

Ueber die rothe Farbe von Schichtgesteinen.

Von Friedrich Katzer.

Sarajewo, 24. März 1899.

In seiner äusserst anregenden Abhandlung „Über die eisenhaltigen Farbstoffe sedimentärer Erdboden und den wahrscheinlichen Ursprung der rothen Felsen“ (dies. Jahrb. 1899. I. p. 47 ff.) betont Herr W. SPRING im Abschnitt über frühere auf diese Frage bezügliche Mittheilungen, dass, wiewohl die Erkenntniss der Rothfärbung von Gesteinen durch Eisenoxyd allgemein sei, doch keiner der bisherigen Erklärungsversuche auf die Deshydratisirung der wasserhältigen Eisenverbindungen eingehe, bezw. dass „die Geologie die Frage der Entwässerung des Eisenoxydhydrates durch ein anderes Mittel als die Calcination bis heute noch nicht gelöst zu haben scheine“.

Dem gegenüber möchte ich mir den Hinweis erlauben, dass ich eine natürliche Erklärung der Rothfärbung limnischer und litoraler Schichtgesteine auf Grund meiner Wahrnehmungen im tropischen Brasilien abgeleitet und auszüglich veröffentlicht habe (PETERMANN's Geograph. Mitth. Mai 1897; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1898. No. 4). Bei dem geologischen Interesse, welches die Sache beanspruchen darf, mag gestattet sein, an dieser Stelle neuerdings darauf kurz einzugehen.

Das tropische Brasilien wird zum grossen Theil bedeckt von einer aus mehr oder minder intensiv rothen Thonen und Sandsteinen bestehenden Schichtenreihe, und insbesondere für die höheren Küstenebenen der atlantischen Litoralzone von Pernambuco nordwärts sind diese rothen Gebilde äusserst charakteristisch. Am auffallendsten machen sie sich wohl im unteren Amazonas-Gebiete bemerkbar. Auch weiter nördlich in Guyana sind sie vorhanden, sowie im Mündungsbereiche des Orinocco in Venezuela, von wo ich aus der Umgebung von Bolivar Gesteine untersuchen konnte, die sich von manchen Abarten aus Pará nicht unterscheiden. Die meisten dieser so weit verbreiteten Ablagerungen werden dem Tertiär zugezählt, was ich nicht für richtig halte. Der allergrösste Theil gehört nach seinem Schichtenverbande und nach seiner Entstehung zweifellos einer jugendlichen Bildungsperiode an und ist alluvial bis höchstens diluvial.

Im unteren Amazonas-Gebiete (Staate Pará), wo ich diese Gesteine näher studiren konnte, ist darunter weitaus vorherrschend ein eigenthümlicher, bald fein-, bald grobkörniger Eisensandstein, welcher auf einem riesigen Gebiet von vielen Tausenden von Quadratkilometern der einzige natürliche, an Ort und Stelle gewinnbare Gebrauchsstein ist und als Bau-, Pflaster-, Schottermaterial u. s. w. verwendet wird. Dieser von mir so benannte Parástein wird in den natürlichen und künstlichen Aufschlüssen selten in zusammenhängenden, gewöhnlich nur undeutlich gebankten Lagern angetroffen, sondern meistens bildet er grosse und kleine, zuweilen auch gigantische Blöcke, welche durch eine locker-sandige, oder sandig-thonige Zwischenmasse von einander getrennt werden. Diese Erscheinungsform tritt auf den Terrainerhebungen, wo die Erosion die Blöcke theilweise entblösst, wie z. B. auf der Serra do Escama bei Obidos, deutlicher hervor als in der Ebene und war eine Hauptveranlassung zur bekannten AGASSIZ'schen Hypothese einer ehemaligen Vergletscherung des Amazonas-Gebietes.

Vielfach herrscht das sandig-thonige Material derart vor, dass die Sandsteinblöcke nur vereinzelt darin eingebettet erscheinen. Ihre Oberfläche pflegt dann löcherig, grob cavernös zu sein, und oft sind die Blöcke auch von gewundenen Röhren durchzogen, was zusammen mit ihrer knolligen Gestalt auf Abscheuerung, Aushöhlung und Durchlöcherung durch anprallendes Wasser verweist. Die Aushöhlungs- und Auswaschungsvorgänge lassen sich überall im Amazonas-Gebiete am anstehenden Fels beobachten, wo sich beim Fallen des Hochwasserstandes der Flüsse Cascaden und Wirbel bilden, oder wo ein starker Wellenschlag das Gestade trifft. Die im thonigen Sand eingebetteten Blöcke sind zweifellos Überreste, oder gewissermassen erhalten gebliebene Kerne des durch bewegtes Wasser zerrütteten Parásteins.

Dieser Sandstein besitzt ein tief kirschrothes oder violettrothes, seltener zinnoberrothes hämatitisches Bindemittel, welches gewöhnlich feinkörnig krystallinisch, seltener schuppig, am seltensten erdig ist, immer einen ansehnlichen Antheil der Gesamtmasse des Gesteines bildet und oft derart vorherrscht, dass die wenig abgerollten Quarzkörner darin wie Einsprenglinge in einer Grundmasse eingeschlossen liegen und das Gestein ein Aussehen gewinnt sehr ähnlich einem an ausgeschiedenen Krystallen reichen rothen Porphyr. Die in der Nähe der Tagesoberfläche im Zerrüttungsdetritus liegenden Blöcke sind fast immer mit einer sandig-ockerigen Kruste umhüllt, gelber sandiger Ocker füllt oft auch die Cavernen in ihnen aus und ihre gesammte Färbung verliert an Intensität, verblasst und wird braun und gelb, offenbar durch Limonitisirung des hämatitischen Bindemittels. Es ist dies ein überzeugender Beleg, dass durch Einwirkung der gewöhnlichen subäolischen Verwitterungseinflüsse das rothe Eisenoxyd in gelbes Eisenhydroxyd umgewandelt wird.

Das Umgekehrte findet statt, wo Gesteine, die unter Wasserbedeckung mit Eisenhydroxyd durchsetzt wurden, trocken gelegt und der intensiven Licht- und Wärmeeinwirkung

der directen Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden. Dies geschieht in der Übergangsperiode von der Regen- zur Trockenzeit überall entlang den Flüssen und auf allen Inundationscampos¹ der ausgedehnten Amazonas-Niederungen. Aus dem eisenbicarbonathaltigen Wasser scheiden sich während der Inundation unter Zuthun der Humusstoffe humussaure Eisenverbindungen und Raseneisenstein ab, welche sich entweder zugleich mit lehmigem Schlamm absetzen und Morasterz bilden, oder den Sand verkitten und Eisensandstein erzeugen, oder auch andere Gesteine, über welche sich die Wasserfläche ausbreitet, überkrusten. Daher sind alle diese Niederungen von Eisensteinbildungen, leider meistens minderwerthigen Sumpferzen, bedeckt². Bei sinkendem Wasserstande werden diese Eisensteine blossgelegt und der ungehemmten Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Binnen Kurzem ist die Oberfläche roth gefärbt und die Hämatitisirung dringt mit der fortschreitenden Austrocknung in die Tiefe.

Ich habe diesen Vorgang bei Obidos, wo ich im Juni 1896 zu Beginn der Trockenzeit excursirte, unmittelbar beobachtet. Auf der Nordabdachung des Plateaus, auf welchem die Festung und der grössere Theil der Stadt steht, hatten sich von der Winterinundation zwischen dem Lago de Pauxis und dem Lago do Jaurá-tepauá³ einige Lachen erhalten, deren sandiger Boden nach der binnen wenigen Tagen erfolgten Austrocknung durch limonitischen Schlamm verfestigt war. Durch zeitweilige Regen wurde er immer wieder angefeuchtet, um rasch wieder auszutrocknen, wobei vorerst einzelne rothe Flecken und Striemen entstanden. Ich unternahm dann eine Expedition in das Waldgebiet der Serra do Curumú und konnte die betreffenden Stellen bei Obidos erst wieder nach drei Wochen besichtigen. Ich war überrascht, sie nun ganz roth zu finden: das limonitische Verfestigungsmittel des Oberflächensandes war hämatitisirt worden und ich konnte vom unterlagernden, nur schwach vercementirten Sande 1—3 cm starke Platten des so entstandenen ziemlich festen hämatitischen Sandsteines ablösen, der im Aussehen mit gewissen thonigen Abarten des Parásteines völlig übereinstimmte.

Die solcherweise binnen eines Monats stattgefundene Deshydratisation des Eisenhydroxydes beruht zwar auf demselben Process, kann aber doch nicht als Calcination aufgefasst werden, weil die Bodentemperatur bei Obidos auch in der Sonne nach meinen Messungen 42° C. nie übersteigt. Ich finde keine andere Erklärung, als dass die Entstehung des rothen Eisenoxydes durch das Zusammenwirken der Luftfeuchtigkeit, der Wärme und des intensiven Lichtes der directen Sonnenbestrahlung erzielt wird.

An den betreffenden Stellen bei Obidos bleiben die hämatitischen

¹ Auf den Begriff und die Eintheilung der Campos im Amazonas-Gebiete bin ich in meiner Abhandlung: „Eine Forschungsreise nach der Insel Marajó“ (Globus. 73. No. 5 ff.), näher eingegangen.

² KATZER, Auf der Lagerstättenuche im unteren Amazonas-Gebiete. (Sep.-Abdr. aus Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1898. p. 13 u. 24.)

³ KATZER, Die Stromenge des Amazonas bei Obidos. (Globus. 74. No. 3.)

Krusten nur in geschützten Lagen bestehen, sonst aber werden sie im Laufe der Trockenmonate erodirt und deflatirt. Da jedoch das rothe Eisenoxyd sehr beständig ist, wird es auch bei Umlagerungen auf secundärer Absatzstätte zunächst eine rothe Färbung des Sedimentes bedingen. Wird dieses nach der nächsten Inundation in der besagten Weise neuerdings hämatisirt, dann muss die Färbung eine intensivere und der Charakter des Gesteines immer mehr derjenige eines Eisensandsteines werden. Es ist klar, dass solcherart überall dort, wo die Inundation einen Detritusabsatz und die Durchdringung desselben mit Eisenhydroxyd bewirkt, allmählich mächtige Ablagerungen von Eisensandstein entstehen können.

Ferner ist leicht begreiflich, dass in derselben Weise die Uferlehnen der Flüsse, an welchen der Unterschied zwischen Hoch- und Niederwasser mehrere Meter beträgt, Jahr für Jahr in dieser ganzen Höhe von Eisenhydroxyd durchsetzt und dann hämatisirt werden können. Dass sich hierbei den Wasserständen entsprechende horizontale Bänder von mehr oder minder intensiver Rothfärbung bilden können, bedarf keiner näheren Erläuterung.

In allen diesen Fällen handelt es sich allerdings nur um die freilich für das Auge auffälligste Rothfärbung der Oberflächengesteine, die überschwemmt und wieder trocken gelegt werden. Aber auch in den Ablagerungen, die immer vom Wasser bedeckt bleiben, kann eine Deshydratisation des Eisenhydroxydes und somit eine Rothfärbung stattfinden, wie ich glaube, in der von WITTSTEIN beobachteten Weise, dass Eisenoxydhydrat, sobald es mit anderen Körpern keine Verbindung eingeht, auch unter Wasserbedeckung sein Constitutionswasser allmählich verlieren und in krystallinisches Eisenoxyd übergehen kann (Vierteljahrsschr. f. Pharmacie. I. p. 275). Ich bin aber vollständig überzeugt, dass nach Analogie des oben auseinandergesetzten subäolischen Vorganges auch dieser subaquatische Process in den Tropen durch die gleichmässige Wärme und tief in die Gewässer eindringende Lichteinwirkung der directen Sonnenbestrahlung wesentlich gefördert wird. Durch diese Agentien ist nach meiner Ansicht der rothe Parastein mit dem mehr oder minder krystallinischen Hämatit-Bindemittel entstanden.

Bei der Neigung der Eisenverbindungen zur concretionären Anhäufung ist die Prädisposition zur Blockbildung im Parastein leicht erklärlich. Das ganz analoge Verhalten der Manganverbindungen habe ich in einer besonderen Arbeit¹ erläutert.

Kurz zusammengefasst erachte ich als wesentliches Moment bei der Entwässerung von Eisenoxydhydrat und der dadurch verursachten Rothfärbung der Gesteine die intensive Wärme und Lichteinwirkung der directen Sonnenbestrahlung, wie sie gegenwärtig dauernd nur in den Tropen stattfindet, weshalb auch dort die rothen Eisengesteine an der Tagesoberfläche am meisten verbreitet sind. Der Process

¹ KATZER, Ein eigenthümliches Manganerz des Amazonas-Gebietes. (Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1898. No. 4.)

der Hämatitisirung kann auf trockenem Wege (subäolisch) rasch, oder auf nassem Wege (subaquatisch) langsam vor sich gehen. Im ersteren Falle wird das Eisenoxyd mehr erdig und roth, im letzteren mehr krystallinisch und violett.

Die Vorbedingung des ganzen Vorganges besteht in der Möglichkeit der Ausscheidung von Eisenoxydhydrat aus dem Wasser, welche in den Landgewässern und in der Litoralzone der Continente unvergleichlich grösser ist als im offenen Meere.

Alle geogenetischen Theorien sind darin einig, dass in früheren geologischen Epochen auch in polaren Breiten ein dem jetzigen tropischen ähnliches Klima geherrscht hat. Daraus ergibt sich im Zusammenhang mit dem Vorstehenden eine befriedigende Erklärung für die Rothfärbung alter limnischer oder brackischer Formationsglieder, wie des devonischen Old Red, des permischen Rothliegenden, des triadischen Buntsandsteines und New Red Sandstone, deren Verbreitungsgebiete, entsprechend der Altersreihenfolge, unverkennbar von den Polen gegen den Aequator vorrücken, so nämlich, dass die ältesten rothen limnischen Ablagerungen schon an den Polen, die jüngeren aber erst in geringeren Breiten auftreten.