

von der jungen *Perna* (Fig. 5, 6) erkennen lassen, sind somit nur eine jüngere Entwicklungsstufe von *Gervilleia*. Die Einziehung von *Bakewellia*, die u. a. E. PHILIPPI befürwortet, ist also durchaus gerechtfertigt.

#### Ergebnisse.

1. *Bakewellia* umfasst in der Dyas und unteren Trias die dünn-schaligen, mit wenigen Ligamentgruben und indifferentem Schloss ausgestatteten directen Vorläufer von *Gervilleia* und ist somit einzuziehen.
2. *Gervilleia* s. str. lässt sich in Jura und Kreide<sup>1</sup> nach dem Schlossenbau und der Schalenform in 4 natürliche Gruppen gliedern.
3. In der Mitteltrias sondern sich zwei kurzlebige, selbstständige Seitenzweige ab, die somit als Untergattungen mit besonderen Namen (*Hoernesia* LAUBE, *Odontoperna* FRECH) zu belegen sind.

---

### Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther-Berlin 1900.

Von Carl Ochsenius.

(Schluss.)

Anders an der Küste, wo sich eine regenlose Region von Chañaral in Chile unter dem 26<sup>o</sup> s. B. bis nach Amotape in Peru unter 4<sup>o</sup> 36' s. B. am Pacific hinzieht.

Auch darin haben die von den Salzflötzen der westlichsten Cordillerenkette abgeströmten Mutterlangensalze Wüsten geschaffen und stellenweise mächtige Dünenformationen hervorgerufen. Sie beginnen bei Sechura etwas südlich von Amotape und setzen sich, wenn auch nicht ununterbrochen, fort durch die ganze regenlose Region der südamerikanischen Westküste. RAIMONDI sagt: »Abgesehen von den bedeutenden Steinsalzmassen im Innern, sind alle Küstenländer Perus von Chlornatrium imprägnirt. Es existirt keine Region in der Wüste, in der Sierra oder der Montaña, in der nicht einige Lager dieser nützlichen Substanz angetroffen werden«<sup>2</sup>.

Die Uebereinstimmung der Salzgemische, die hier wüstenbildend auftreten, mit der Zusammensetzung unserer bitteren (sog. Stassfurter) Kali- und Magnesiasalze habe ich ausführlich in meinem Buche: »Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen« 1887 erörtert.

<sup>1</sup> Der letzte Ausläufer kommt im Eocän vor.

<sup>2</sup> Die peruanischen Anden bestehen nicht aus einer Kette, wie in Chile, welche man dort Cordilleren nennt, sondern aus zwei, ja stellenweise aus drei Zügen, von denen der erste Sierra oder Cordillera heisst, die darauf folgenden Montanas oder Anden genannt werden.

Sulfate und Chloride von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium treten in bunter Reihe auf, auch mit Boraten, namentlich aber in den südlichsten chilenischen Theilen der regenlosen Region, d. h. in Tarapaca, Antofagasta und Atacama.

Hier gelangten die Salze nicht bis zum Meeresufer, weil da die Küstencordillere vorgelagert war. Sie stagnirten dort und producirten Wüsten in ausgeprägtester Form mit überraschenden saharahähnlichen Analogien. Hier entstand auch der Natronsalpeter aus dem Salzgemisch mit Natriumcarbonat und Guano.

Jugendlich ist die Atacamawüste. Luzernefelder liegen unter Salzdecken, Baumstämme, Reste grosser Säuger, Geschirrscherben, ja eine Indianerleiche mit voller Wehr und dem todbringenden Speer im Leibe sind aufgefunden worden in verschiedenen Tiefen unter dem Nitrat und dessen Begleitsalzen. Dort hat das Salz arg gewüthet; bis in die gemässigte Zone reicht sein Unheil.

Wo die Westflanken der Cordilleren Wasser genug an das Litoral geben, um in ausgiebigem Maasse zur Bewässerung von Ländereien zu dienen, liegt ein Paradies neben der Wüste. Leider sind solche Punkte nicht sehr häufig.

(Nicht vergessen will ich die Erwähnung des leibhaftigen Steinsalzflötzes dicht an der Küste bei Huacho nördlich von Callao in Peru. Dieses Steinsalz ist so rein, dass es in handlichen Stücken an der ganzen Westküste bis nach der Magelhaeusstrasse als Speisesalz vom Volke verwandt wird. (Feines Tafelsalz kommt paradox von England.) Es liefert den Beweis, dass es nicht aus zusammengelaufenen Laken, die einst von den Höhen rannen oder sickerten, entstanden, sondern ein direkt legitimes Oceanskind ist.)

Ueberschreiten wir von Atacama aus die schutthaldenähnlichen felsigen Wüsteneien der Anden nach Osten, so gelangen wir in ein weiteres Wüstengebiet, nämlich das der Argentina. Auch in diesem vasten Gelände haben dieselben Salze den Lehm- und Lössboden, der bis an 600 m Mächtigkeit aufweist, zu einer Wüste gemacht. Einzelne Wasserläufe sind heute noch pure Salzbäche, und salinische Efflorescenzen machen sich recht breit, aber nur westlich vom Paraná. Den haben sie nicht überschritten. Flora und Fauna gingen zu Grunde, Massengräber von grossen herbivoren Vierfüsslern lassen erkennen, was vorging. Die bitter gewordenen Gewässer ruinirten alles. Jetzt sammeln die Bäche und Flüsse salzfreien Inhalts vom Gebirge her die salinischen Substanzen der Ebene in den Depressionen (Salares) und süssen allmählig den Boden aus.

Die argentinische Pampaswüste geht durch die Niederschläge, welche diesseits der Anden bis 60 und mehr cm erreichen, zurück. Weizen, Maïs, Huf-, Horn-, Woll- und Borstenvieh gedeihen vortrefflich da, die Vierfüssler sogar ohne Lecksteine.

Nachträglich will ich unter Anrufung einer Autorität noch bemerken, dass der Unterschied zwischen primär aus dem Ocean abgesetzten mächtigen Steinsalzflötzen und denen in abflusslosen Binnen-

becken auch NEUMAYR betont in seiner Erdgeschichte. (I. S. 551 in erster und I. S. 601 in zweiter Auflage, 1887 und 1895.) Es steht da: »Da kohlensaurer Kalk in fast allen Flüssen die erste Rolle spielt, scheidet er sich zunächst aus; allmählich sammeln sich auch die übrigen Salze. . . . So einförmig die Zusammensetzung des Meerwassers ist, so ausserordentlich wechselnd ist sie in den abflusslosen Seen, nicht nur was die Concentration, sondern auch was die Beschaffenheit der enthaltenen Bestandteile betrifft; diese ist eben lediglich von der Natur der Stoffe abhängig, die die Zuflüsse aus den Gesteinen, mit denen sie in Berührung kommen, auszulaugen im stande sind. Es können demnach im Laufe der Zeit auf diese Weise Salzlager äusserst mannigfaltiger Art entstehen, die aber, abgesehen von sehr seltenen Ausnahmen, nur eine geringe Mächtigkeit haben. Doch sind selbst hohe Productionszahlen aus solchen Salzseen oder Salzlagern (z. B. Elton- und Baskuntschach) vom geologischen Standpunkt aus verschwindend klein, wenn wir sie mit den gewaltigen Salzstöcken der alten Schichtenfolgen vergleichen.«

Hieraus ergibt sich, dass die Begleitsubstanzen der Salzflöze in abflusslosen Wasser des Binnenlandes ausser kohlensaurem Kalk mannigfachster Art sind, während der Anhydrithut fehlt, wogegen die primitiv aus dem einförmigen Oceanwasser in diesen Barrenbusen abgesetzten Salzflöze keineswegs viel kohlensauren Kalk aufweisen, sondern nur Calciumsulfat als Liegendes und Hangendes der Hauptmasse des reinen Chlornatriums. Diese Differenzen sind doch in die Augen springend.

Sie gipfeln in den beiden Gegensätzen:

Gering mächtige unreine Steinsalzletzen (ohne Anhydrithut), nach OCHSENIUS Anschauung secundärer Bildung.

Bedeutend mächtige bis kolossale reine Steinsalzflöze (mit Anhydrithut), nach OCHSENIUS primär auf dem Ocean in partiell abgeschürften Busen entstanden.

Zu letztem Satze gebe ich folgende Daten. Im norddeutschen Zechsteinbusen liegt das reine sog. ältere Steinsalz ohne irgend welche nennenswerthe Zwischenmittel massiv 1472 m mächtig bei Oldau in der Nähe von Celle, 1184 m stark bei Sperrenberg südlich von Berlin und 930 m dick bei Sothenberg unweit Goslar. 22 weitere erfolgreiche Tiefbohrungen, sämmtlich über 1000 m, darunter Inowrazlaw mit 1003 m, liessen ebenso wie Sperrenberg, dass Steinsalz undurchbohrt.

Solche staunenswerthe Vertikaldimensionen einer reinen in Wasser löslichen Substanz lassen sich doch gewiss nicht aus schlammigem Rinnselwasser von Wüstenbächen, welches in geschlossene abflusslose Senken läuft, ableiten.

Das ist, was ich kurzgefasst von Salzbildungen und Wüsten weiss. Daraus ergibt sich im Anschluss an den vorhin aufgestellten Satz folgender Ideengang.

Die Masse der über einem vom Ocean abgesetzten Steinsalzflötz stehen bleibenden Mutterlaugenreste (bittere Salze) kann sehr verschieden sein. Ist sie geringfügig, so ist ihre Entlassung vom gehobenen Salzflötz von weniger schwerwiegenden Folgen für die Umgebung, als bei massigem Auftreten. In unbedeutender Menge kann sie sogar nach und nach von der Vegetation absorbiert werden. In grösserm Maassstabe kann sie auch von durchlässigem oder zerklüftetem Gestein aufgenommen werden, und liefert dann später das Material für unsere salinischen Mineralquellen; ergiesst sie sich in reichbesetzte Meeresbuchten, so ruinirt sie plötzlich die Fauna und Flora, deren Reste Petroleum geben, wenn luftdicht begraben; trifft sie nicht durchlässige Gelände, so vernichtet sie die Umhüllungen der Felsen und überliefert die blanken Gesteinsoberflächen der Zerstörung durch Sonne, Wind etc.; dadurch werden jene in Staub und Sand verwandelt, und diese machen die Wüste, die sich weiter ausdehnt bis dahin, wo das Pflanzenkleid der Erde stark genug ist, dem Ansturm der Sandmassen zu widerstehen. Das ist hier *punctum saliens* — sc. Bittersalze machen unter Umständen die Wüste.

Das Schlusswort WALTHER's in seiner »Denudation 1891« »die Wüste erklärt sich aus der Wüste« war deshalb total unbefriedigend, und seine Ableitung des Wüstensalzes auf den marinen Wüstengesteinen in seinem »Gesetz der Wüstenbildung 1900« ist meines Erachtens in dem von ihm angewandten Maassstabe ein Irrthum. Das glaube ich bewiesen zu haben zugleich mit der Behauptung, dass in vielen Fällen Bittersalz Ursache der Wüstenbildung ist, und nicht ein Produkt derselben. Ich sage: »in vielen Fällen«, vielleicht sogar in den meisten. Ob in allen, steht dahin.

Die Vegetationsarmuth bzw. Vegetationslosigkeit der mittelchilenischen Anden rührt vielleicht nicht von Bittersalzen her, trotzdem sind die Scenerien wüstenartig genug. Es fehlt dort die niedere Pflanzenwelt. Ob weiter in den australischen Wüsten Bittersalze gewirkt haben, weiss ich nicht.

Eine Ursache der die Wüstenbildung veranlassenden Zerstörung der Pflanzendecke gebe ich hiermit. Es ist die nachhaltige, nicht nur temporäre Vertilgung aller lebenden Pflanzen durch Lösungen von Bittersalzen. Das ist schon etwas.

Ein Gesetz der Wüstenbildung habe ich jedoch aus dem Buche WALTHER's nicht herausfinden können trotz eifrigen Suchens, wohl aber sind mir manche Stellen in den beiden Wüstenbüchern aufgefallen, die mit andern im Widerspruch zu stehen scheinen. Ich führe einige davon an.

So steht S. 144 (G.): »In einem dränirten Lande muss jeder Wassertropfen mit den von ihm gelösten Substanzen zum Meere zurückkehren, aus dem er ursprünglich stammte; in einem abflusslosen Gebiete wird er bald in die Atmosphäre aufgenommen, aus der er herniederfiel, und die von ihm gelösten Salze bleiben zurück.

Deshalb versalzen alle abflusslosen Regionen und nur salzreiche Gegenden sind wirklich abflusslos«

In der Theorie mag das richtig sein, aber wo Theorie und Praxis sich nicht decken, behält die Praxis immer Recht. Wenn deshalb S. 151 (G.) steht, dass in allen abflusslosen Regionen Salzausscheidung beobachtet werden kann von Lösungen beliebiger Concentration, so stimmt das nicht. Sehr schwache Lösungen bewirken selbst in langer Dauer keine Salzausscheidungen. WALTHER führt ja selbst ein eklatantes Beispiel an, welches beweist, dass die Versalzung eines abflusslosen Gebietes nicht in von ihm berechnetem Maassstabe Platz greift. Er sagt S. 14 (G.) bei der Besprechung der Oasen der Libyschen Wüste: »Der Fayum-See hat nahezu süsses Wasser, obwohl er aus der Verdampfung des alten Moeris-Sees entstand, und obwohl im zufließenden Nilwasser eine Menge von Salzen enthalten sind, die sich im Laufe der Zeiten hätten anreichern müssen. Wenn wir annehmen, dass der See seit römischer Zeit dieselbe Wassermenge immer behalten und durch Verdunstung ebensoviel verloren hätte, wie ihm vom Nil zuströmte, so müsste innerhalb von 1900 Jahren der Salzgehalt auf 2,27 % gestiegen sein. Da aber sein Niveau nachweislich früher höher gestanden hat, so müsste der Salzgehalt sogar 8,53 % betragen. Die geringe Menge von Salzen in dem Wasser des Qurun-Sees (wohl identisch mit Fayum-See und Birket el Kurun) lässt sich also nur verstehen, wenn wir annehmen, dass ein grosser Theil des zuströmenden Nilwassers auf unterirdischen Spalten versank und der Wüste zuströmte«.

Die hier von WALTHER geschilderte Situation ist nicht ganz klar, denn er supponirt unterirdische Spalten, weil der Salzgehalt der Depression nicht mit seiner Rechnung stimmt.

Die Oase Fayum ist von Höhenzügen der Libyschen Wüste umschlossen, welche nur im Osten durch eine Thalschlucht, El Lahun, unterbrochen sind; durch diese Pforte tritt der vom Nil abgeleitete Bahr Jussuf (Josephscanal) in die Oase und theilt sich hier in eine grosse Anzahl Arme, die Fayum schon im hohen Alterthum zu einem der fruchtbarsten Landestheile Aegyptens machten. Zwei dieser Arme ergiessen sich im Westen in das schwach salzige Wasserbecken Birket el Kurun (See der Hörner), das 54 km lang und 10 bis 11 km breit ist, jedoch nach den Untersuchungen von LINANT DE BELLEFONDS keineswegs mit dem Moerissee identisch ist. Doch ist dieser letztere Umstand unwichtig für den Moment.

Sicher ist, dass Amenemha aus der 12. Pharaonendynastie um 2500 v. Chr. den Jussufcanal angelegt hat und dass seit dieser Zeit die Oase Fayum das abflusslose Gebiet für einen Nilarm gewesen ist.

Nun enthält Nilwasser bei Kairo 0,14192 g Rückstand in 1 Liter, darunter 0,00555 g Kochsalz — auf die übrigen Bestandtheile kommt es bei der Frage des Versalzens nicht an, es sind nur Erden

mit etwas Organischem (POPP, Ann. Chem. Pharm. 155, 344, 1870, ev. ROTH, Chem. Geol. I, 457) —, aber die 4400 Jahre der Berieselung der Oase Fayum durch nicht salzfreies Flusswasser haben nichts bewirkt, als eine sehr schwache Salinität des Kurunseewassers, das nach WALTHER ja nahezu süß ist. Unterirdische Abflüsse giebt da nicht; denn dann müsste der Kurun nur einfaches Nilwasser sein; sein schwacher Salzgehalt wird aber etwas über 1 g im Liter betragen; so viel ist nöthig, um geschmeckt zu werden. In 4400 Jahren hat es der Jussufcanal bloss fertig gebracht, den vierten Theil des Areals der Oase Fayum mit 6 m tiefem kaum salzigen Wassers, d. h. mit einem Gehalt von wenig mehr als einem Tausendstel (gegen mehr als  $2\frac{1}{4}\%$ , wie WALTHER berechnet) Chlornatrium zu versehen. (Wenn man den Canalquerschnitt und die Wassergeschwindigkeit wüsste, liesse sich die Menge des durch ihn nach Fayum importirten Salzes wohl annähernd berechnen.)

Jetzt sind in den 1500 Millionen Kuhik Metern Kurunwassers ebensoviele Kilo Salz vorhanden, in jedem Quadratmeter Kurunsee-Areal also rund 6 kg. Da nun 1 m<sup>3</sup> Steinsalz 2280 kg wiegt, so würde beim Austrocknen des Kuruns eine Salzrinde von 2,63 mm Stärke zurückbleiben, und da diese Rinde doch wohl alles Salz repräsentirt, was die ganze in den Kurun entwässernde Oase erhalten hat, so käme da auf dem Boden nur eine Kruste von 0,66 mm, nota bene heute nach 4400 Jahren.

Ja, nehmen wir das zehnfache, sogar das hundertfache an, so würde die Vegetation alles Natriumchlorid in Carbonat längst umgesetzt haben. Natron ist einer der 13 unentbehrlichen Pflanzennährstoffe; darüber braucht man einzig Analysen von Pflanzenaschen nachzulesen. Wendet man doch unter Umständen Kochsalz als Düngemittel an, um die in festen, von Natur salzarmen Böden vorhandenen Kalksalze, Phosphate, Kalisilikate leichter löslich zu machen. Dabei wird das Chlornatrium natürlich zersetzt, sagen wir: von der Vegetation verzehrt. Und so ist es gewiss auch in der höchst fruchtbaren Oase Fayum der Fall gewesen. Ihr See versorgt zudem Aegypten mit Fischen.

Des fernern bespricht WALTHER S. 141 (G.) das abflusslose Gebiet Russlands und sagt: »Selbst die Stelle wo ein grösserer Fluss wie der Murghab verdampft und seine letzten Wasser im Sande verlaufen, ist eine grünende Oase«. Das ist sehr richtig. Der Murghab giebt ein ganzes System von Bewässerungscanälen der Oase Merw in der Wüste Karakum im jetzt (seit 1883) russischen Turkmenengebiet ab, ernährt auf 4000 qkm Culturland an 200 000 Einwohner mit reichen Ernten und verliert sich darauf im Sande. Den Salzgehalt der Karakumdünen giebt WALTHER S. 112 (G.) an. Dieses Faktum allein, welches der in Merw gewesene WALTHER bestätigt mit den Worten: »Mit grossartigen Bewässerungsanlagen verwandelt Russland das verödete Transcaspian in einen fruchtbaren Garten«, dieses Faktum allein würde mich abgehalten haben, eine

so apodictische Behauptung über das unbedingte Versalzen abflussloser Wannen aufzustellen.

Nach WALTHER'S Ansicht müsste der sehr wasserreiche, vom Hochgebirge Sefidkuh kommende Murghab, der doch keinesfalls chemisch reines Element anbringt, dazu beitragen, die Umgehend Merws, in der er erstirbt, wengleich äusserst langsam, zu versalzen. Das Gegentheil findet statt. Sein süsses (annehmbar  $\frac{1}{2}$  Tausendstel Salz enthaltendes) Wasser löst die in der Karakum enthaltenen Salze, die Ursache der Wüste, auf und führt sie den Pflanzen zum Zersetzen etc. zu. Mit anderen Worten: hier wird eine abflusslose Depression durch Süsswasserzugänge entsalzt.

Ganz dasselbe findet statt an den peruanischen und nordchilenischen Küsten, welche Andengewässer erhalten und sie zur Irrigation verbrauchen, ehe sie den Ocean erreichen. Da müssten sich die übeln Folgen der Anhäufung des noch so schwachen salinischen Gehaltes des Berieselungselementes schon fühlbar gemacht haben. Aber nicht nur dieser Gehalt sondern auch noch ein verhältnissmässig bedeutender des verwüstet habenden Bittersalzes wird zersetzt bezw. unschädlich gemacht durch continuirliche Verdünnung. Und was nicht verzehrt werden kann, geht in benachbarte Vertiefungen, daher haben die meisten alten Oasen im Süden von Algier etc. eine Sebcha neben sich; diese Sebcha entsprechen offenbar den Salztümpeln und Salares in der Argentina. Die neuen Oasen, die um die frisch erbohrten artesischen Süsswasserbrunnen entstehen, bedürfen der Sebcha jedoch nur, wenn sie in oberflächlich versalztem Gelände liegen.

Die zahllosen artesischen Brunnen in Algier und anderswo bringen doch kein Salzwasser auf, solches ist in den Wüsten an der Oberfläche zu finden, wenn auch noch so spärlich. Allein in der Provinz Constantine sind von 1856—1896 722 artesische Brunnen gebohrt worden, die 34 000 Hectoliter minutlich liefern.

Im Westen der Vereinigten Staaten ist es ähnlich<sup>1</sup>. Kolossaler noch ist der Erfolg in Australien.

200 Brunnen allein in Queensland geben minutlich 6720 Hectoliter (täglich ca. 213 Millionen Gallonen). Bei einem sehr ergiebigen Bohrloch in Nordaustralien (mit einer Production von 22 Hectolitern in der Minute, 700 000 Gallonen täglich), hat sich ein kleiner Süsswassersee gebildet.

In Neu-Südwaales sprudeln an 150 Bohrbrunnen (minutlich 2460 Hectoliter, 78 Millionen Gallonen täglich) auf. (Bohrtechniker-Zeitung No. 14, S. 10, 1902.)

---

<sup>1</sup> Dem salzigen Oedland, den Alkaliwüsten im Westen der Vereinigten Staaten, geht man jetzt regierungsseitig zu Leibe. Der Congress von 1902 hat namhafte Summen für die Anlage von künstlicher Bewässerung der bad lands verwilligt.

Werden dabei die Bewässerungskanäle nicht stark von massigen salzhaltigen Höhen überragt, so wird der gute Erfolg nicht fehlen.

Den schlagendsten Gegenbeweis der unbedingten Versalzung abflussloser Depression liefert jedoch in grösstem Maassstabe der Tsadsee im Sudan. In dieses 27000 qkm enthaltende Süsswasserbecken strömen die bedeutenden Flüsse Schari, Mbulu und Waube, aber sein Wasser bleibt süß und die wirklich abflusslose Gegend zunächst um den Tsadsee ist nicht salzförend.

S. 3 unten (G.) heisst es: »Dass Sandk6rner keineswegs h6ufig eine Auswanderung über den Bannkreis der Wüste hinaus unternehmen. Das wird bewiesen durch die weite Verbreitung der Sanddünen gerade innerhalb der Wüste«.

Das wäre ja ein grosses Glück. Leider haben Sandmassen in Asien hochcultivirte Gegenden zu Wüsten gemacht, die Gobi soll heute noch Eroberungszüge unternehmen, und die Sahara gewinnt sogar dem Atlantischen Ocean in der Gegend zwischen den Canaren und Capverden Terrain ab. Wie gut wär's, wenn die Dünen sich nur darauf beschränkten, zu Hause, in ihrer Wüste zu bleiben, aber leider giebt es viele Ausnahmen neben der Gobi.

Die unheilvolle Ausbreitungsthätigkeit der letztern ist in neuester Zeit von SVEN HEDIN besprochen worden. Seine Mittheilungen gipfeln (im Umriss auszugsweise) in folgendem: Der Tarim ist der grösste Strom des innern Asiens, und nur dieser mächtigen Pulsader hat es der centrale Theil Asiens zu danken, dass er bewohnt werden kann. Er durchstr6mt die n6rdliche H6lfte Ostturkestans in west-6stlicher Richtung und biegt endlich nach S6dosten ab, wo er aber immer noch in der f6rchterlichen Sandwüste ums Dasein k6mpft. Von den Unternehmungen HEDINS sind vor allem die Forschungen am Lob-Nor und die Reise in die Wüste Gobi interessant.

Einige Tagereisen von der Quelle Altimisbulack fand HEDIN die Ruinen alter St6dte, zu deren n6herer Untersuchung er sich eine Woche Rast gönnte. Insgesamt entdeckte er vier solcher St6dte, sowie noch einzeln liegende Geh6fte und H6user, die alle aus gebranntem Lehm aufgeföhrt waren. Bei Ausgrabungen im Innern eines dieser Geb6ude wurde ein Dutzend gut erhaltener, vollst6ndiger Manuscripte in chinesischer Sprache und eine Unmenge Bruchst6cke von solchen gefunden. Ferner entdeckte man 30 St6bchen oder Lamellen von Tamariskenholz, alle mit chinesischen Buchstaben beschrieben. Die Handschriften hat ein schriftkundiger Chinese für Privatbriefe erkl6rt, in denen u. a. von einem grossen Wege die Rede sei, der von Sadschou nach den St6dten föhre. Recht eigenth6mlich sind auch die beschriebenen St6bchen. Sie bilden eine Art Quittung für genau angegebene Mengen Weizen und Mais, die die Bewohner den Beh6rden geliefert hatten. Wo sich jetzt ein ederschauerlichster Wüsten der Erde hinzieht, befand sich also fr6her eine fruchtbare Gegend, die Getreide hervorbrachte. Ein Chinese nannte als Alter der St6be 800 Jahre. Der Tempel war gegen Norden von einem



Pappelhain umgeben, und gegen Süden hatte er Aussicht auf den alten Lob-Nor geboten.

Nach den Forschungen, die HEDIN in diesen Gebieten ausführte, ist nämlich nicht daran zu zweifeln, dass der alte Lob-Nor gerade südlich vor den entdeckten Ruinenstätten lag. Die Ufer des Sees werden durch vertrocknete Schilfreste und eigenthümliche Wasserpflanzen bezeichnet, ebenso finden sich hier vertrocknete Ueberbleibsel grösserer Waldstrecken. Der alte Seegrund ist mit Muschelschaalen bedeckt. Einige Fischreste und -Skelette, die man in den Ruinen fand, liessen erkennen, dass der See, der hier lag, dieselbe Art Fische, wie der neue Lob-Nor oder Kara-Koschun, wie er genannt wird, aufwies. Eine Höhenmessung der ganzen Landschaft zwischen dem alten und dem neuen Lob-Nor, 86 km. ergab, dass beide Stellen auf ungefähr gleicher Höhe liegen. Schon auf seiner vorigen Expedition nach Centralasien war HEDIN zu der Ansicht gekommen, dass der neue Lob-Nor oder Kara-Koschun, der südlich vom alten See liegt, wieder im Begriff stehe, seine Lage nach Norden hin zu verschieben, und dies bestätigte sich. Seit den ersten Forschungen, die er vor etlichen Jahren im Lob-Nor-Gebiet ausführte, hat sich 40 km nördlich vom Kara-Koschun und in der Richtung zum alten Lob-Nor ein neuer See gebildet, zu dessen Umgehung die Karawane vier lange Tagereisen brauchte. Mit solcher Schnelligkeit geht die Verschiebung des Sees von statten, dass HEDIN nicht wagte, an dessen Ufer ein Lager aufzuschlagen. Der neue See empfängt vom Kara-Koschun in der Secunde nicht weniger als 32 Kubikmeter Wasser. Mit dieser Entdeckung ist die Lob-Nor-Frage, die verschiedene Geographen lebhaft beschäftigt hat, endgültig aus der Welt geschafft. Der alte Lob-Nor ist nach Süden gedrängt worden durch den Wüstensand, der der vorherrschenden Windrichtung folgt. Nun wandert der See, der jetzige Kara-Koschun, wieder nach Norden zurück, und es ergiebt sich hieraus, wie schwer es ist, auf längere Zeit die Lage des Lob-Nors zu berechnen. Der Flugsand der Gobiwüste, der somit Seen verschiebt und Städte verschüttet, bildet auch für Karawanen ein schlimmes Uebel. Manche der Sanddünen erreichen eine Höhe von gegen 100 Meter.

So betont auch WALTHER S. 130 (G.) die Transgression der Wüstensande und sagt, dass die Karakum in jedem Jahre nach SW. wandert.

Aehnliche, wenigstens scheinbare Widersprüche fallen dem aufmerksamen Leser der beiden Wüstenbücher mehrfach auf:

S. 21 (D.) wird gesagt: »In den der Sonne unterworfenen polychromen Gesteinen werden bei der Erwärmung die einzelnen Mineralien verschiedenen erhitzt, gegen einander gelockert und fallen schliesslich vollkommen aufeinander«.

Im Gegensatz hierzu heisst es S.23 (D.): »Es ist überaus auffallend, dass im Durchschnitt die 1500 Jahre alten Inschriften der

besonnten Wände viel besser erhalten sind, als die viel tiefer eingegrabenen dieses Jahrhunderts, welche auf schattigen Felswänden stehen.

Diese Erscheinung aber erklärt sich ungezwungen, wenn wir berücksichtigen, dass in der Wüste an schattigen Stellen Verwitterung stattfindet, welche an besonnten Flächen fehlt.

Wie ist das zusammen zu reimen?

S. 29 (D.) steht nun: »Die chemische Verwitterung ist in der Wüste gering und wirkt nur im Laufe langer Jahrtausende. Sie findet überall da statt, wo Gesteinsflächen beschattet sind, und deshalb die Feuchtigkeit länger wirken kann als auf besonnten Flächen. Zu einer Verwitterung auf grösseren Flächen kommt es in der Wüste nicht, sie bildet immer eine locale Erscheinung«.

Die angenommene chemische Verwitterung der Inschriften dieses (19.) Jahrhunderts muss aber doch keine Jahrtausende beansprucht haben.

S. 208 (D.): »So wechseln Insolation und Verwitterung Tag und Nacht das Arbeitsfeld; ruhig vollziehen sie ihre Arbeit, deren Leistung deshalb so schwer abzuschätzen ist, weil die Deflation alles fort-räumt, was sie geschaffen haben«.

Andererseits berichtet WALTHER S. 54 (G.): »Mitten in der Wüste finden wir die Spuren eines Lagers, so frisch als ob es gestern erst verlassen wäre, obwohl wir wissen, dass die Feuerstätte vor Jahren gebrannt hat. Die Spur eines Wagens, den eine Goldsucherkarawane durch die californische Wüste führte, war nach 11 Jahren noch so frisch, als ob sie eben erst entstanden wäre.

Kameelspuren in der Sahara von 1877 waren 1892 noch vollkommen deutlich zu erkennen«.

Ebenso heisst es S. 88 (G.), dass solche von 1887 in der Karakum 1892 noch deutlich erkennbar waren.

Wie reimt sich das mit der so energisch betonten Insolation, Verwitterung und Deflation?

WALTHER will mit solchen Beispielen, die sich, wie er sagt, noch vermehren lassen, die Anschauung belegen, dass die Wüste im Durchschnitt regenärmer ist, als die meteorologischen Beobachtungen an bewohnten Oasen in der Wüste vermuthen lassen.

Ich kann daraus nur entnehmen, dass an jenen Stellen weder Regen noch Verwitterung mit Deflation etc. an der Arbeit gewesen sind, d. h. es giebt auch stille Wüstenorte.

Weiter S. 206 (D.): »Die Insolation, die Verwitterung, das Sandgebläse sind nur die Diener der Deflation«.

S. 102 (D.): »Die Facetten der sog. Dreikanter sind nur eine Sandschlifferscheinung«.

S. 35 (D.): »Stürme bilden die charakterische Signatur des Klimas von Nordtibet und überhaupt aller Wüsteneien des centralen Hochasiens. Ihre Stärke ist eine gewaltige, sie füllen die Luft mit Wolken von Staub und Sand und fegen zuweilen sogar das kleine

Steingerölle mit fort. Ihre zerstörende Wirkung ist im Verein mit den andern atmosphärischen Einflüssen, den Frösten im Winter und den Regengüssen im Sommer geeignet, die Configuration der Gelände zu verändern«.

Diese Worte PRZERWALSKI's citirt WALTHER und fügt hinzu: »Sie lassen sich mit geringen Aenderungen auch auf die ägyptischen Wüsten anwenden, denn neben der Insolation und gelegentlichen Sturzregen wirkt keine Kraft so intensiv und so nachhaltig auf die Wüstengebiete ein, als Wind und Sandgebläse«.

Ich erinnere mich auch, in einem Reisebericht WALTHER's gelesen zu haben, dass ein Sandsturm in Transkaspien einmal die Luvseite eines fahrenden, von ihm benutzten Eisenbahnzuges arg mitgenommen hat und dass die dicken Telegraphendrähte oft erneuert werden müssen, weil der vom Wind angeschleuderte Sand sie dünn feilt.

Des weitern ist S. 101 (G.) zu lesen: »In der langen Trockenzeit ist die Ebene (zwischen Tucson und El Paso an der South Pacificbahn) und alle auf ihr liegenden Steine ein Spiel der Deflation und des Sandtreibens, und so verschwinden allmählich die Spuren der Erosion. Grössere Granitblöcke sah ich bis in 3 m Höhe vollkommen glatt geschliffen und zwar in einer sandarmen Felswüste. Man kann daraus die Intensität des Sandwindes ermessen«.

Im Gegensatz hierzu betont aber WALTHER S. 33 (G.): »Ich bekämpfe nach wie vor die Anschauung, dass der windgetriebene Sand bei der Bildung des Wüstenreliefs irgend welche bedeutsame Rolle spielt«.

Wie ist das nun zu verstehen? Ist das Ausfüllen von Thälern durch windgetriebenen Sand, der sich fortwährend durch Abfeilen von Gesteinen rekrutirt, keine Reliefänderung?

Wem fällt denn nun die Hauptwüstenrolle zu? Antwort: Dem Vernichter der Vegetation d. h. der grossen Kälte in den Polarländern, den giftigen Salzen in der gemässigten und heissen Zone. Diese giftigen Salze gelangen zur Bildung nur in Gegenden, die schon von vornherein regenlos oder wenigstens sehr regenarm sind, so dass Steinsalzflötze geboren werden können, über deren Anhydritreste von bitteren Laken stagniren.

Bei der Hebung der Flötze werden diese Laken verschüttet. Laufen sie in's benachbarte Meer, so können sie da die Fauna der Buchten vergiften und begraben, so dass die Cadaver Material für Petroleum abgeben; laufen sie — immer ihre Massigkeit vorausgesetzt — in's Land, so können sie in porösem oder zerklüftetem Erdreich versinken und versickern und liefern dann u. a. das Material für salinische Mineralquellen; treffen

sie dagegen mehr oder weniger undurchlässige Oberflächenschichten, so ruiniren sie in unheilvollster Weise Vegetation und thierische Bevölkerung; damit wird der nackte Boden der Sonne und dem Winde, der Deflation etc., kurz den wüstenmachenden Faktoren überliefert. Alles weiterergiebt sich dann von selbst, wie vorhin geschildert.

Da nun Steinsalzflötze in allen Sedimentsystemen auftreten, ist es natürlich, dass es auch in allen diesen Systemen Wüsten, jetzt fossile Wüsten, gegeben hat, mögen sie Fels-, Kies-, Lehm- oder Sandwüsten geworden, gewesen oder geblieben sein.

Die Wüste aus der Wüste zu erklären, wie WALTHER es thut, vermag ich nicht, dazu reicht mein simpler Bergmannsverstand nicht aus. Ebenso wenig vermag ich ein unbekanntes Gesetz der Wüstenbildung zu construiren; aber die Ursache der Wüstenbildung glaube ich scharf genug präcisirt zu haben.

Nun besteht in den wissenschaftlichen Forschungen der geöhliche Fortschritt stets im Gewinn neuer Erfahrungen und Erkenntnisse, und eine Lehre kann erst dann als vollbefestigt gelten, wenn alle Erscheinungen sich ungezwungen durch sie erklären lassen, und wenn sie mit jeder neuen Erfahrung und Beobachtung im Einklange bleibt.

Sehen wir einmal zu, ob sich nicht eine Erklärung der Schutzrinde angefunden hat auf Grund anderweitiger Beobachtungen.

Ich habe natürlich alle Stellen, die von der Schutzrinde handeln, aufmerksam durchgelsen und brauche hier nur zwei Aussprüche anzuführen. S. 20 (G.) steht: »Man denke sich ein Lösungsgemisch verschieden leicht löslicher Salze, so werden manche Verbindungen chemisch mit dem Gesteinsmaterial verschmelzen; hierhin gehört die Bildung der Schutzrinde«.

S. 114 (D.): »Es scheint, dass nur eine gewisse Modification der Kieselsäure sich für die Bräunung eignet; denn die bekannten weissen Verwitterungsrinden von Feuerstein, die durch Wasserverlust aus dem wasserhaltigen Chalcedon entstehen, färben sich nicht braun oder schwarz«.

Die Sache ist meines Erachtens recht einfacher Chemismus. Chlornatrium, das ja in der Wüste fast nirgends fehlt, wird von Kohlensäure unter mancherlei Verhältnissen zum Theil in Natriumcarbonat verwandelt.

Ich erinnere hierbei an den Ammoniaksoadaprocess und verweise im übrigen auf die Zeitschrift für praktische Geologie 1893, Seite 198.

Da nun Alkalitümpel, Sodaseen, Tronavorkommen (sogar einzelne Salmiakablagerungen) in Wüstengegenden gar nicht selten

sind (die californischen Salzgemische z. B. sind voll davon), so bedarf es nur der Einführung von etwas staubförmigem Natriumcarbonat in das im ersten Ausspruch berührte Gemisch der trockenen Niederschläge, um die Bildung der Schutzrinde zu erklären.

Nahezu alle Gesteine enthalten etwas Kalksilicat, das wird vom Natriumcarbonat mit Hilfe von etwas atmosphärischer Feuchtigkeit zersetzt; es bildet sich Kalkcarbonat und Natriumsilicat, und aus letzterem geht leicht die Kieselsäure des Wüstenlacks hervor mit Hilfe des Sonnenlichtes und der von WALTHER angedeuteten Factoren. Wo der Carbonatstaub hingelangt, wirkt er ja nach Umständen weniger oder mehr rasch und energisch, also nicht oder kaum auf die Unterfläche eines fest am Boden liegenden Felsbrockens, oder auf die noch im Gestein steckende Hälfte eines Nummuliten. Alle Erscheinungen ergeben sich leicht daraus; auch die im zweiten Ausspruch berührte, denn das Kieselmehl der Feuersteinrinde reagirt nicht auf Soda, wohl aber werden es die Kiesel, die Quarzite thun, weil diese bis  $1,53\%$  CaO enthalten.

Dass die nabatäischen Inschriften gut lackirt sind, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass das beim Einmeiseln entstehende Strichpulver, welches an den Wundflächen haften blieb, für das Natriumcarbonat leichter fassbar blieb als die heil und fest gebliebene Gesteinsoberfläche, (Ich habe das s. Z. schon EUTING mitgeteilt, der darüber sehr befriedigt war.) In derselben Weise habe ich die von DARWIN, STELZNER u. a. für rätselhaft erklärten Kiesel- und Kalkkrusten in den Lösschichten der argentinischen Wüste erläutert. (S. Zeitschr. d. d. geol. Ges 1896, S. 492.)

Recht wichtig ist für mich in dieser Wüstenfrage: warum? die Ansicht des höchst competenten Wüstenforschers SCHWEINFURTH, welche in den Worten liegt: »Vermuthlich hat das allgemein verbreitete Kochsalz, die Seele der Verwitterung in der Wüste die Vermittelung bei diesem chemischen Prozesse übernommen. Der Thau und einzelne Regen lösen Chlornatrium, und die Alkalilösung greift ihrerseits wieder, wenn auch in sehr geringem Maasse, die Sandkörner an, löst Kieselsäure und bildet Alkalisilicat.«

Interponirt man hier das Umwandlungsprodukt aus dem Chlornatrium d. h. Natriumcarbonat und lässt es auf das in der Wüste wohl nirgends fehlende Kalksilikat los, so ist der Process in einfachster Weise erklärt.

Entnommen habe ich aus den Wüstenbüchern WALTHERS die Bestätigung meiner Ansicht, dass Rippelmarken und Kreuzschichtung sandiger Sedimente keineswegs den Absatz aus Wasser beweisen, und dass der Buntsandstein auch von ihm für eine Wüstenformation gehalten wird. (Ueber die Bildung von Thongallen berichtete schon E. SPANDEL 1896; s. auch PROMETHEUS, Nr. 661.) Wenn nun, wie ich behaupte, Bittersalz die Wüste macht, so muss es vom Cambrium an auch Wüsten — gleichviel ob zahlreich oder

selten — gegeben haben, denn warum sollten die giftigen Salze damals anders agirt haben als heute?

Nicht angenehm berührt, dass WALTHER noch den Ausdruck »Formation« für die Reihe von Schichtenfolgen gebraucht, die seit 1885 nach internationalem Uebereinkommen mit »System« bezeichnet werden sollen. Er sagt z. B. Juraformation statt Jurasystem. Einem ganz alten Herrn, dem schwerfällt etwas längst gewohntes »wegzulernen«, kann man »sowas« hingehen lassen, nicht aber einem thatkräftigen, jugendlichen, in voller Wirksamkeit arbeitenden, sehr mutigen Universitätsprofessor.

Alles Vortragene thut aber meinem aufrichtigen Wunsche, JOH. WALTHER von zahlreichen weitem im Interesse der Geologie unternommenen Reisen recht viel Beobachtungsmaterial gesund heimbringen zu sehen, nicht den geringsten Eintrag. Dazu ein herzliches Glückauf von

DR. CARL OCHSENIUS.

### Bemerkungen zu der Volumtheorie von Krystallen.

Von Ernst Sommerfeldt.

Mit 2 Textfiguren.

Tübingen, 20. September 1902.

Der Ausdruck, welcher von SCHRAUF und nach ihm von LINCK als »Krystallvolum« defnirt wird, besitzt nicht die Eigenschaft, an welche man bei dem Wort Volumen unwillkürlich denkt, unabhängig von der Wahl des Coordinatensystems zu sein; vielmehr ist die Definition von vornherein auf solche Coordinatensysteme zugeschnitten, welche den Flächen des zu betrachtenden Krystalles rationale Indices verleihen. Dass auf diejenigen Coordinatentransformationen keine Rücksicht genommen wird, welche die Rationalflächen des Complexes in Irrationalflächen überführen, ist aber kein wesentlicher Uebelstand, denn derartige Transformationen haben für die geometrische Krystallographie nur sehr untergeordnete Bedeutung und werden thunlichst vermieden. Indessen existiren auch solche Transformationen der Axenelemente, welche die Rationalflächen des Complexes wiederum in Rationalflächen überführen und den Werth des Krystallvolums ändern, wobei, wie Herr JOHNSEN kürzlich<sup>1</sup> in dieser Zeitschrift nachgewiesen hat, das Verhältniss des ursprünglichen zu dem transformirten Krystallvolum rational ist. Es soll nun die Frage beantwortet werden, wie müssen die Transformationen der Axenelemente beschaffen sein, damit überhaupt keine Aenderung des Krystallvolums durch sie veranlasst wird? Nur wenn sich nachweisen lässt,

<sup>1</sup> Centralbl. f. Min. etc. 1902, pag. 591.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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. \(Schluss.\) 620-633](#)