

Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther-Berlin 1900.

Von **Carl Ochsenius**.

(Fortsetzung.)

Marburg, August 1902.

Recht bezeichnend ist dafür die Notiz auf S. 188, 189 (D.), woselbst zu lesen:

»Das Wasser der meisten Saharabrunnen oder -quellen in algierschem Gebiet enthält Seesalze, darunter Chlormagnesium (nach Cosson, Algérie). Neben Chlornatrium findet sich ausserdem Glaubersalz, Bittersalz etc. (DUBOCQ).« Der algierische Saharasand besteht nach BRUN aus 72,860 Kiesel; 19,843 Gyps und enthält an manchen Stellen Glaubersalz.

Wasser aus einem artesischen Brunnen der tunesischen Schotts (1885) enthielt

Kalkcarbonat	0,607 g
Kalksulfat	1,196
Magnesiumsulfat	0,490
Natriumchlorid	0,052
Magnesiumchlorid	0,842

3,187 im Liter (C. r. 31. 1. 1887).

Das Salz um Germa, nordwestlich von Murzuk, ist mit Bittersalz verunreinigt. Auch das specifische Mutterlaugensalz Thenardit findet sich bei Shenemta zwischen Tibesti und Cadour am Südrand der »Grossen Wüste«.

Nun gelangen wir zu der Frage: »Woher kommt das Salz?«

WALTHER sagt S. 185 (D.): »Zu den Beweisen für die Existenz eines diluvialen Saharameeres wurde das Salz gerechnet, welches in der Wüste sich findet und weite Strecken überzieht. Dass salzlose Regionen eben so weit verbreitet sind, das wurde übersehen, und so blieb die irrigte Meinung.

Um so salzreicher sind die den Küsten nahegelegenen Randgebiete, und hier ist die Existenz des Salzes leicht verständlich. Aber nicht so sehr die sandigen Wüstengebiete, als vielmehr die lehmbedeckten Niederungen sind durch ihren Salzreichtum ausgezeichnet.

S. 188, 189 (D.): »So erscheint es mir zweifellos, dass ein Theil der Lehmwüsten, die der heutigen Küste nahe liegen, weiter nichts ist als eingetrockneter Meeresboden. Schwieriger ist es aber, das Auftreten von salzigen Lehmwüsten im Innern der Sahara und in den Oasen der libyschen Wüste zu erklären.

Wir müssen uns erinnern, dass die Sahara zum Theil aus Gesteinen besteht, welche zweifellos marinen Ursprungs sind; gewaltige Flächen Nordafrikas sind mit echten marinen Sedimenten bedeckt. Seit der Miocänenzeit ist es aber Wüste gewesen. Wüste aber ist gleichbedeutend mit Regenarmuth. Jedes marine Gestein enthält grosse Mengen Meeressalz in seinen Poren. Da darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn der Salzgehalt der Felsen in der Wüste ein so grosser ist. Das Wüstensalz ist also thatsächlich Meeressalz, nur gehört es ursprünglich Formationen an, welche viel weiter zurückliegen als das Diluvium.

Der Schlusssatz ist unanfechtbar, der erste über den Gehalt der marinen Gesteine an Meeressalz dagegen total unhaltbar.

WALTHER geht näher darauf, nämlich quantitativ, ein S. 143 (G.) woselbst er sagt: »Alle marinen Ablagerungen enthalten mehr oder weniger beträchtliche Hohlräume, die während ihrer Bildung am Meeresgrund von Meerwasser erfüllt sind. Man braucht nur das sogenannte Porenvolumen lufttrockener recenter Sedimente zu bestimmen, um die Menge dieser kleinen Hohlräume richtig schätzen zu können. Das Porenvolumen eines organischen Kalksandess aus dem Golfe von Neapel betrug über 35 %. HILGARD bestimmte das Porenvolumen recenter Sedimente des Mississippideltas zu 23–61 %. Nach methodischen Untersuchungen von v. FADOR nimmt das Porenvolumen von grobem Kies zu feinem Sand von 23 bis zu 55 % zu; und wenn wir hören, dass die Lotröhre bei 5500 m im Tiefseeschlamm bis 45 cm tief einsank, so geht daraus hervor, welche Mengen von Seewasser mit dem Tiefseethon während seiner Bildung gemischt werden. Das Seewasser, das zu 30–50 % die Zwischenräume zwischen den klastischen Elementen mariner Sedimente erfüllt, ist eine Salzlösung von 3,5 % Salzgehalt, und eine einfache Rechnung zeigt, dass jedes klastische marine Sediment, so lange es am Meeresgrunde ruht, eine Menge Seesalz enthält, die man mit 1 % der Gesamtmächtigkeit wohl nicht zu hoch anschlagen dürfte.

Wenn wir die Mächtigkeit der Juraformation mit H. CREDNER auf 1000 m schätzen, so enthielten diese Schichten eine Salzmenge, die im concentrirten Zustand einem 10 m mächtigen Salzlager auf die ganze Verbreitung der Juraformation entsprechen müsste, und wenn man das Silur zu 6000 m, das Devon zu 6000 m rechnet, so

waren in diesen beiden Formationen 120 m Seesalz fein vertheilt enthalten.

Dagegen ist zu erinnern, dass unsere klastischen Sedimentgesteine keineswegs 1 % Seesalz enthalten. Vergebens sucht man in alten und neuen Werken über Petrographie nach den Ziffern für Salzgehalt in den Analysen für Silikatgesteine (Thonschiefer, Grauwacke, Thone), Quarzgesteine (Sandsteine, Conglomerate) und Carbonate (Kalke, Mergel). Unmöglich wäre den Analytikern ein ganzes Procent Salz entgangen in diesen Gesteinen, welche die sedimentären Formationen von den Urschiefern an bis zu den jüngsten Ablagerungen zusammensetzten. Nichts der Art ist da zu finden; die Gesteine haben nur unbedeutende Spuren von Meersalz behalten.

Ebenso wenig haben sie von den später aus der Tiefe durch sie stellenweise aufsteigenden Salzlösungen etwas conservirt. Das wird bewiesen durch die sog. *hoppers*. Diese sind Krystalloide nach Kochsalz, die auf den Schichtungsflächen mariner Sandsteine, Schieferletter, Mergel und Kalksteine aus der entsprechenden Gesteinsmasse bestehen. Sie reichen nicht in die Tiefe, sondern nur bis an die ihnen zur Basis dienende Gesteinsoberfläche, und sind, wie E. W. HILGARD bewiesen, durch aufsteigende Salzlösungen entstanden. Ueber dem Gestein stagnirende Kochsalzsolutionen lassen dagegen ringsum ausgebildete Würfel fallen, wie vielfach beobachtet worden ist. Die *hoppers* wurden bei Absatz der nächsten Schicht aufgelöst, und der so entstandene Hohlraum von dem Sediment erfüllt. Sie finden sich schon vom Silur an bis in die jüngsten neptunischen Gesteine, namentlich in der Trias. (ROTH, chem. Geologie, II, 555). Der Salzgehalt unserer marinen Gesteine ist, was die Regel betrifft, nur als winzig zu bezeichnen.

Wenn nasser Küstensand in seinen Zwischenräumen soviel Seewasser hält, dass dessen Salzgehalt 1 Procent des Gewichtes oder Volumens des Sandes beträgt, so fragt es sich: was wird aus diesem in Wasser gelösten Salzgehalt, wenn der Sand sich zu Sandstein verfestigt? Die Antwort lautet: das salinische Wasser wird herausgepresst durch das Gewicht der sich überlagernden Sand- oder Schlamm-schichten, und dabei nimmt es doch sein Salz mit hinaus; denn bekanntlich giebt eine Salzlösung durch Filtriren kein Salz ab. Oder aber: der nasse Sand trocknet an der Luft zur Ebbezeit, dann nimmt die folgende Fluth das Salz wieder an sich; oder die Sandbank bleibt in Folge von Hebung des Bodens oder mächtiger Anhäufung sandigen Materials (von der Seeseite her bei Sturmfluth oder dergleichen) trocken, dann ziehen die hygroskopischen Meeres-salze soviel Luftfeuchtigkeit an, dass sie nach dem tiefer liegenden Strande zurücksickern müssen. In einem lockeren Haufwerk gehen die leichtestlöslichen Salze meist in die Tiefe. Gewöhnlich verläuft die Sache jedoch folgendermassen. Besteht der Strand in grosser Ausdehnung aus Sand, so werden an der Küste Sandhügel aufgeworfen, und ihrer Nähe Sandbänke im Meere gebildet, die bisweilen

eine solche Höhe erreichen, dass sie die tägliche Flut nicht mehr überschwemmt. Weiter erheben sie sich aber nicht; denn der Sand fängt an zu fliegen, wenn er über dem Wasser liegt und trocken wird. Der Wind führt zur Ebbezeit alsdann weg, was eine vorangegangene Flut höher aufgeschüttet hatte. (»So was« steht schon im alten Walchner.)

Und die vielen, vielen Analysen mariner Gesteine, welche verzeichnet sind, hat man doch nicht vorgenommen mit oberflächlich von Sonne, Luft und Wasser angegriffenen d. h. verwitterten bzw. ausgelaugten Handstücken, sondern aus frischen, die aus dem intacten Innern solcher Sedimente gewonnen sind, wo sie noch ihre ursprüngliche Beschaffenheit bewahrt haben. Ein Promille Salz müsste in den Analysen, die doch oft bis drei Decimalen angeben, schon in der ersten Decimale erscheinen, das thut es aber nicht. Mit anderen Worten: die ganze Salzbezugsquelle von WALTHER existirt nicht¹, das ganze Exempel ist ein Phantom. Das lässt sich auch auf anderem Wege beweisen.

Wenn nämlich der Boden 1 ‰ Salze enthält, so müssen die ihn durchdringenden und befeuchtenden Gewässer sie ihm nach und nach entführen und zwar zuerst das Regenwasser, dann die Quellen und darauf die Rinnsale.

Zu einem Procent Salzgehalt im Boden steht aber der unseres Grund-, Quell- und Flusswassers in keinem entsprechenden Verhältniss, mag WALTHER S. 143 (G.) auch darauf hinweisen, dass alle diese verschiedenartigen Salze vom Regenwasser gelöst, die Felsen ausgelaugt werden und dass ein beständiger Strom von überaus schwachen Salzlösungen von den Festländern nach dem Meere rinnt.

Wie aber nun diese überaus schwachen Lösungen ein Salzflötz machen sollen, ist unerfindlich.

Sie sollen doch aus 1000 m Jura 10 m Steinsalz, entsprechend 1 ‰, herausziehen, also müssen sie nicht nur die äussern Partien, sondern das ganze Gebirge auslaugen. Dabei würden sie in der Form von Tiefen- und Grundwasser sicher alles lösliche, was in ihren Bereich kommt, mitnehmen d. h. sie würden zu Soole werden, das Liter Wasser, was durch Erdreich mit 1 ‰ Salz sickert, begnügt sich doch nicht mit diesem 1 ‰, sondern löst auf seinem weitem Wege bis zu 25, wenn sie ihm geboten werden. Die Salzarmuth der Gesteine ergibt sich recht deutlich aus dem Gehalt unserer süssen Gewässer.

¹ Mit dieser Deduction gerathe ich durchaus nicht in Widerspruch zu meiner Ansicht, dass salinische Lösungen in zahlreichsten Fällen unsere Erzgänge in marinen Sedimentgesteinen gemacht haben, denn diese Lösungen gehen nicht aus der Bergfeuchtigkeit und dem Salzgehalt der Sedimentgesteine hervor, sondern aus den Laken, die von gehobenen Steinsalzflötzen stammten und nachträglich in tieferen Horizonten ihr Wesen trieben.

Da existiren nun eine recht grosse Anzahl von Analysen, die in den chemischen Geologien von G. BISCHOF und J. ROTH einwandfrei verzeichnet sind. Hierbei scheiden natürlich die Gewässer aus notorisch versalzten Gegenden aus, denn solche bilden nicht die Regel, sondern nur eine Ausnahme. Fast alle unsere Quellwässer sind für Trinkzwecke brauchbar, d. h. sie enthalten weniger als 1 g Salz im Liter.

13 Analysen von Quellwasser (ROTH, I, 441) gaben im Mittel 0,3024 g Chlornatrium im Liter, d. h. nur 0,03 ‰.

53 Analysen von Flusswasser (15 bei BISCHOF, I, 271 ff. und 38 bei ROTH, I, 456¹) ergaben im Mittel 0,015 g Chlornatrium im Liter d. h. nur 0,0015 ‰. ROTH sagt sehr richtig (S. 459 l. c.): »Die Menge des Gelösten ist im Flusswasser viel geringer als im Quellwasser«.

Hieraus geht doch deutlich hervor, dass die erdigen, marinen Sedimentgesteine unserer Erdrinde nicht ein Procent Salz enthalten. Selbst, wenn man entgegenen wollte, dass die jetzigen Quellen, Bäche etc. nur noch die Reste des früheren Salzprocentes bespülen, so lässt sich auch da der Beweis führen, dass das frühere Salzprocent nicht einmal in der Oberfläche der Gesteine existirt haben kann.

Zu diesem Beweise liefert WALTHER selbst wieder das Material. Er sagt S. 81 (G.) ganz ausdrücklich:

»Ein abwechselnd feuchter und austrocknender Boden bleibt schon bei 1 ‰ Salzgehalt steril«², d. h. mit anderen Worten: vom Cambrium an hätten alle marinen gehobenen Schichten des Pflanzenwuchses entbehren müssen. Das ist aber nie der Fall gewesen. Wir haben cambrische Kohlenreste bei Kunda, silurische Anthracitflötze in Schottland und Irland, sowie devonische in China. Und so durch alle geologischen Systeme durch bis heute. Dazu kommt noch, dass ohne Flora sich auch keine Fauna finden kann. Beide Kategorien sind von vornherein reichlich und hoch entwickelt gewesen, mögen auch die Florenreste nicht kenntlich geblieben sein.

Festland, id est gehobener Meeresboden, gab's schon im Cambrium, das wird durch die cambrischen Steinsalzflötze bewiesen, und da kann Vegetation nicht gefehlt haben.

¹ Hier sind nur die vier Analysen des versalzenen Wüstenflusses Chélif in Algerien ausgeschaltet worden. Am Chélif giebt's drei Oelzonen, und »Kein Petrol ohne salzige Gesellschaft«.

² Sollte hier kein Druckfehler vorliegen und statt 1 Procent 1 Promille zu setzen sein? Ein kochsalzhaltiges Wasser nimmt nach J. KÖNIG — Selbstreinigung der Gewässer 1899, II, S. 400 — bei Wiesenberieselung schon eine bedenkliche Beschaffenheit an, wenn es über $\frac{1}{2}$ g im Liter enthält; Grenze des erträglichen wird bei 1 g im Liter liegen, das ist also 1 Promille.

Freilich wird dabei der Widerspruch zwischen dem von WALTHER supponirten Salzgehalt der marinen Schichten mit 1 ‰, d. h. mit 10 g für Liter noch kolossaler. Da giebt's überhaupt keine Vegetation mehr. Und reines Kochsalz ist dazu dieser viel weniger schädlich als sein Gemisch mit giftigen Bittersalzen; (Nilwasser hat $\frac{1}{2}$ g Kochsalz im Liter und ist ohne solche Bittersalze).

Behielte unser Dünensand auch nur ein Promille Seesalz, so wäre eine künstliche Befestigung desselben durch Anzucht von Sandgräsern, Sanddorn etc. unmöglich.

So enthält z. B. der Erdboden im Rhonedelta, auf dem noch Getreide gedeiht, nur 0,2 Promille. Steigt der Gehalt über diese Grenze, so kommen auf dem Boden, in dem aller Graswuchs verschwindet, nur noch Strandpflanzen fort, aber auch diese nicht mehr, wenn der Salzgehalt auf 0,5 promille d. h. $\frac{1}{2}$ g im Liter steigt.

Die Ableitung des Wüstensalzes aus den vorwiegend marinen Sedimentgesteinen der Wüsten ist hiernach total hinfällig. Die marinen Ablagerungen haben nach ihrem Festwerden, nach ihrer Trockenlegung nicht einmal ein Promille Seesalz conservirt, viel weniger ein Procent. Die Franzosen würden doch nicht Hunderte von artesischen Tiefbrunnen in der algier'schen Sahara angelegt haben, wenn sie statt auf süßes Wasser auf salziges (d. h. mit mehr als 1 ‰ Gehalt an Chlornatrium, Chlormagnesium und Magnesiumsulfat) gestossen wären. Nur Süßwasser ermöglichte dort Colonisation, und das kommt doch in den meisten Fällen aus (marinen) Kreideschichten, die da weit verbreitet sind. Dasselbe Resultat ergibt sich aus den Analysen der Gesteine, aus dem Gehalt der sie bespülenden und auslaugenden süßen Gewässer und aus der Unmöglichkeit der Produktion einer Flora auf einprocentig-salzigem Boden.

Keine Art von Landpflanzen hätte auf einem solchen Erdreich sich ansiedeln können, selbst wenn sie auf oberflächlich entsalzener Boden es versucht hätte, denn sobald ihre Rhizome den salzigen Untergrund in Anspruch hätten nehmen müssen, wären sie zu Grunde gegangen.

Der Ansicht, dass das Wüstensalz nicht von einer ehemaligen Meeresbedeckung (im vorliegenden Falle zu identificiren mit der WALTHER'schen Ansicht: »von (ehemaligen) marinen Gesteinen«) herrühren kann, war schon C. J. B. KARSTEN in seiner Salinenkunde 1846. Er sagt, I, 740, dass in diesem Falle die ganze Sahara mit einer einheitlichen Salzkruste überzogen sein müsse. Es giebt aber im Gegensatz hierzu grosse, weite salzlose Gegenden, wo die Bewohner ihr Speisesalz erkaufen müssen, obschon die Bodengesteine da auch marinen Ursprungs sind«. KARSTEN hebt auch die Thatsache hervor, dass es an Süßwasserquellen, sowohl für sich, als in unmittelbarer Nähe von Salzquellen nicht fehlt, weil sonst, statt der mit erfrischendem Grün bekleideten Oasen, nur Salzsümpfe oder Salzfelder in der Wüste angetroffen werden könnten. Er citirt nach BROWNE: »Obwohl überall auf den Punkten der Ostwüste, wo Wasser angetroffen wird, neben den Süßwasserquellen auch Salzquellen, und diese letztern in überwiegendem Verhältniss gefunden werden, ist der Salzreichthum in der Ostwüste doch in eben der Art, wie in der Westwüste nur gruppenweise und keineswegs allgemein verbreitet vorhanden«.

Mit der Widerlegung der WALTHER'schen These: »Die marinen Gesteine liefern das Wüstensalz«, fällt alles, zugleich auch die Behauptung, dass aus dem Wüstensalz in abflusslosen Depressionen unsere Steinsalzlager ohne direkte Mitwirkung vom Ocean hervorgegangen sind. Doch hiervon später. Zuerst taucht da die Frage auf: »Woher kommt nun das Wüstensalz? oder conciser gesagt: woher stammen die Wüstensalze?« Ich habe diese Frage bereits in Braunschweig 1897 beantwortet in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte: Aus direkt vom Ocean an den Küsten in Barrenbusen abgesetzten und nachträglich gehobenen Steinsalzflötzen mit deren Nebensalzen. Die haben nicht nur das Wüstensalz geliefert, sondern auch die ganze Wüste gemacht.

Dort führte ich aus:

Der Ausdruck »Wüste« bezeichnet im richtigen und pflanzengeographischen Sinne ein ausgedehnt vegetationsloses Terrain. Wüsten giebt es in allen Klimaten der Erde. Wir finden Felswüsten in den Polarregionen, Lehm- und Sandwüsten in der gemässigten Zone und Fels-, Staub- und Sandwüsten unter den Tropen. J. WALTHER-Jena hat u. a. die Sahara trefflichst vor Kurzem geschildert und Theile davon analysirt. Ich ging bei meinen Ausführungen hierüber auf Grund eigener Beobachtungen in Amerika und Afrika, sowie anderer Forscher in Afrika, Asien und Australien von folgenden Gesichtspunkten aus.

Steinsalzbildungen finden nur an den Küsten statt, und diesen gehören (oder gehörten) auch die Gebiete des Vulkanismus an; hier sind also Hebungen in grossem und grösstem Maassstabe an der Tagesordnung gewesen und noch wirksam (Beispiele die nord- und südamerikanischen Cordilleren, Innerasien als früherer Ocean etc.).

Die vom Meere bei solchen Hebungen abgeschnittenen und damit landeinwärts gelangten Steinsalzflötze entlassen die über ihnen stehen gebliebenen Mutterlaugenreste, und deren Salze im Verein mit den bittern (Magnesia-) Salzen ruiniren die Vegetation überall in ihrem Verbreitungsbezirk. Dadurch geht auch die Fauna ein, und die vorher bewachsen und beschattet gewesene Oberfläche der Gesteine wird nackt. Die in Farbe und Festigkeit verschiedenen Partien und Gemengtheile der Gesteine werden von der Sonnenbestrahlung am Tage unregelmässig erwärmt und ausgedehnt, von der nächtlichen Kühle rascher oder langsamer wieder zusammengezogen, als ihre Nachbarpartien oder -Partikel, das Gefüge wird stetig, wenn auch noch so langsam, gelockert, und damit werden sie der Herrschaft der aeolischen Gewalten überliefert; der Wind kann sie fast von allen Seiten anfassen, denn er dringt in alle noch so feinen Risse und Spalten, kurz: er zerbläst sie. (J. WALTHER hat alle diese Windesvorgänge bislang unübertroffen beschrieben.)

Grand, Grus, Sand, Staub sind die Endprodukte, und namentlich der Sand in Form von Sandgebläse zerfeilt Alles, was er trifft, wiederum zu Sand und Staub.

Zu der Zerstörung durch diesen bedarf es für die nächstliegende Umgebung schon nicht mehr der Mitwirkung von salinischen Substanzen, die haben das Vernichtungswerk nur an den Rändern begonnen bezw. eingeleitet. Die Ausbreitung des Sandes über grosse eingeebnete Flächen (STROMER VON REICHENBACH sagt von Südwestafrika in seiner Geologie der deutschen Schutzgebiete 1896, dass Sandwehen keine Thäler ausfegen, sondern sie ausfüllen) lässt hohe Boden- und Lufttemperaturen entstehen — ägyptischer Kalksand erwärmt sich in der Sonne (nach SICKENBERGER) bis zu 90° —, diese verringern die früheren Regenmengen, und so schreitet die Verwüstung in der Richtung der vorherrschenden Winde vorwärts, mit oder Hülfe der Aufthürmung von Dünen. Aber nicht bis ins Unendliche, sondern nur bis dahin, wo die Vegetation den Kampf aufnimmt, und kräftig genug ist, um nicht ganz zu unterliegen. Das ist die Steppe, das Randgebiet jeder Wüste. An sie schliesst sich peripherisch der Wald wieder, und an diesem erlahmen die Stürme; elastischen Widerstand setzen ihnen die Holz- und Laubmassen entgegen, und ebensowenig wie ein Geschoss ein starkes Federkissen oder Heupolster zu durchschlagen vermag, kann der Sturm das Waldesdickicht ungeschwächt verlassen; er erlahmt in ihm.

Als Beispiele wurden bezeichnet: 1. die argentinische Pampaswüste; diese geht als solche zurück, weil die Bittersalze, die von den Cordilleren kamen, von den Andengewässern nach und nach in Senken (den Salares) gesammelt und die anderen Bodenstrecken allmählich ausgesüsst werden, so dass die Vegetation wieder Besitz von ihnen nehmen kann. 2. die Sahara; auch diese geht stellenweise zurück, zwar nicht in der Gegend zwischen den Canaren und Capverden, wohl aber im Osten und Norden, wo der Mensch mit eingreifen hilft — schon Napoleon sagte: unter einer guten Verwaltung besiegt der Nil die Wüste¹, unter einer schlechten die Wüste den Nil —; im Süden von Algier machen die erbohrten artesischen Süsswasser-

¹ Am oberen Nil hat man, wie der Londoner Aegyptologe FLINDERS PETRI mittheilt, in der Nähe der Steinbrüche von Silsitch, welche die Bausteine für die Pyramiden lieferten, uralte Culturstätten der Menschheit entdeckt. Der englische Professor fand Werkzeuge aus Feuerstein, Waffen mit Feuersteinspitzen, Schlüsseln und anderes, Dinge, die ein Menschenstamm einst benutzt hat. Jene Leute, deren Spuren die Zeit und der Wüstensand für immer verweht hat, hatten schon künstlerische Triebe. Auf den harten Steinflächen der Abhänge findet man Zeichnungen, die sogar eine höhere Gesinnung verrathen. Auf einer der in den Felsen eingeritzten Zeichnungen sieht man einen Mann mit einem Stecken einen Ochsen um ein Schöpfwerk treiben, ein anderes Bild ist ein langgestrecktes Schiff mit aufgespanntem Segel; dann sieht man ein Kameel, Böte ohne Segel mit Rudern, eine Kuh von einem

brunnen immer mehr Wüstenterrain zu fruchtbarem Land; ähnlich geht's ohne menschliches Eingreifen nördlich vom Tschadsee, wo die Südoase Bilma ihre Mimosen nach Norden vorschiebt. Das ganze Terrain von Kufe (15⁰ n. B.) bis zum Tsad war früher Dünenland, ist jetzt Mimosenwald. Die Vegetation schreitet mit dem in Sommermonaten herrschenden feuchten Südwind auf Kosten der Wüste nach Norden fort. (D. S. 202.) 3. Die Gobi; sie scheint noch auf Eroberungszüge auszugehen.

Nicht zu verwechseln mit dem eigentlichen Charakter der Wüste ist der der Versandung durch Küstendünen, die aus einfachem Seesand hervorgegangen sind. Diese mögen meilenbreite Striche landeinwärts unter Sand begraben', aber darüber gelangen sie nicht hinaus, ihre Herrschaft erstreckt sich nicht viel über den Meeressaum ins Land hinein. Das sieht man recht deutlich an den Dünen des südwestlichen Frankreichs, welche längst tief in das Innere unseres Continentes gedrungen sein müssten, wenn sie seit der Quartärzeit unaufhaltsam vorgerückt wären. Das »Geheimniss der Wüste« existirt also nicht mehr, seitdem wir wissen, woher es stammt.

Nun müssen wenigstens einige Belege dafür angebracht werden, dass die Sahara von randlichen Steinsalzflötzen umgeben ist, wenn nicht in ganz geschlossenem Ring. Solches ist nicht nöthig, wie die argentinische Pampas- und chilenische Atacamawüste beweisen. Dort waren Salzflöte in einer einzigen Flanke

Manne getrieben. Verschwunden ist jede Kunde von den Leuten, die dort einst hausten. Und nach Tausenden von Jahren kam für die Steinbrüche eine andere Zeit. Die Pharaonen von Ober- und Unter-Aegypten schickten ihre Sklaven hinaus, um Steine zu brechen für die Pyramiden, unter denen sie ihren Todesschlaf halten wollten, für die Obelisken, welche ihren Ruhm der Nachwelt verkünden sollten. Hier, wo heute ein Fenet, ein leichtfüßiger Wüstenfuchs, haust, haben viele Tausende gearbeitet, angetrieben von der Peitsche der Aufseher. Noch sieht man, ausgehauen aus dem harten Sandstein, die kleinen Tempel, wo sie die Gottheiten verehrten: Isis und Osiris, den Vogel Ibis, den Stier Apis und den Hundegott Annbis. Hier lebten und starben sie, ausgemergelt von der Froharbeit und der Wüstengluth. Noch stehen die Pyramiden und leuchten und glühen in der afrikanischen Sonne, noch künden die Obelisken und die Säulenhallen der Tempel den Ruhm der Pharaonen und ihrer schlanken, klugen Königinnen — aber die Namen der Bauleute sind dahin wie jene ihrer Vorfahren aus der Urzeit. Heute tönt vom Nilufer herüber das taktmäßige Rufen der Arbeiter, welche die Eisenbahn nach Assuan bauen, und am steinigem Ufer wimmelt es von geschäftigen Menschen, die sich beeifern, einen Eisenweg zu schaffen, mitten hinein in das Land der wandernden Söhne des Cham, die dieses Land einst von den Vätern erben, das heute die Hahlgier anderer Menschen erringen will. Der sinkende Tag vernimmt das singende Abendgebet der Araber und die eintönigen Dedeleien der Neger. Mitten hinein ertönt gellend der Pfiff der Locomotive und das laute Commando der Officiere. Das Zeitenrad hat wieder einen Umschwung gethan. Und nach weiteren zehntausend Jahren? (Weser-Ztg. N. 18371, 1898.)

des früher reich besetzten und tierisch bevölkerten Terrains hinreichend, um daraus Wüsten zu schaffen.

WALTHER selbst weist ja auf den Salzreichtum der Küsten der Wüste S. 185 (D.) und stellenweises Fehlen des Salzes im Innern derselben hin, aber das genügt nicht Jedem in jedem einzelnen Fall. Deshalb mache ich folgende, vielleicht noch recht lückenhafte Zusammenstellung.

Fangen wir bei Marokko an. (Salzseen, Salzszümpfe, Salzquellen, sowie Salzbäche etc. [mit Steinsalz auf secundärer Lagerstätte] werden nur ausnahmsweise angeführt.) Bedeutende Steinsalzgruben bei Laalooah in der Nähe von Dar el Beida (Casablanca) im Salzgebirge, ebenso bei Larasch, in der Umgegend von Fes z. B. bei Hajar el Waksif. Auch in den Thälern des Atlas geht es zu Tage aus.

Algier. Im Hippuritenkalk der Kreide mit Dolomiten und den unvermeidlichen Gips- und Anhydritschichten (Alabaster etc.). In der Nähe von Oran am Fusse des Gebirges; am Djebel Garibu bildet das Steinsalz förmliche Berge; südlich von Algier erhebt sich südlich von Medea der Salzcoloss Djebel Sahari; am Südabhang des saharischen Atlas werden vom Beni Mzab grosse Stücke Steinsalz gebrochen; in der Provinz Constantine werden Steinsalzgruben in der Nähe von Mila bearbeitet; auch südlich von Bisira steht solches an; noch weiter südlich in der Oase Wad Rir, also am Nordrand der Sahara, ist das wirkliche Steinsalz, welches im Gebirge von Tuggurt gewonnen wird, von sehr beliebter grauer oder bläulicher Farbe.

Ein alter Vortrag von FOURNEL in der Akademie der Wissenschaften in Paris über den Salzreichtum von Algier und Bona sagt:

»Schon in der Tiefe von wenigen Metern trifft man auf reiche Steinsalzlager, und selbst ganze Salzberge erheben sich über die Ebenen. Der südlichste der drei grossen algierschen Steinsalzzüge streicht vom Toten Meere bis zu den Inseln des grünen Vorgebirges«.

Tunis. Der Djebel Haddeffa ist ein ganz aus Salz bestehender Berg. Das Salz ist hart und fest wie Stein und hat eine röthliche oder Purpurfarbe.

Tripolis. Dass die östlichen Ausläufer des Atlas in Tripolis nicht aufgehört haben, ein Steinsalz führendes Gebirge zu sein, geht aus der grossen Menge von Salzseen etc. hervor, die ausserdem das Plateau von Barka und Cyrenaica bedecken. Im Norden von Sockna liegt Wadi Bonjem ganz in Gyps, ein Berg einer benachbarten Kette heisst Salzberg. Nordöstlich von Murzuk (Fezzan) auf dem Wege nach Germa dient das Steinsalz in Form von Blöcken als Häuserbaumaterial in mehreren Ortschaften. Gips wird ebenfalls unter den Mineralien von Fezzan angeführt. Oestlich von Murzuk auf der Route nach Cairo wird ein Salzlager auf einer beträchtlichen Anhöhe verzeichnet, welches bei unabsehbarer Länge einige Meilen breit ist.

Aegypten. Obgleich das Steinsalz auf seiner ursprünglichen Lagerstätte im eigentlichen Aegypten noch nicht gefunden ist, kann das Vorhandensein desselben doch nicht bezweifelt werden. Häufige und mächtige secundäre Ablagerungen sind ohne die Nähe der primitiven nicht wohl denkbar. Gips und Steinsalz kommen gemeinschaftlich in jüngern Gebirgen — Kreide und Tertiär — in Oberägypten, wenn auch unter sehr gestörten Lagerungsverhältnissen, vor. Ein grosser Theil der ganzen Wüste des südlichen Nubiens um Sennaar besteht aus Steinsalz; zwischen Damer (an der Mündung des Atbara in den Nil) und Assuan (in Oberägypten), also im Bereich der nubischen Wüste, liegen eine Tagereise lang von Schikr bis Nabab, auch weiter nördlich bis Umarack überall grosse Blöcke von Steinsalz auf der Erdoberfläche; im Dar-Mahas befindet sich das sehr feste und harte Steinsalz in Kalkschichten, mit vollkommen durchsichtigen Würfeln.

Aus den Nachrichten über Nubien geht hervor, dass das jüngeres Steinsalz führende Gebirge unbezweifelt mit demjenigen auf der Ostseite des Rothen Meeres correspondirt und nur durch Eruptivmassen vom Westufer des Rothen Meeres zurückgedrängt worden ist.

Geboten erscheint mir daher hier die Erwähnung der arabischen Steinsalzbetten am Ufer des Rothen Meeres. Ich finde darüber einiges. Man behauptet, dass die grosse Gebirgskette östlich von Akaba sich ununterbrochen von der Ostküste des Toten Meeres zur Ostküste des Rothen Meeres und von dort nach Yemen forterstreckt. Die Gebirgsverhältnisse würden daher auf der ganzen Erstreckung von wenigstens 20 Breitengraden, und insofern plutonische Gebirgsbildungen sich nicht einschoben und locale Störungen in den Schichten hervorbringen, dieselben bleiben, und man würde — wenn es in jenen Gegenden darauf ankommen könnte — vom Toten Meer bis zur südlichsten Spitze von Arabien, das Steinsalz überall mit gleicher Wahrscheinlichkeit dort antreffen, wo es noch nicht zu Tage gekommen ist, wie z. B. bei Yemen, Gisan, Loheia, Hodojda (Yambo) etc. Auch die jüngeren Gebilde der merkwürdigen Halbinsel Sinai (eine durch plutonische Massen emporgetriebene Blase) sind dieselben Steinsalz führenden Schichten, welche die Küstenkette am Ostufer des Rothen Meeres zusammensetzen.

Auf dem Wege von Massaua nach Tigre in Abessinien wird im Gebirge Steinsalz gewonnen und zu Geldtafeln gemacht. Ueberhaupt sind zwischen Massaua an der Küste bis Tedjura am Fusse der plutonischen Gebiete Steinsalzgruben im Betrieb z. B. in der Nähe von Hamfilah, wo das Salz horizontale Lagerung behalten hat, weiter bei Assab, wo Salztafeln etwa einen Quadratfuss gross gehauen werden, die in Abessinien als Münze dienen. Dass auch der oft erwähnte Salzsee Bahr Assal seinen salinischen Gehalt aus einer Steinsalzalagerung erhält, die so tief liegen mag, dass sie bisher nicht bekannt geworden ist, darf wohl nicht bezweifelt werden.

Das wären die mir bekannten Localitäten in den Nord- und Ostrandgebieten der Sahara. Die letzt notirten sind vielleicht als nicht hierher gehörig zu betrachten, weil zwischen ihnen und der sudanischen Wüste sich abessinisches Hochland einschiebt. Es durchbricht den Adigrat-Sandstein in Tigre. Der Südrand der Sahara ist weniger erforscht und bekannt, ergiebt jedoch immerhin Material genug. In Kordofan gerathen Brunnen mit 20—30 m in gipsigen Sand. In Darfur, einem grossen Landschaftsgebiete des früher ägyptischen Sudans, kommt das Steinsalz in gewissen Distrikten sehr häufig vor. Darfur reicht nur mit einem kleinen nördlichen Strich in den Bereich der Sahara bezw. libyschen Wüste. In diesen Gegenden, sowie in Wadai, dem üppig bewaldeten Reiche galt im Handel kein Geld, sondern nur Salz; in den innern Gebieten ist Afrika salzarm. Weit nördlich von Wadai, unter 20° n. B., in Tibesti kommt aber Thenardit, ein specifisches Mutterlaugensalz vor; da wird Steinsalz nicht fehlen; Gips steht an bei den Mafarasbergen 170 km westlich von Tibesti.

Wir gelangen in die Gegend vom Tsad-See. 150 km nördlich dieses 27000 Quadratkilometer enthaltenden Süsswasser-Binnensees liegt die Südgrenze der Sahara bei Kanimani, und weitere 150 km nordwärts die Oase Bilma, welche durch die starke Salzgewinnung ihrer Umgebung z. B. bei Kalala und Garu u. a. die Bornuländer im Süden des Tsads mit diesem notwendigen Nahrungsmittel versorgen. Auch nach Westen geht es bis dahin, wo die Versorgungssphäre der etwa im Meridian von Timbuktu in der südlichen Sahara liegenden Salzwerke von Taudeni beginnt. Diese werden in grossartigem Maassstabe bearbeitet. Die Flötze liegen etwa 1 m unter Tage in dicken Bänken. Steinsalzplatten gehen von da nach Timbuktu und von da nach Osten und Süden. Das Steinsalz von Taudeni setzt sich anscheinend nördlich bis Traras (etwa 110 km) fort, da werden viele Steinsalzböcke zu Häuserbauten verwendet. Annehmbar zieht sich die Ablagerung auch in südwestlicher Richtung nach der grössten Einsenkung der Sahara, nach El Djub, hin, der im Handatlas von Stieler mit den Worten »voll Steinsalz« bezeichnet wird.

Die Gruben von Ouaden (Wadan), aus denen Steinsalz in denselben Dimensionen, wie die der Tafeln von Taudeni gewonnen wird, liegen westlich in dem südlichen Wüstengipfel Warau.

Wir gelangen zum Westrand der Wüste, den Kreis nahezu schliessend. Dort liegt nur 280 km von der Küste (südlich vom Wendekreis in der Landschaft Tiris) die grosse Salzfläche von Ischil, die bei einer Breite von 3 Meilen 8 Meilen lang ist und unerschöpfliche Mengen von Steinsalz birgt.

Wir sind mit der Aufzählung zu Ende. Mit Casablanca an der marokkanischen Küste in der Breite von Madeira haben wir begonnen, mit der Sebeha Ischil südlich von den Canarischen Inseln schliessen wir. Die Umwallung der Sahara ist fertig. WALTHER selbst hebt ja den Salzreichthum der Randgebiese (D. S. 185), wie

bereits erwähnt, hervor. Kein einziges Steinsalzvorkommen in der Wüste selbst habe ich in der Literatur verzeichnet gefunden¹.

Aus den vorstehenden Daten vermag ich keinen andern Schluss zu ziehen, als dass die randlichen Steinsalzflötze der Sahara nach ihrer Bildung und Hebung ihre giftigen Nebensalze zuerst entliessen und sie in tiefere Horizonte ergossen. Später sind noch reine Chlor-natrium- und Calciumsulfatlösungen von den gesprengten Steinsalzflötzen nachgefolgt und haben das Zerstörungswerk besiegelt durch Begünstigung der Verwitterung des entblösten Felsbodens, d. h. das in ihrem Bereich liegende Land stellenweise zur Wüste machen helfen, die dann weiter um sich gefressen und nur Oasen übrig gelassen hat.

Die bittern Laken, die sich polwärts von den nördlichen Salzflötzen entfernten, erreichten das Mittelmeer, wurden mit den rein salzigen von atmosphärischen Niederschlägen verdünnt und liessen keine Wüste zurück; diejenigen dagegen, welche in äquatorialer Richtung abfließen, machten den nördlichen Theil der Sahara zu der Oede, die sie heute repräsentirt. Umfassender noch wirkten die Ergüsse der Flötze am Südrand der Wüste, die traten verheerend nach allen Richtungen auf. Deshalb existirt die Sahara noch südlich der Steinsalzvorkommen von Bilma, Taudeni, Wadan, Ischil etc., wo die Sandwüsten von El Djuf, Akela, Waran, Asfal und andere auf den Karten verzeichnet sind.

Ich kann mir keine beredteren Thatsachen denken und stelle daher den bereits erörterten Satz auf: Der Anstoss zur Wüstenbildung wird in den heissen und gemässigten Klimaten der Erde meistens gegeben durch die Entlassung der bittern Nebensalze eines mächtigen über das Meeresniveau gehobenen Steinsalzflötzes in umliegendes Gelände.

Sind dieselben massig genug vorhanden, so vernichten sie unter Umständen die Vegetation und überliefern damit den seiner Schutzdecke beraubten Boden der Verwitterung, Felszertrümmerung etc., deren Produkte weiter um sich fressen und so das Gebiet der Wüste bis zu gewissen Grenzen erweitern.

Dass dieser Satz für die Sahara mit ihren das ganze Jahr herrschenden nördlichen Winden (nur am Tsadsee finde ich für den Juli Südwest notirt) passt, ist ja einleuchtend. Er erklärt zugleich ungezwungen die Existenz von salzfreien Wüstentheilen, die mit der WALTHER'schen Ansicht über die Herkunft des Salzes aus marinen Sedimentgesteinen nicht vereinbar ist.

Ich wundere mich darüber, dass WALTHER sich nicht die

¹ Ein Blick auf eine Tiefenkarte der nordafrikanischen Westküste zeigt, dass die Sahara namentlich an der Küste von Tiris weit in den Ocean hineinreicht und wahrscheinlich immer mehr Terrain ihm abgewinnt. Der das ganze Jahr beherrschende Nordostwind wirbelt den Sand aus der Wüste in den Atlantic hinein.

Frage vorgelegt hat: Warum Salzreichtum an den Küsten? Marine Gesteine finden sich da, wie im Innern. Aber am Meere fliegt doch das Salz nicht auf das nächste Landgebiet.

Sehen wir zu, ob der vorherige Satz auch in Amerika sich bestätigt. Europäische Wüsten giebt's nicht, bei asiatischen und australischen fehlt mir eigene Anschauung. Von letztern bemerkt WALTHER, dass von allen Flüssen Südaustraliens nur der Onkapinga das Meer erreicht. Alle andern werden in ihrem Laufe immer brakischer und enden dann in einen Salzsumpf.

Zurückgehende Wüsten sind die Badlands, mauvais terres, alkali soils und great sand hills, die sich in den Vereinigten Staaten vom Süden Montanas vorüber bei den Black hills durch die südliche Westecke von South Dakota nach Nebraska in das Gebiet des Loup River hinziehen. Die jährliche Regenmenge bleibt da unter 35 cm, und deshalb geht die Aussüßung der bittersalzigen Ländereien nur sehr langsam vor sich. Die Namen bittercreek und saltwell kehren dort ausserordentlich häufig wieder. In Wyoming präsentirt sich nördlich der Eisenbahnstation Bittercreek der Wüstenfleck Red Desert und nördlich der Uintaberger im Gebiet bad lands. Dieselben salzigen und niederschlagsarmen Verhältnisse gelten von den Territorien westlich vom Grossen Salzsee bis an die Grenze von Californien und südlich bis nach Yuma-Arizona am Colorado River, der nur 100 km weiter nach Süden in den Golf von Californien mündet. Alle die wüsten Landstriche, die Deserts Great American, Sevier in Utah, die von Hot Springs, Black rock, Goshute, Ralston, Amargoza in Nevada, Mohave und Colorado in Californien, Gila in Arizona u. a. bergen unermessliche Mengen von allen Arten der Mutterlaugensalze mit Boraten, Carbonaten etc. im Boden und in Seen. Die Colorado wüste (nordwestlich von Yuma in Arizona) liegt zudem 300 m unter dem Oeanniveau, kann also nicht leicht ausgesüßt werden.

Diese nordamerikanischen Verhältnisse liefern einen deutlichen Beleg dafür, dass bittere (giftige) Salze und Wüste in vielen Fällen unzertrennlich sind, dass aber Landstriche, die von ihnen zur Wüste gemacht worden sind, nicht wüst bleiben, wenn die Regenhöhe hinreicht, die Störenfriede in Rinnsalen abzuführen.

Ich betone absichtlich den Ausdruck »bitter«, weil die Nachbarschaft reiner Steinsalzlager keineswegs hinreicht, um eine Wüste hervorzurufen. Das wird bewiesen in unserm gemässigten Klima durch die Salzberge von Cardona und besonders die von Siebenbürgen, wo prächtige Eichenwälder auf Humus wachsen, der in geringer Tiefe leibhaftiges Steinsalz birgt.

Gleiches gilt unter den Tropen von den andinischen Steinsalzflötzen im Innern von Peru etc. Dort ragen mächtige Salzfelser empor, haben aber keine Verheerungen, die noch heute sichtbar wären, um sich herum angerichtet. Reichlichste Regen, bis über 200 cm jährlich, habend anscheinend alles salinische ohne Schaden für die Vegetation abgeführt. (Schluss folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [1902](#)

Autor(en)/Author(s): Ochsenius Carl Christian

Artikel/Article: [Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther-Berlin 1900. 577-590](#)