

Werk

Titel: Geomorphologische Probleme aus der Sahara

Autor: Passarge, S.

Ort: Berlin

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1907 | LOG_0072

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Geomorphologische Probleme aus der Sahara.

Von Professor Dr. S. Passarge in Breslau.

Das Studium des Foureauschen Reisewerks¹⁾ über die Dünen und die Wirkung der äolischen Kräfte ist von so hohem Interesse für die Geomorphologie, daß es wohl angebracht ist, etwas näher darauf einzugehen.

Es handelt sich einmal um die Frage: welche Kräfte besorgen in der Wüste hauptsächlich die Abtragung? Bekanntlich ist diese Kraft nach J. Walther in erster Linie die „Deflation“. Dieses von ihm neu in die Wissenschaft eingeführte Wort ist nicht mit „Winderosion“ identisch, wie manche Lehrbücher, so z. B. das ausgezeichnete Lehrbuch Kaysers²⁾, angeben, sondern es ist identisch mit Windablation. Es könnte in „Abblasen“ übersetzt werden. Diese abblasende Kraft des Windes hält Walther für die wichtigste abtragende Kraft. Neben den enormen Wirkungen dieses Abblasens soll die Korrasion, also die durch das mitgerissene Schleifmaterial — Staub, Sand, Kies — so winzig sein, daß sie gänzlich verschwindet und fast ignoriert werden könnte. Die Windkorrasion war längst bekannt, die Deflation aber sollte etwas ganz Neues sein.

Von manchen Seiten wurden Bedenken gegen die Waltherschen Anschauungen laut. Der Verfasser selbst war auch bereits auf Grund persönlicher Beobachtungen zu der Überzeugung gelangt, daß das Verhältnis der Wirkung von Windablation und Windkorrasion, die ja beide die Winderosion ausmachen, etwas anders ist, als Walther ausführt. Die Korrasion, d. h. die Arbeit des schleifenden und schiefsenden Materials verrichtet gemeinsam mit der Windablation mindestens 90—95 Prozent der vom Winde geleisteten Arbeit, die Ablation an sich kaum den Rest. Meine letzte Reise im saharischen Atlas und am Rand der Sahara bestätigte nur meine früheren Beobachtungen.

Was sagt nun Foureau, der doch ganz gewiß eine Erfahrung, wie kaum ein zweiter, besitzt? Das von den Stürmen mitgerissene

¹⁾ Documents scientifiques de la Mission Saharienne, Mission Foureau-Lamy, par Foureau. Paris 1903—1905.

²⁾ Kayser, Lehrbuch der Allgemeinen Geologie Stuttgart 1905. S. 220.

Material — Staub, Sand, Kies — ist die eigentliche zerstörende und abtragende Kraft des durch mechanische Verwitterung gelockerten und zerkleinerten Gesteins. Das Schleifmaterial fegt mit gewaltiger Kraft über den Boden hin und bearbeitet in schmerzhafter Weise die Beine des Wanderers. Allein es erhebt sich nicht hoch vom Boden. Steigt man z. B. aufs Kamel, so belästigt uns nur noch Staub und feiner Sand, während unten der Strom der Kiesel rast.

Solche Beobachtungen erklären nun aber erst die Entstehung der merkwürdigen Pilzfelsen, der Hohlformen in ebenen Flächen, der steilen Berge mit senkrechten Wandungen, der Zeugenberge, kurz vieler für die Wüste charakteristischer Oberflächenformen.

Hätte Walther Recht, wäre die Windablation (= Deflation) die hauptsächlichste Kraft, so müßte die Abtragung dort erfolgen, wo der Wind am stärksten wirkt, nämlich in der Höhe. Die Berggipfel müßten also am stärksten und schnellsten abgetragen werden und im allgemeinen nach der Basis zu breiter werden. Pilzfelsen wären ein Unding, und nur dann könnten sie entstehen, wenn leicht zerstörbare Massen die Basis schwer zerstörbarer Gesteine bildeten. Das ist aber bei den vorhandenen Pilzfelsen wohl nur ausnahmsweise der Fall. Die Gebirge aber müssen abgerundete Formen mit breiter Basis besitzen. Für die Entstehung von steilwandigen Zeugenbergen läge dagegen gar keine Veranlassung vor und noch weniger von Wadis, an deren Ausbildung der Wind mindestens teilweise beteiligt sein dürfte, wenn auch wohl die zuweilen heruntertosenden Wasserfluten an ihrer Ausgestaltung hauptsächlich arbeiten.

Ganz anders steht es, wenn die über den Boden fliegenden Sand- und Kiesmassen die Hauptarbeit verrichten. Dann sind Pilzfelsen und steilwandige Zeugenberge durch Abschleifen der Basis, ebene Denudationsflächen und Inselberge, Kessel und Wannen in den Ebenen verständlich. Stets sind die Spuren der Winderosion am Fuße der Berge stärker als oben. Die Korrasion hauptsächlich ist auch für die Lochbildungen verantwortlich zu machen. Foureau teilt sie ein in drei Arten¹⁾:

- 1) „*Usure en cavernes ou en creux*“, also Lochbildungen von rundlichen Formen und glatten oder gezähnten Rändern.
- 2) „*Usure en vermiculation*“, längliche, an Wurmspuren erinnernde Riefen und Furchen.
- 3) „*Usure à facettes*“, d. h. Facetten- oder Kantengeschiebe.

¹⁾ Nach meinen persönlichen Beobachtungen kommen noch andere bestimmte Arten der Entstehung hinzu. Davon an anderer Stelle mehr.

Die Lochbildungen finden sich in relativ weichem Gestein von ungleichmäßiger Zusammensetzung, die Riefen bedecken harte Kalksteine mit Vorliebe, die Facetten aber entstehen an den härtesten Gesteinen mit feinem gleichmäßigem Korn, besonders Kieselsäure, wie Quarz; Chalcedon, Quarziten, aber auch dolomitischen Kalksteinen.

Im Gegensatz zu Walther, der den Wüstensand hauptsächlich aus an Quarzkörnern reichen krystallinen Gesteinen — Granit u. a. — entstehen läßt, nicht aber aus Sandsteinen, ist Foureau der Ansicht, daß die devonischen Sandsteine am Nordrand des Tuareg-Hochlandes die Hauptquelle des Dünensandes der Areg-Region sind. Die Sande werden durch die südlichen Winde herbeigeschafft und zu Dünen angehäuft. Die Areg-Region ist eine Zone widerstreitender Luftströmungen. Am häufigsten sind nördliche Winde (NO und NW), weniger häufig sind die südlichen, allein sie sind viel stärker, stürmischer. Deshalb sind sie tonangebend. Sie bringen den Sand herbei, sie formen in erster Linie die Dünen. Allein die nördlichen Winde haben doch auch einen bedeutenden Einfluß auf die durch die südlichen Winde geschaffenen Dünen. Dieser Einfluß äußert sich darin, daß die Dünen je nach dem herrschenden Winde die Formen ändern. Der Kamm verschiebt sich, hier werden Ausläufer wieder verweht, dort strecken sich neue Arme vor. Unter dem Spiel der wechselnden Winde bekommen so die Dünenreihen wellige geschlängelte Kämmе mit vielen Buchten und Vorsprüngen, ändern aber während jedes Windes die Form.

Dem Widerstreit der Luftströmungen ist es wohl auch zuzuschreiben, daß die Dünen nicht wandern, sondern stillstehen. Mindestens ist ihre Bewegung so langsam, daß Brunnenplätze, die, wie bei Taïba, zwischen Dünen liegen, nicht verschüttet werden. Einsattelungen in hohe Dünenzüge haben 30, 50 und mehr Jahre bestanden, wie die Persistenz der Karawanenwege lehrt, die sie als Pässe benutzen. Foureau gibt eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Richtungen der Dünen. Daraus geht hervor, daß Regellosigkeit vorherrscht. Wo Ketten gut ausgebildet sind, ist SW—NO- und NW—SO-Richtung am häufigsten, weniger N—S und O—W.

Die Höhe der Dünen wechselt naturgemäß sehr. Im Großen Erg nördlich der Hamada von Tingert schwankt die Höhe der höchsten Dünen zwischen 200—250 m, selbst 300 m, im Erg von Issauan aber zwischen 150—200 m. Leider wird nicht klar genug gesagt, ob relative oder absolute Höhe gemeint ist. Ersteres ist das wahrscheinlichste. Die Einsattelungen zwischen den Dünen haben im Großen Erg durchschnittlich ein Drittel der Kammhöhe, im Erg von Issauan aber zwei Drittel. Letztere Region ist daher viel schwieriger zu durchreisen.

Merkwürdig sind die Trockentäler — Gassi —, die von der Hamada von Tingert herkommen und direkt nach Norden gerichtet sind. Nur das östlichste — Gassi Tuil —, welches das mittlere Erg durchquert, schneidet wirklich durch die Dünen durch. Alle übrigen sind heutzutage von Dünen hier und dort versperrt und werden schliesslich ganz verschüttet. Verschüttet ist auch das Bett des gewaltigen Wadi Igharghar, das einst die ganze Nordseite des Tuareg-Hochlandes entwässerte und in den Schotts endete. Von dem im Erg gelegenen Teil sind nur stellenweise östlich des Gassi Tuil gelegenen Schotterflächen aus bis kopfgroßen Rollstücken schlackiger Laven, Chloritschiefer und Quarzen. Alle jene Täler stammen sicherlich aus der Pluvialzeit.

Von hohem Interesse ist das Auftreten von rotem Staub, der die Dünen rot färbt, in den südlichen Teilen des Großen Erg. Dieser rote Staub stammt nach Foureau vom Südabhang der Hamada von Tingert bei Djua und ist ein Beweis für die Herkunft des äolischen Materials aus Süden. Nun ist es bekanntlich ein noch ungelöstes Problem, woher der Staub stammt, der westlich der Sahara in den Atlantischen Ozean geweht wird und der auch zuweilen über Europa sich ausbreiten kann. Hellmann und Meinardus, die den Staubfall im Jahre 1901 bearbeitet haben, sind zu dem Resultat gekommen, daß er aus der algerischen Sahara stamme. Mit Recht warf einmal gelegentlich einer Diskussion in einer Fachsitzung der Gesellschaft für Erdkunde Geheimrat Hellmann die Frage auf, welche Farbe in der Sahara vorherrsche; Ehrenberg habe gemeint, der rote Staub könne nicht aus der Sahara stammen, da dort alles gelb gefärbt sei.

Zweifellos ist die Sahara und ihr Sand und Staub gelb. Hier haben wir aber ein Beispiel dafür, daß auch rote Lehm- und Tonablagerungen dort vorkommen, die roten Staub liefern. Stammt also der rote Staub vom Jahre 1901 vielleicht von der Hamada von Tingert? Es ist verführerisch: ja zu sagen; allein erst müßte festgestellt werden, ob „*les importants bancs d'argiles sableuses colorées qui gisent dans l'escarpement de bordure du Djoua et dans de nombreux lits de ravins du Tingert*“ eine genügende Ausdehnung und Mächtigkeit haben, um so enorme Staubmassen zu liefern, wie sie 1901 über Europa niederfielen. Die Darstellung Foureaus erweckt doch den Eindruck, daß es sich um eine lokale Ablagerung handle.

Fragen wir uns, woher der rote Staub von 1901 sonst noch herkommen könnte, so wären anzuführen als Gegenden mit rotem Staubboden die algerischen Hochsteppen mit dem saharischen Atlas und ferner der Sudan. Vielleicht hat aber auch die, ja meist mit Steppenvegetation bedeckte atlantische Böschung der West-Sahara roten Staub-

boden. Es ist also nicht unmöglich, daß der Staub der Passate westlich der Sahara und die gelegentlichen Staubfälle in Europa nicht aus der Sahara selbst, sondern aus den Randgebieten der Wüste stammen.

Die Ursache für die Sandablagerungen in dem Erg ist wohl hauptsächlich in dem Widerstreit der Luftströmungen zu suchen. Das ist schon längst vermutet worden, wird durch die Beobachtungen Foureaus aber zur Gewissheit. Da ist es wohl natürlich zu fragen, ob es mit den Staubablagerungen — dem Löss z. B. — nicht ähnlich steht. In der Tat hat Streich, der Geolog der Lindsayschen Expedition, gerade in der Zone, wo die SW- und NO-Winde in West-Australien in der Großen Victoria-Wüste miteinander wechseln, Lössablagerungen gefunden. Ist nicht auch Nord-China ein Gebiet konträrer Winde? Ich möchte glauben, daß außer der Steppenvegetation auch die Windverhältnisse entscheidend sind und dort sich Staub am meisten setzt, wo Winde aus entgegengesetzten Richtungen miteinander wechseln. Wenn man bei der Entstehung und Verteilung des Löss diesen Gesichtspunkt ins Auge faßt, wird wahrscheinlich auch unser deutscher Löss verständlicher werden. Ich möchte aber hier auf diese interessante Frage nicht weiter eingehen.

Zum Schluß sei noch die Frage nach der für die Wüste charakteristischen Verwitterung berührt. Physikalische und chemische Verwitterung spielen in ariden Gegenden sicherlich eine große Rolle. Erstere verursacht den mechanischen Zerfall der Gesteine von mächtigem Blockschutt bis zu feinstem Staub, letztere dagegen zersetzt die Gesteine unter Mitwirkung der bei der Verwitterung entstehenden, aber wenig oder garnicht ausgewaschenen Salze. Charakteristisch ist die „Verwitterung von innen heraus“ und ferner das Ausblühen von Salzen, z. B. Alkalisalze, Kalk und Gips, ferner Mangan und Eisen. Die chemische Verwitterung nun, namentlich die Ausbildung von Kalk- und Gipskrusten, scheint in einer Zone am stärksten zu sein, die in der Steppenregion beginnt und in die Wüste hineingeht. Nach Blanckenhorn sind die Kalkkrusten in den relativ feuchten Strichen zu finden, z. B. Unter-Ägypten, Palästina, die Gipskrusten aber in den trockenen Regionen. Dann folgt eine Region, in der Kalk und Gips die Oberflächenschichten nicht mehr inkrustieren und der Schutt locker bleibt.

Man kann also eine Übergangszone mit Kalk- und Gipskrusten und energischer chemischer Verwitterung von der eigentlichen Wüste unterscheiden, in welcher der mechanische Zerfall der Gesteine ganz überwiegt und nur die Schutzrinden — teils Ausblühen des Eisens und Mangans, teils Ansatz von eisen- und manganhaltigem Staub — noch energisch entwickelt sind. Diese Übergangsregion ist es wohl der Haupt-

sache nach, die Walther „Halbwüste“ genannt hat. Ich möchte glauben, daß für diese Zone der alte Name, den v. Richthofen für die ariden Gebiete Zentral-Asiens gewählt hat, — Salzsteppe — viel charakteristischer ist. Es ist die Region der Entstehung von Salzen oder Alkalien und alkalischen Erden durch chemische Verwitterung infolge mäßiger Niederschläge (200—400 mm) bei feuchtem Klima. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, Salzsteppen von der eigentlichen Wüste zu unterscheiden, weil die Abtragung in beiden Regionen sehr verschiedenartig verläuft. Einmal hat die Salzsteppe mehr Vegetation, sodann aber schützen die Krusten — vor allem die des Kalks — das Gestein vor Zerfall und Abtragung. Ja, der Effekt ist sogar der, daß alle kalkhaltigen Gesteine der Abtragung gegenüber sich gleich verhalten. Weiche Lehme und Mergel werden von derselben Kruste geschützt, wie harter Kalkstein oder sonst ein kalkhaltiges Gestein. In Algerien kann man diesen schützenden Einfluß oft genug beobachten. In den Salzsteppen verläuft die Abtragung also viel langsamer als in der Wüste. Das erklärt vielleicht auch manche Widersprüche, die sich in der Literatur über die Verwitterung und Zerstörung der Gesteine in den Wüsten finden.

Sicherlich gibt es keine scharfe Grenze zwischen Wüste und Salzsteppe, beide gehen nicht nur ineinander über, sondern greifen ineinander. Partien von Salzsteppen-Charakter werden in der reinen Wüste liegen und umgekehrt. Aber im großen ganzen dürfte es möglich sein, beide Regionen mit verschiedener Verwitterung und Abtragung auseinander zu halten.

Das von der Foureauschen Expedition durchreiste Gebiet ist echte, reine Wüste. Nur von mechanischem Zerfall der Gesteine ist die Rede. Einmal nur, nämlich auf der Hamada von Tingert werden mit Gips erfüllte Hohlformen — *cuvettes* — erwähnt. Der Gips könnte ausgeblüht sein, aber vielleicht handelt es sich um Salzpfannen. Charakteristisch ist es jedenfalls, daß der Gips im Bereich mariner Schichten auftritt (Cenoman). Dieses Vorkommen von Gips im Tuareg-Lande bestätigt die Vermutung, daß Gebiete mit marinen Ablagerungen wegen der darin *a priori* enthaltenen Salze, die an der Verwitterung sich energisch beteiligen, nicht geeignet sind, um die Wüstenverwitterung in einfachster Form zu studieren.

Was nun das Tuareg-Hochland selbst betrifft, so sei hier nur auf einen Punkt hingewiesen, der mit Sicherheit aus Wort und Bild des Foureauschen Werkes hervorgeht, nämlich die großartigen Rumpfflächen mit Inselbergen, in die das Hochland umgewandelt worden ist und immer weiter umgewandelt wird. Die Ebenen bestehen aus

grobem bis feinem Schutt, aus dem aber allenthalben das Gestein in Blöcken, Buckeln, Stücken aufragt. Gneisse und krystalline Schiefer setzen es vorwiegend zusammen, während Granit und Quarzmassen mehr die unmittelbar aus der Ebene aufragenden schroffen Berge bilden. So ist denn das Tuareg-Hochland jetzt zum grofsen Teil in Rumpfflächen mit Inselbergen umgewandelt worden, und der Prozefs schreitet unaufhörlich weiter. Dafs die heutige Wüstenverwitterung — trockene Verwitterung, Wind und seltene, aber starke Regengüsse — die Oberflächenformen des Tuareg-Hochlandes in mafgebender Weise beeinflusst, ist sicher. Allein so einfach liegen die Verhältnisse freilich nicht, dafs man nunmehr sagen könnte, die Wüstenverwitterung allein habe Rumpfflächen und Inselberge geschaffen. Hat doch das Hochland die Pluvialzeit durchgemacht, und im Laufe der Tertiärzeit dürfte auch das Klima wiederholt gewechselt haben. Es käme also darauf an, festzustellen, inwieweit der Einfluss der heutigen Wüstenverwitterung für die Oberflächenformen mafgebend ist, und wie weit die Verwitterung und Abtragung früherer Zeiten an der Ausgestaltung des Reliefs teilgenommen haben. Wie später einmal ausgeführt werden soll, liegen im saharischen Atlas, der auch eine Region ist, wo das Gebirge in Rumpfflächen und Inselberge umgewandelt wird, ganz ähnlich und haben dort jedenfalls sehr verschiedene Kräfte zu verschiedenen Zeiten geholfen, die heutigen Oberflächenformen zu erzeugen. Dafs einer, wahrscheinlich der wichtigste der Faktoren die Wüsten-Denudation ist, dürfte allerdings wohl ziemlich sicher sein.
