eisenbisulfid verhinderten.

III.

Sulfat und Eisensalz können gleichzeitig, sogar gemeinsam, d. h. als Eisenvitriol zu der organischen Materie vorgedrungen und hier in Schwefeleisen umgewandelt worden sein. Obgleich schon hierbei eine seitliche Ausbreitung nicht ausgeschlossen war, wobei dann die sich lösende organische Materie die Rolle des Stoffs A, das Eisenvitriol diejenige von B spielte, so ist es doch wahrscheinlicher, daß dies erst später erfolgte.

Bis hierher mußte man mit der Abwesenheit freien Sauerstoffs rechnen. Allmählich rückte aber die Oxydationszone tiefer und erreichte die Pyritmassen. Es bildet sich intermediär, d. h. so, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur geringe Mengen davon vorhanden sind, Eisenvitriol. Dieses ist leicht löslich und vermag sich (als Stoff A) seitwärts auszudehnen. Es trifft dabei auf Carbonate (B), die mit ihm Eisencarbonat bilden. Die Konzentrationsverhältnisse der beiden Reagentien bedingen die Weite des Vordringens. Die Tatsache, daß nach Erreichung einer gewissen Grenze das Vordringen des Eisensalzes aufhört und nun nur noch Carbonate in den Innenraum wandern, kann leicht mit Diffusionsexperimenten nachgeahmt werden. Hierbei ergeben sich dann auch, wie schon erwähnt, die Spitzenversagungen.

Die Verkittung des Tons durch das so entstandene Eisencarbonat ist ein so bekannter Vorgang, daß hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Die fertigen Knollen können natürlich später noch zu Brauneisen verwittern. Die dabei entstehenden konzentrischen Figuren sind natürlich einfache Verwitterungsringe, die keinen Anlaß dazu geben sollten, von Sphärosideriten zu sprechen.

Paläont.-geol. Abt. d. Senckenberg-Museums, Frankfurt a. M.,
Dr. F. DREVERMANN.

¹ W. FELD, Zeitschr. angew. Chemie. 24. p. 99. (1911.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [1912](#)

Autor(en)/Author(s): Liesegang [Liesgang] Raphael Eduard

Artikel/Article: [Die Entstehung der Lebacher Knollen. 420-424](#)