

Ueber die dunkelen Rinden der Gesteine der Wüsten.

Von

G. Linck.

(Mitteilung aus dem Großherzogl. mineralog. Museum zu Jena.)

Auf der Reise, welche ich jüngst nach Kordofan unternahm, ist mir die oxydierende Wirkung der tropischen Atmosphäre am ersten Regentage nach langer Trockenzeit in höchstem Maße aufgefallen. Alles, was man von Eisen bei sich trägt, Waffen und Messer, Schlüssel und Schlösser, alles ist binnen kürzester Zeit mit einer dicken Rostrinde überzogen.

Diese Beobachtung legte mir den Gedanken nahe, daß auch die Bildung der gelben, braunen und schwarzen Rinden, welche fast alle Gesteine in der Wüste bedecken, und welche zu sehen ich in der Gegend von Assuan, wie in der nubischen Wüste zwischen Wadi Halfa und Abu Hamed Gelegenheit hatte, wesentlich der oxydierenden Wirkung der Atmosphäre ihre Entstehung verdanke.

Ueber die thatsächlichen Verhältnisse betreffend das Vorkommen der dunkelen Rinden geben das bereits erschienene¹⁾ und das demnächst erscheinende Buch WALTHER's ausführlichen Bescheid, und ich kann es darum unterlassen, auf sie hier näher einzugehen. Nur über einige besondere Verhältnisse, welche ich an der Sammlung, die mir Herr Prof. WALTHER in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte, studieren konnte, seien mir hier einige Worte gestattet.

Die Rindenbildung beginnt meist in den Vertiefungen. Dieses sieht man an einem Feuersteine, wo die Schwärzung in den feinen

1) J. WALTHER, Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Abh. d. mathem.-phys. Kl. d. kgl. sächs. Akad. d. Wissensch., Bd. XIV, 1891, S. 453—461.

Narben des splitterigen Bruches beginnt und sich von da aus über den ganzen Stein verbreitet. Deutlich ist dieses Vorgehen von den Vertiefungen aus an einem Granit von Sierra de los Dolores oder an einem quarzitischem Geröll aus nubischem Sandstein, wo nur die Zwischenmittel zwischen den Quarzkörnern dunkel gefärbt sind, oder auch an großen Geschieben von Fettquarz vom Wadi Gharandel, welche ebenfalls nur an allen feinen Sprüngen und Vertiefungen dunkel gefärbt sind. Dann überzieht das färbende Material allmählich das ganze Gestein, aber vielfach, ja man kann sagen meist, ist eine schmale, bis zu mehreren Millimetern breite Imprägnationszone von gelber, brauner oder braunroter Färbung vorhanden, und nicht selten sieht man die Rindenbestandteile auf feinen Klüftchen in das Innere des Gesteines einige Millimeter weit vordringen. Bei einem Sandstein von van Horn in den Eagle Mts. ist die Rinde schwarzer Glaskopf, der auch eine einige Millimeter breite Kluft in dem Gestein ausfüllt. Schmale, tiefere Klüfte der Gesteine sind nicht selten mit einem pulverförmigen Ueberzug von Brauneisenerz oder mit einem schwarzen, manganhaltigen Staube bedeckt.

Die bisherige Ansicht über die Entstehung dieser Rinden will ich nur mit wenigen Worten rekapitulieren.

RUSSEGGER¹⁾ hält sie für Glasmassen.

O. FRAAS²⁾ macht auf die im Innern weichen, aber mit einer harten Rinde versehenen Kalksteine Aegyptens aufmerksam und betrachtet als Ursache Verwitterung von innen nach außen unter dem Einfluß der seltenen Regengüsse, des beharrlichen Sonnenbrandes und des alle Gesteine durchdringenden und die Luft erfüllenden Chlornatriums.

v. ZITTEL³⁾ beschreibt die Imprägnation der Sandsteine der libyschen Wüste, erwähnt deren bis zu 20—25 Proz. steigenden Gehalt an Eisenoxyd und Braunstein und zeigt, daß es in diesen Sandsteinen zur Bildung vollständiger Psilomelanknollen kommt, denen die Rinden der Sandsteine in ihrer Zusammensetzung ähnlich sind. Er spricht weiterhin die Rinden auf den Kalk- und Sandsteinen der Wüste als eine Verwitterungserscheinung an, welche hervorgebracht wurde durch die Oxydationen des vor-

1) RUSSEGGER, Jahrbuch f. Min. Geol. etc., 1838, S. 630.

2) FRAAS, O., Aus dem Orient. Stuttgart 1867, S. 199 ff.

3) v. ZITTEL, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der libyschen Wüste. Palaeontographica, Bd. XXX, S. 58—59.

handenen Eisen- und Mangangehaltes unter Mitwirkung der Deflation und ihrer abtragenden und polierenden Eigenschaften.

J. WALTHER¹⁾, welcher die eingehendste Schilderung der einschlägigen Verhältnisse giebt, nennt die Rinden wegen des Schutzes, den sie den Gesteinen gegen die Wirkung der Winderosion gewähren, Schutzrinden. Er macht auf die weite Verbreitung dieser Gebilde aufmerksam und zeigt, daß sie sich überall in der Wüste bilden und gebildet haben an Orten, welche von fließendem Wasser nie bespült worden sind, sogar auf Flächen, welche noch die Spuren altägyptischer Meiselhiebe tragen. Er ist der Ansicht, daß eine Mitwirkung von Wasser ausgeschlossen sei und macht darauf aufmerksam, daß nicht in allen Fällen eine Beziehung zwischen Eigenfarbe des Gesteins und zwischen Farbe der Rinde vorhanden ist. Fernerhin scheint es ihm wahrscheinlich, daß die Intensität der Färbung in irgend einer Beziehung zum Kieselsäuregehalt des Gesteins steht und daß wiederum nur bestimmte Modifikationen der Kieselsäure der Färbung besonders günstig seien, weil nämlich die weißen Verwitterungsrinden der Feuersteine nicht gefärbt sind. So spricht denn WALTHER die Ansicht aus, daß die Entstehung der Schutzrinde zurückzuführen bezw. abhängig sei einerseits von der Besonnung und andererseits von einem gewissen Kieselsäuregehalt des Gesteins. Der Mangan- und Eisengehalt stamme aber nur zum Teil aus dem Gestein selbst, zum anderen Teile aus dem Wüstenstaube, und das Wasser als Träger der Veränderungen werde ersetzt durch die intensive Hitze der Wüstenluft.

GOLDSCHMIDT²⁾ sieht die Rindenbildung in der Entstehung eines Eisen- und Mangansilikates oder eines solchen, mit Oxyd gemischt, begründet.

OBRUTSCHEW³⁾ beschreibt Rinden aus den Wüsten Centralasiens und zeigt, daß sie nur bei härteren Gesteinen, nicht aber bei weichen Thonen und thonigen Sandsteinen vorkommen. Auch er macht darauf aufmerksam, daß härtere Gesteinsteile dunkler gefärbt sind als weichere, oder daß die letzteren überhaupt nicht mit

1) WALTHER, l. c.

2) GOLDSCHMIDT, Ueber Wüstensteine und Meteoriten. Min. u. petrogr. Mitteil., 1895, Bd. XIV, S. 131—141.

3) W. OBRUTSCHEW, Ueber die Prozesse der Verwitterung und Deflation in Centralasien. Verh. russ. min. Ges. St. Petersburg (2) Bd. XXXIII, 1895, S. 229. Vgl. des Referat im N. J. f. Min. Geol. etc., 1897, Bd. II, S. 469.

einer Rinde überzogen sind. Er glaubt, daß sich die „Rinden auf Kosten des in den Gesteinen enthaltenen Eisens und der Kieselsäure bilden, welche mit noch nicht genauer erforschten Mitteln und Wegen auf die Oberfläche hinausgezogen werden“.

Aehnlich spricht sich R. SACHSSE¹⁾ gelegentlich der Untersuchung eines Dolomites vom Toten Meere aus, indem er erklärt, daß die Karbonatlösungen unter dem Einflusse der Insolation und Verdunstung an die Oberfläche gezogen würden und dort unter Freiwerden von Kohlensäure Eisen- und Manganoxydverbindungen absetzen.

Diesen beiden letzteren Erklärungen möchte ich entgegenhalten, daß einerseits nach WALTHER der Eisen- und Mangan-gehalt keineswegs immer aus dem Gestein selbst stammt und daß andererseits in den bis zu großer Tiefe so überaus trockenen Gesteinen der Wüste, welche zudem noch eine häufig sehr lockere oder gar sandige Beschaffenheit zeigen, ein Emporsteigen von Lösungen bis zur Oberfläche infolge Kapillarität kaum denkbar, bei lose und einzeln auf dem Sand oder Gestein liegenden Geröllen geradezu unmöglich ist.

Darin sind aber alle einig und auch ich bin damit einverstanden, daß wir es in den Rinden mit einer Neubildung von Mineralstoffen zu thun haben, welche in ihrem chemischen Bestand wesentlich von dem des bedeckten Gesteins abweichen. Auch sind wir alle darin einig, daß die Besonnung bei der Bildung eine Rolle spielt.

Den elementaren Bestandteilen nach haben wir es — soweit überhaupt chemische Untersuchungen möglich sind und vorliegen²⁾ — mit Bildungen zu thun, welche wesentlich aus wechselnden Mengen von Mangansuperoxyd und Eisenhydroxyd bestehen und daneben noch einen schwankenden Gehalt an Kieselsäure, Thonerde, Phosphorsäure etc. besitzen.

Die Rinden können nun nur entstehen, wenn eine Umsetzung der vorhandenen Stoffe vor sich geht. Zum Zustandekommen einer solchen Umsetzung oder Reaktion ist es natürlich nötig, daß die betreffenden Stoffe entweder in gasförmigem oder in flüssigem Zustande vorhanden sind. Da aber die geringe Höhe der Temperatur in den Tropen — ich selbst habe in Kordofan

1) R. SACHSSE, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralien, Gesteine und Gewächse Palästinas. Ztschr. d. d. Palästina-Vereins, Bd. XX, 1897, S. 6.

2) s. WALTHER, l. c.

bei direkter Bestrahlung des Thermometers zwischen 60 und 70° C gemessen — den gasförmigen Zustand der Körper ebenso ausschließt, wie deren Schmelzung, so ist natürlich nur an das Wasser als lösendes Agens zu denken. Auch mein Herr Kollege WALTHER glaubt neuerdings, wie er mir mitzuteilen die Güte hatte, an die Mitwirkung von Wasser. Es ist nur die Frage, wie man sich die Herkunft dieses Wassers denkt. Aber nach den neueren Mitteilungen der Reisenden giebt es ja keine Gegend auf der Erde, wo nicht von Zeit zu Zeit einmal ein Niederschlag, und sei es auch nur Tau, fällt. Dieser Tau nun scheint mir, auch wenn er nur einmal nach Wochen oder Monaten fällt, die Hauptbedingung für die Bildung der Rinde zu sein. Da jedoch der Tau nur ein kurzes Dasein hat, ist es wesentlich, daß er eine stärkere Reaktionsfähigkeit auf die Gesteine besitzt, als es in gemäßigten Klimaten der Fall ist, um in dieser kurzen Zeit seiner Existenz eine auflösende oder ausziehende Thätigkeit auf das unterliegende Gestein oder den dasselbe bedeckenden Staub auszuüben. Diese besondere Fähigkeit scheint mir begründet in der Anwesenheit der Kohlensäure, welche, wie manche andere der atmosphärischen Luft beigemengte Gase oder wie die der Atmosphäre mechanisch beigemengten Salze, im Tau in größeren Mengen vorhanden ist als im Regen¹⁾.

Es muß ferner die Möglichkeit einer schnellen Oxydation gegeben sein; diese aber wird, wie ich durch zahlreiche Versuche habe bestätigen können, durch die Anwesenheit gewisser Elektrolyte außerordentlich gesteigert. Zu diesen Elektrolyten, welche in der Wüstenluft vorhanden sind, gehört das überall in der Atmosphäre vorhandene salpetersaure Ammoniak²⁾ und das in der Wüstenluft stets verbreitete Chlornatrium. Auf kohlen-saures Eisenoxydul üben verdünnte Lösungen dieser beiden Salze eine geradezu rapide Oxydationswirkung aus. Bei ca. 60—70° C

1) Der Nebel und Rauheif enthält nach den Untersuchungen BOUSSINGAULT's das 5—20-fache an Salpetersäure und Ammoniak gegenüber dem Regen. Siehe VAN BEBBER, Hygienische Meteorologie, Stuttgart 1895, S. 43.

2) Vergl. ebenda, sowie MÜNTZ und MARCANO, Comptes rendus, T. CVIII, S. 1062. Auch Ozon und Wasserstoffsperoxyd können hier eine Rolle spielen. Von ersterem sind im Mittel 0,019 mg in 1 cbm Luft enthalten (mit einem Maximum im Sommer) und vom Wasserstoffsperoxyd sind in 1 cbm 0,2 g enthalten (ebenfalls mit einem Maximum im Sommer). Siehe VAN BEBBER, S. 47 u. 49.

ist schon nach wenigen Stunden ein großer Teil des pulverförmigen Eisenspates unter Abscheidung von Eisenhydroxyd zersetzt. Aber auch andere Mineralien, wie Hornblende und Augit werden, nach wiederholtem Eindampfen mit diesen Lösungen bei ca. 60—70° C binnen wenigen Tagen unter Bildung von Eisenoxydhydrat deutlich angegriffen.

Diese Versuche erklären uns aber auch zugleich die Wirkung der tropischen Sonne. Sie wirkt wesentlich durch die Wärme, verstärkt so die zersetzende Wirkung der Lösungen und beschleunigt die Oxydationsvorgänge. Sie verhindert auch die Bildung wasserreicherer Zersetzungsprodukte.

Ich betrachte somit die Rinde der Wüstengesteine als Produkt der chemischen Verwitterung unter den besonderen Verhältnissen des tropischen Wüstenklimas und zerlege die Vorgänge folgendermaßen:

- 1) Imprägnation der Gesteinsoberfläche mit Tauwasser;
- 2) Auflösung und Zersetzung vorhandener Mineralien unter der erhöhten Wüstentemperatur;
- 3) Oxydation der Lösung unter Beihilfe der im Wasser gelösten salzigen Bestandteile der Luft;
- 4) Austrocknung und Krystallisation der neugebildeten Verbindungen durch die Sonne.

Daß dabei außer Eisen und Mangan eine ganze Reihe von anderen Bestandteilen mit in die Rinde aufgenommen werden, ist bei der Art ihrer Entstehung völlig natürlich, und der Umstand, daß an der Unterseite, d. h. der der Sonnenwärme nicht ausgesetzten Seite keine Rinde sich bildet, findet seine Erklärung darin, daß sich dort wegen der viel geringeren Temperaturunterschiede bei Tag und bei Nacht kein Tau absetzt und auch im Falle vorhandener Bergfeuchtigkeit die stark erhitzende Wirkung direkter Sonnenbestrahlung fehlt.

Ich habe jetzt nur noch auf einige besondere Verhältnisse und Fragen einzugehen, welche mit dem Vorkommen der Rinden in Zusammenhang stehen. Eine dieser Fragen lautet: Warum trifft man diese Rinde nur in den tropischen Wüsten und nicht in den Tropen überhaupt? Ich habe in den Savannen und Savannenwäldern Kordofans keine Spur davon gefunden, auch nicht an jenen Stellen, die so salzreich sind, daß die Eingeborenen dort nach Beendigung der Regenzeit ihr Kochsalz gewinnen.

Die Ursache des Fehlens der Rinde ist in der Häufigkeit der Regengüsse zu suchen, indem die Produkte der chemischen

Verwitterung entweder oberflächlich weggeführt werden oder mit dem Wasser in die Tiefe dringen. Sollte sich aber in der trockenen Jahreszeit ein dünner Ueberzug auf dem Gestein bilden, so würde er der zerstörenden Wirkung der tropischen Regen schnell wieder zum Opfer fallen. Aber die Bildung solcher Rinden dauert meist lange, sehr lange, hat doch WALTHER gezeigt, daß zwar die Kalksteine mit altägyptischen Meiselhieben eine leichte Bräunung zeigen, aber an den Graniten der Pyramiden ist keine Spur von Rinde. Weiter könnte man nun sagen: Mit der Häufigkeit des Taues muß die Dicke der Rinden zunehmen. Das wird im Anfangsstadium wirklich der Fall sein; jedoch nach einer gewissen Zeit, wenn nämlich die schützende Rinde eine gewisse Dicke erreicht hat, wird sie gar nicht mehr oder nicht mehr wesentlich wachsen, und nach Verlauf von langen Zeiträumen werden alle Rinden einander sehr ähnlich geworden sein.

Ein besonderes Interesse verdienen auch die Nummulitenkalke Aegyptens und Arabiens. Die Nummuliten allein sind dunkel, nahezu schwarz gefärbt, nicht bloß oben, sondern rund herum, wo sie nicht an dem Gestein haften. Ihre Umgebung ist durch die Winderosionen derart abgetragen, daß sie oft nur noch auf kleinen Stielen dem Gestein aufsitzen. WALTHER hat in der schwarzen Färbung der Nummuliten, in der Rindenbildung, die Ursache für den Widerstand gegen die Winderosionen zu sehen geglaubt. Ich bin entgegengesetzter Meinung. Wie bei uns die Versteinerungen aus den Kalksteinen herauswittern, also widerstandsfähiger sind als ihre Umgebung, so werden auch die härteren Nummuliten durch den erodierenden Sand aus dem Kalkstein sozusagen herauspräpariert und somit sind sie den rindenbildenden Verhältnissen viel, viel länger ausgesetzt, als der leicht abzuschleifende Kalkstein, bei dem es gerade infolge der rasch fortschreitenden Sanderosion gar nicht zur Rindenbildung kommen kann.

Was ich eben gesagt habe mit Bezug auf die Nummuliten und die sie beherbergenden Kalke, gilt nun auch mutatis mutandis für die verkieselten Kalke und die Kalke mit Einschlüssen von härteren Geröllen. Die verkieselten Stellen des Kalkes oder die härteren Gerölle setzen der Winderosion einen viel größeren Widerstand entgegen als ihre Umgebung. Darum kommt es bei ihnen zur Rindenbildung und bei ihrer Umgebung nicht.

Auch die Bildung einer harten, kaum gefärbten Rinde an den Kalksteinen, wie sie von FRAAS (l. c.) erwähnt wird, kann auf Grund des oben Erörterten ihre Erklärung finden. Der Kalk wird

an der Oberfläche von dem kohlenensäurehaltigen Tau gelöst. Die Lösungen durchtränken die obersten Schichten des Gesteins und verdunsten dann unter dem Einfluß der Sonnenbestrahlung, und damit füllen sich die Poren mit neu krystallisiertem, kohlenauerem Kalk, die Oberfläche verhärtet.

Nachdem ich so glauben kann gezeigt zu haben, daß in der That die dunkle Rinde der Gesteine in der Wüste weiter nichts als ein Produkt der chemischen Verwitterung unter den besonderen klimatischen Verhältnissen der Wüste ist, bleibt mir nur noch mitzuteilen, daß man diese Rinde auch künstlich nachahmen kann, indem man Gesteine mit einer Lösung von Eisenchlorid, Manganchlorid und etwas Kochsalz befeuchtet und dann wiederholt mäßig etwas über die Siedetemperatur des Wassers erwärmt. Noch vollkommener gelingt die Oxydation nach Zusatz von wenig salpetersaurem Ammoniak. So habe ich Rinden auf Feuerstein, auf Quarz, auf Gneis, auf Sandstein hergestellt, welche von den natürlichen nicht zu unterscheiden sind. Ich bin mir dabei natürlich wohl bewußt, daß meine Versuchsanordnung nicht vollständig mit den natürlichen Verhältnissen übereinstimmt, aber sie unterscheidet sich davon wesentlich nur in quantitativer, nicht aber in qualitativer Hinsicht. Ich habe ja auch in Stunden und Minuten erreichen wollen, was die Natur in Tausenden von Jahren schafft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [NF_28](#)

Autor(en)/Author(s): Linck Gottlob Eduard

Artikel/Article: [Ueber die dunkelen Rinden der Gesteine der Wüsten. 229-336](#)