

Ueber
Steppen und Wüsten.

Von

DR. EMIL TIETZE,

k. k. Chef-Geolog.

Vortrag, gehalten am 3. December 1884.

Schwerlich hätte ich mich entschlossen, der an mich gerichteten Aufforderung, heute über Steppen und Wüsten zu sprechen, nachzukommen, wenn mir rechtzeitig bekannt gewesen wäre, dass den Mitgliedern dieses Vereines erst vor wenigen Jahren mannigfache Mittheilungen gemacht worden sind, welche denselben Gegenstand betreffen. Herr Professor Simony sprach an derselben Stelle über die Wüste und über das Pflanzenleben in der Wüste, Herr Dr. Chavanne über die klimatologische Bedeutung der Winde, noch Andere haben zum Theil in glühenden Farben einzelne Episoden aus dem Leben der Wüstenbewohner geschildert. Die Fortschritte unserer Erkenntniss sind nun aber trotz der Fülle der sich täglich mehrenden und kaum mehr übersehbaren Einzelbeobachtungen meist ziemlich langsam, sobald es sich um Fragen allgemeiner Natur handelt, und wenige Jahre genügen da selten, um die Wesenheit unserer Auffassungen in solchen Dingen derart umzugestalten, dass es erforderlich wäre, eine neue durchgreifende Bearbeitung eines Themas vorzunehmen, das soeben erst in durchaus kundiger Weise behandelt wurde.

Angesichts dieser Sachlage muss ich auf eine allgemein gehaltene, ab ovo beginnende und die verschiedenen Seiten des Themas gleichmässig berücksichtigende Entwicklung des Gegenstandes hier wohl verzichten und nehme die Bekanntschaft mit gewissen Grundlagen der hierbei anzustellenden Discussion bereits als gegebene Voraussetzung an. So will ich mich also zunächst über die Lage, Ausdehnung und die verschiedenen räumlichen Beziehungen der hauptsächlichsten Steppen- und Wüstengebiete nicht näher auslassen. Die Position der Sahara mit ihrer östlichen Fortsetzung, der libyschen Wüste, die Lage der Kalahari-Wüste im südlichen Afrika sind ja allgemein bekannt, ebenso ist Jedermann unterrichtet über die ungefähre Ausdehnung der arabischen und syrischen Wüstengebiete, über die Lage der Steppen und Wüsten Klein-Asiens, Persiens, Inner-Asiens und der Wüste Thurr im nordwestlichen Indien. Man weiss, dass derartige Gebiete in beiden Hälften von Amerika vorhanden sind, sowie dass im Innern von Australien ausgedehnte Wüsteneien vorkommen, kurz es wird überall zugestanden werden, dass es sich bei unserer Betrachtung um eine Landschaftsform handelt, welche einen grossen Theil des festen Landes in allen Welttheilen einnimmt, und die ja auch bei uns in Europa — ich erinnere nur an die ungarischen Pussten und die südrussischen Steppen — nicht vollständig fehlt. Heute bleibt mir nur übrig; auf einzelne Beziehungen, welche das Thema bietet, näher einzugehen und so, wenn dies gestattet wird, gleichsam durch eine Reihe von Rand-

glossen das ohnehin bereits erreichte Verständniss für die betreffenden Naturerscheinungen in etlichen Punkten zu ergänzen.

Das Problem, welches in dem Auftreten der Steppen und Wüsten liegt, ist ein complicirtes, man könnte sagen ein meteorologisches in Bezug auf die Ursachen dieses Auftretens, ein botanisch-zoologisches, also im weiteren Sinne biologisches in Bezug auf den am meisten in die Augen springenden heutigen Thatbestand, ein geologisches in Bezug auf gewisse Vorgänge, die als Folgen des Steppen- und Wüstencharakters einer Gegend zu bezeichnen sind, wenn nicht alle diese meteorologischen, biologischen und geologischen Factoren vielfach ineinander greifen und sich gegenseitig auch im Sinne einer umgekehrten Ordnung beeinflussen würden.

Der Sprachgebrauch denkt bei den Worten Wüste und Steppe natürlich nicht an Ursache und Wirkung, er hält sich an den zunächst sichtbaren Thatbestand. Deshalb werden diese Worte vor Allem für biologische Begriffe angewendet, zumal im Hinblick auf den Grad der Bewohnbarkeit der Erdräume durch den Menschen, welche mit den Verhältnissen der Thier- und Pflanzenwelt innig zusammenhängt und deren Betrachtung das Wüstenproblem andererseits auch zu einem culturhistorischen erhebt. Die Wüste in ihrem Extrem ist das Unbewohnbare, sie ist deshalb der Feind aller Cultur, die Steppe ist das sozusagen periodisch Bewohnbare oder Belebte, sie entspricht in der Regel wenigstens dem Culturzustande der nomadisirenden Völker.

Die Naturwissenschaften haben ja heute nicht mehr nöthig, um ihre Existenzberechtigung zu kämpfen, am wenigsten brauche ich das vor den Mitgliedern dieses Vereines zu betonen. Man findet aber immer noch ein kleines Häuflein von Leuten, nicht innerhalb eigentlich gelehrter, sondern namentlich in ästhetisirenden Kreisen, die da meinen, nur der Mensch mit dem, was er geschaffen, habe für den Menschen Interesse. Wie einseitig aber, gelinde gesagt, die Vorstellung ist, man könne die Entwicklung des Menschengeschlechtes irgendwie genügend verstehen ohne die Kenntniss des Bodens, auf dem diese Entwicklung fusst, man könne die Fortschritte menschlicher Cultur in ihrem Zusammenhange begreifen, ohne die Kenntniss der physikalischen Verhältnisse, unter deren Einfluss jene Fortschritte vor sich gegangen sind und noch gehen, das zeigt sich ja allenthalben, so auch in Bezug auf das Wüstenproblem.

Ich will nicht reden von dem Einflusse, den die eigenthümlichen Lebensbedingungen, die besonderen klimatischen Verhältnisse in Steppen und Wüsten auf das Gemüth, die Phantasie der Menschen ausüben müssen, welche dauernd in solchen Gegenden wohnen oder, insofern sie Wüstengebieten benachbart leben, doch vielfach direct und indirect Eindrücke empfangen, die Anderen fremd sind. Das hat unter Hinweis auf die dabei zu machenden Einschränkungen vor Kurzem Kirchhoff auseinandergesetzt (Schriften des Vereines für Erdkunde in Leipzig 1883). Ich will nur hinweisen auf den Nachtheil, der der Menschheit aus der Existenz

der hier besprochenen Landschaftsform erwachsen ist in dem Sinne, welchen bereits der geistvolle Peschel angedeutet hat, wenn ich auch das Wort Nachtheil hier nur zögernd anwende, denn wer vermöchte schon bestimmt zu übersehen, ob eine rasche ungestörte oder eine mannigfach gehemmte Entwicklung uns endgiltig zum grösseren Segen gereicht. Ich spreche also von einem Nachtheil im Sinne einer Betrachtungsweise, die sich an die unmittelbar bemerkbaren Thatsachen hält.

Ausgedehnte Wüsten- und Steppengebiete sind in dieser Hinsicht nicht allein deshalb der Cultur abträglich, weil durch sie grössere Flächen des festen Landes für eine dichtere Besiedlung und Ausnutzung durch den Menschen verlorengehen, sie hindern auch den Austausch der in einzelnen Gebieten gewonnenen Fortschritte. Die Abgeschlossenheit eines grossen Theiles von Afrika, die wir heute erst mühsam aufzuheben trachten, sie ist zum nicht geringen Theile dem grossen breiten Wüstengürtel südlich der afrikanischen Mittelmeerländer zuzuschreiben, der ebenso die friedliche als auch die oft nicht minder fruchtbare kriegerische Berührung der innerafrikanischen Stämme mit den schon im Alterthum vorhandenen Culturheimstätten des Mittelmeergebietes erschwerte, und wenn die beiden grossen Culturentwicklungen der alten Welt, die europäisch-westasiatisch-egyptische einerseits und die zum Theile noch ältere chinesische andererseits, man kann sagen, ein Paar Jahrtausende lang in gegenseitiger Unabhängigkeit verharrt und ohne wechselseitige Befruchtung aufgeblüht

sind, so trägt daran die colossale Ausdehnung Schuld, welche die jeden intensiveren Verkehr hemmende Wüsten- und Steppenentwicklung Inner-Asiens einnimmt.

Wohl tragen und trugen auch die Gegenden des westlichen Asiens vielfach Steppencharakter, aber innerhalb derselben gab es wenigstens nicht unbeträchtliche Gebietstheile, die sich ihrer Natur nach zur dauernden Besiedlung eigneten und die sogar zu Wiegenländern menschlicher Gesittung werden durften, denn erst das sesshafte Leben und die mit ihm verbundene Theilung der Arbeit, die bei Hirten- und Jägervölkern nur unvollkommen besteht, befähigt zur Erweiterung menschlichen Könnens und Erkennens und zur Summirung der dabei gewonnenen Fortschritte. Die dünne Bevölkerung jedoch der innerasiatischen Steppen, durch die Natur ihres Landes grösstentheils zum Nomadenleben gezwungen, konnte wohl hie und da mit den Culturvölkern des Ostens und Westens in Berührung kommen (eine Berührung, gegen die sich, falls sie feindlich war, diese Culturvölker indessen möglichst, wenn auch nicht immer mit Erfolg zu schützen suchten, wie z. B. die chinesische Mauer beweist), sie konnte auch allenfalls einen Verkehr mit einzelnen Producten vermitteln, wie das Richthofen bezüglich der alten innerasiatischen Seidenstrassen gezeigt hat, aber jene Nomaden waren unvernünftig einem Culturaustausch im höheren Sinne zu dienen; und so weisen denn die etwa doch noch bestehenden spärlichen Beziehungen zwischen

den beiden genannten grossen Civilisationen anscheinend nur auf den Umweg über Indien hin, und dies ist wieder ein Gebiet, welches zum grössten Theile eben keinen Wüstencharakter besitzt. Mannigfachere und directere Berührungen blieben aber ausgeschlossen.

Esgibt also auch in unserem Falle Beziehungen zwischen sehr verschiedenen Wissenschaften, deren Bestrebungen ja doch ein gemeinsames Ziel besitzen und nicht durch ein abgeschlossenes Verhalten der einzelnen Disciplinen gefördert werden können, wenn auch diese Beschränkung den Kräften eines Einzelnen oft angemessen sein mag. Jedenfalls werden wir die Bedeutung der schwer bewohnbaren Räume, das ist eben der Wüsten und Steppen, auch für die menschliche Culturentwicklung um so besser verstehen lernen, je genauer wir diese Räume kennen. Diese Kenntniss und Erkenntniss kann aber in ihren Grundlagen nur eine naturwissenschaftliche sein.

Dass es scharfe Grenzen zwischen Wüsten und Steppen nicht gibt, ist bekannt, ebenso dass der Wüstencharakter selten so ins Extrem gesteigert erscheint, um die Unbewohnbarkeit oder Vegetationslosigkeit zu einer absoluten zu machen.¹⁾ Dass ferner vom geographischen Standpunkte aus und auch wohl dem gewöhnlichen Sprachgebrauch gemäss die Bezeichnung Wüste und Steppe sich auf relativ wasserarme Gebiete bezieht, ist kaum noch zu erwähnen. Daraus folgt, dass die sogenannten Eiswüsten der Circumpolarländer nicht mehr

¹⁾ Sogar die verschrieene grosse Salzwüste im nordöstlichen Persien fand ich nicht überall frei von jeder Vegetation.

unter unsere Betrachtung fallen und noch viel weniger die von einigen Reisenden mit einem etwas widerspruchsvollen Namen sogenannten Waldwüsten, etwa in gewissen Theilen des äquatorialen Afrika.

Wenn wir hier von Wasserarmuth sprechen, müssen wir doch wenigstens für die Steppengebiete noch den Zusatz machen, dass es sich dabei principiell viel weniger um einen Mangel an atmosphärischen Niederschlägen überhaupt, als um die ungleichmässige Vertheilung dieser Niederschläge, um eine Wasserarmuth während gewisser Theile des Jahres handelt. Nicht sowohl die in der Regel ja auch zu constatirende relativ geringe Menge des Niederschlages, als vielmehr die längere Unterbrechung desselben bedingt den Steppencharakter. Insofern dieser Charakter nämlich zum Theil hervorgerufen wird durch den Mangel an Baumwuchs, kann daran erinnert werden, dass Baumwuchs ohne einigermaßen continuirlichen Wasserzuschuss wenigstens während der Periode der Blattentfaltung nicht gedeihen kann. Eine mehrmonatliche Unterbrechung der atmosphärischen Wasserzufuhr, besonders während der Sommerszeit, lässt deshalb den Baumwuchs ohne besondere Nachhilfe nicht aufkommen. Deshalb ist das Vorkommen von Bäumen in Steppenlandschaften entweder an künstlich bewässerte Stellen oder allenfalls an die Ufer von Flüssen gebunden. In beiden Fällen werden wenigstens die Wurzeln der Bäume genügend befeuchtet.

Es ist nach dem Gesagten principiell denkbar, dass die jährliche Regenmenge zweier Gebiete ganz die gleiche

sei, dass aber in Folge weniger gleichmässiger Vertheilung dieser Regenmenge das eine Gebiet zur Steppe wird, während das andere eine Waldlandschaft bleibt. Dieser hier rein hypothetisch gesetzte Fall kommt nun nach Grisebach (Vegetation der Erde, 2. Bd., 1872, pag. 450) in der Natur wirklich vor, wie denn die südamerikanischen Pampas wenigstens in einigen Gebieten einen jährlichen Regenniederschlag besitzen, der nicht gerade wesentlich zurücksteht hinter der jährlichen Regenmenge mancher nordamerikanischen Waldlandschaften. Allerdings meint Hann (Klimatologie 1883, pag. 671), dass auch ungünstige Grundwasser-Verhältnisse, sowie der vielfach stürmische Charakter der Winde den Baumwuchs in der Pampas-Region beeinträchtigen, so dass der Steppentypus dieses Landes nicht ausschliesslich von der Art des Regenfalles und den zuweilen langen Dürreperioden abhängig wäre.

Dass nun die Menge und Vertheilung des Regens von den Winden abhängt, welche über einen Erdraum wehen, ist auch schon allseitig bekannt und in dieser Hinsicht sind die ursächlichen Beziehungen der wichtigsten meteorologischen Verhältnisse mit der Wüstenbildung schon vielfach Gegenstand populärer Besprechung gewesen, so insbesondere der Einfluss der austrocknenden Passate, die localen Einflüsse der Gebirgsumwallungen, welche regenbringende Winde abhalten können. Hier wäre höchstens noch zu erwähnen, dass die Verhältnisse der atmosphärischen Strömungen von so complicirten Factoren bedingt werden, dass in ein-

zelen Fällen der Thatbestand den im Allgemeinen als richtig befundenen Principien noch zu widersprechen scheint. So stehen Persien und Afghanistan nicht unter dem Einflusse derselben Windrichtungen und haben doch ein ähnliches Klima und ähnlichen Steppencharakter. Ich erinnere ferner an die neuerdings wieder durch Lenz bestätigte Wahrnehmung, dass in den westlichen Theilen der Sahara während der Sommerszeit statt des trockenen Ostpassats westliche Winde vorzuherrschen scheinen, die auch etwas Regen bringen, jedoch ohne den Wüstencharakter jenes Erdraumes aufzuheben und keineswegs so viel, als man bei der Nähe des atlantischen Oceans erwarten sollte. Wie sich aber manchmal solche scheinbare Anomalien bei vertiefter Forschung aufklären lassen, haben die geistvollen Untersuchungen Wojekoff's bezüglich der südamerikanischen Wüstengebiete gelehrt. (Die atmosphärische Circulation 1874, pag. 31, vergl. auch Peschel-Leipoldt; Physische Erdkunde, 2. Bd., pag. 493).

Wohl wehen daselbst westliche Winde, also bei der pacifischen Nachbarschaft jener Wüstengebiete vom Meere her, und doch tragen sie nichts zur Erhöhung der Feuchtigkeit der Wüste Atacama bei. Die betreffende Küste wird eben von einer kalten antarktischen Meeresströmung bespült. Jener Küstenstrich hat deshalb eine etwas niedrigere Temperatur, als man sie unter den Tropen voraussetzen sollte. Von der relativ erkälteten Luft über jener Strömung gehen nun die Winde aus, die von vorneherein nicht so mit Feuchtigkeit ge-

sättigt sind, wie wenn sie über einer erwärmten Strömung entstehen würden, über dem Lande aber werden diese Luftmassen namentlich zur Sommerszeit erhitzt, entfernen sich also von ihrem Sättigungspunkte, während sie über das Land streichen, und erhalten demnach nicht die Eigenschaften von Regenbringern. Zudem ist jener Küstenstrich zwischen den Anden und der Küste zu schmal, um eine lebhaft Aspirations hervorzurufen, welche bis über die Grenzen der kalten peruvianischen Strömung hinaus wirken und feuchtere Luftmassen von weiter westlich gelegenen Theilen des stillen Oceans herbeiziehen könnte. In ähnlicher Weise denkt man sich die Trockenheit des südafrikanischen Wüstengebiets trotz der dort häufigen westlichen Seewinde durch die kältere Benguelaströmung begründet, und als Beweis für diese Auffassung wird angesehen, dass die Westküsten Südafrikas und Südamerikas von dort angefangen, wo diese Küsten von den kalten Strömungen verlassen werden, wieder das Bild einer kräftigen Vegetation bieten.

Ueber die Vegetation der Wüstengebiete und die biologischen Charaktere der letzteren überhaupt brauche ich hier im Hinblick auf Vorträge, die sich die Behandlung dieser Charaktere zur speciellen Aufgabe gestellt hatten, nicht länger mich auszulassen. Nur einen Punkt, auf den es mir besonders ankommt, will ich hervorheben.

Die Organisation der Steppen- und Wüstenpflanzen muss dem trockenen Klima möglichst angepasst sein, und es ist bewunderungswürdig, zu sehen, welche Mittel

der Oekonomie die Natur zu diesem Zwecke in Anwendung bringt. Theils verkümmern bei den genannten Pflanzen die Blattorgane, welche eine raschere Verdunstung der in der Pflanze circulirenden Säfte veranlassen können, und deshalb entwickeln sich oft Dornen und Stacheln als Zeichen gehemmten Wachstums, theils kommen Pflanzen vor, deren Blätter wie bei den fiederblättrigen Traganthsträuchern auf eine rasche Entwicklung und die Benützung der schnell vorübergehenden Zeiten der Feuchtigkeit angewiesen sind, oder aber es treten succulente Gewächse auf, deren Saft sich in den Geweben anhäuft, so dass die Wasserzufuhr von aussen lange entbehrt werden kann, sei es, dass die harte Oberhaut der Organe die rasche Verdunstung hindert, sei es, dass, wie oft bei den Halophyten der Fall, die Säfte einen gewissen Salzgehalt sich zu eigen machen, wobei dann der Umstand in Betracht kommt, dass salziges Wasser langsamer verdunstet als gewöhnliches. Manche Formen sind wiederum an das Grundwasser gebunden. Da in Wüstengebieten das Grundwasser dort, wo es überhaupt vorhanden ist, ein constanteres Niveau einhält als in den Steppen, deren periodische Befeuchtung der Constanz dieses Niveaus entgegensteht, so erklärt sich daraus, dass Wüsten durchschnittlich reicher an Holzgewächsen sind als Steppen, da die Wurzeln der Holzgewächse tiefer in den Boden eindringen und vom Grundwasser Nutzen ziehen können. Nur auf dem Vorkommen des Grundwassers basirt ja bekanntlich die Existenz der Dattelpalme in

den Oasen. Das Vorhandensein des Grundwassers hängt aber seinerseits vielfach vom geologischen Bau eines Gebietes ab.

Was nun die geologische Seite der Betrachtung von Wüsten und Steppen anlangt, so ist Ihnen ebenfalls bereits bekannt, dass diese Landschaftsformen nicht an das Auftreten einer bestimmten Formation gebunden sind. So unvollkommen auch unsere geologische Kenntniss der verschiedenen Wüstengebiete noch sein mag, so lässt sich doch schon heute übersehen, dass kaum eine der grossen Formationsabtheilungen innerhalb jener Erdräume unvertreten ist. Paläozoische, mesozoische und tertiäre Gesteine, sedimentäre ebensowohl als eruptive Felsarten nehmen an der Zusammensetzung des Untergrundes dieser Gebiete oder der dieselben durchziehenden Bergketten theil. Der Geologe, der sich in unseren Gegenden oft beklagen muss, wenn seine Untersuchungen in Folge der Bedeckung grosser Theile seines Terrains durch Wälder, Wiesen und Aecker erschwert werden, der seine Aufschlüsse in einigen tiefer eingerissenen Schluchten oder in zufällig angelegten Entblössungen, wie Eisenbahndurchschnitten und Steinbrüchen sucht und dann genöthigt wird, die dabei gewonnenen Daten für die grösseren Strecken zu combiniren, die sich seiner directen Beurtheilung entziehen, dieser Geologe, so sollte man jedenfalls meinen, findet in Wüsten- und Steppengebieten Alles so übersichtlich und bequem zum Studium vorbereitet wie in einem aufgeschlagenen Buche. Wenigstens die Ueppigkeit der

Vegetation hindert ihn nicht am Beobachten. Es sind da, so glaubt man, höchstens der Mangel an Zeit, die Schwierigkeiten des Reisens, die oftmalige Abhängigkeit von den Reisegegnossen und die Nothwendigkeit, womöglich noch rechtzeitig immer wieder eine Wasserstation zu erreichen, welche der Untersuchung doch wieder Hindernisse bereiten, so dass dieselbe nicht so lückenlos ausfällt, als man wohl oft wünschen mag.

Esgibt aber noch einen andern Umstand, der namentlich in Steppengebieten die Erkennung der Zusammensetzung des Untergrundes erschwert: das ist die Menge der unter Mitwirkung der Atmosphäre entstandenen Oberflächenausfüllungen, welche das Terrain bedecken und deren Absatz durch die klimatische Natur der Steppe begünstigt wird, während andererseits die wegen des durchschnittlichen Wassermangels verringerte Erosion nicht so wie in anderen Gegenden an der Beseitigung der oberflächlichen Neubildungen betheiligte sein kann. Diese Oberflächenabsätze, die sich also in gewissem Sinne, wenigstens bezüglich ihrer grösseren Massenentwicklung als eine Folgeerscheinung der Steppennatur darstellen, maskiren die aus älteren Formationen bestehende Unterlage oft in grosser Erstreckung und Mächtigkeit, und unter diesen Oberflächenabsätzen sind beispielsweise die grossen Sandanhäufungen in manchen Theilen der Sahara zu verstehen, welche augenscheinlich zum Theile aus der Zersetzung des sogenannten nubischen Sandsteins hervorgegangen sind. Die Bedeutung derselben tritt aber sehr zurück im Vergleich mit der Rolle des

sogenannten Löss, einer zu Staub zerreiblichen sandig-lehmigen Bildung von gelber Farbe und poröser Beschaffenheit; die auch in vielen Theilen Europas vorkommt und hier, obschon diese Ablagerung auch heute noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden kann; grossentheils aus einer Zeit stammt, in welcher, wie die Nagethierfauna des Löss beweist, eine Art von minder extremem Steppenklima auch hier geherrscht haben mag.

Erwarten Sie nun nicht, dass ich hier auf alle Einzelheiten der Streitfrage genau eingehe, die sich im letzten Jahrzehnt unter den Geologen über den Löss entsponnen hat. Ich werde das schon deshalb nicht thun, weil ich vor einiger Zeit an einem anderen Orte diese Frage in populärer Darstellung in umfassenderer Weise zu entwickeln versuchte und ich mich in dieser Beziehung nicht zu oft wiederholen will. Einige Worte aber muss ich doch darüber sagen, weil das Verständniss einer wichtigen Wüsten- und Steppenform, nämlich der Salzwüste, nicht möglich ist ohne eine genügende Vorstellung von dem Wesen des Löss. Selbst eine vollständige Darstellung der Lössfrage wäre nun zwar nicht ganz unnütz, denn der Eindruck einer einmaligen Auseinandersetzung verraucht schnell, und auch in der Wissenschaft gilt oft das Wort, das Mephisto vor seinem Eintritt in Faust's Studirzimmer dem Faust zuruft: „Du musst es dreimal sagen.“ Andererseits sind aber doch solche Wiederholungen langweilig, meinem Geschmack nach wenigstens für den Vortragenden selbst, und auch die Zeit reicht uns nicht dazu aus.

Der Löss ist nach der älteren Theorie, die vor einer längeren Reihe von Jahren auch vor Ihnen von hochautoritativer Seite entwickelt wurde, ein Fluss- und Ueberschwemmungsabsatz, nach der neuen Theorie, die Baron von Richthofen auf seine ausgedehnten Forschungen in China gegründet hat, ein Product des atmosphärischen Absatzes. Dass diese neuere Theorie noch immer nicht überall Eingang findet, liegt in erster Linie vielleicht daran, dass nur relativ wenige Forscher in der Lage waren, die betreffenden Annahmen gerade in den Gebieten zu prüfen, welche sich für eine solche Prüfung am besten eignen (diese Wenigen haben sich allerdings fast ausnahmslos an Richthofen angeschlossen), und ferner daran, dass sie noch wenig von den Kathedern herab verkündigt wird, dass sie aufgestellt und vertreten ward hauptsächlich von Reisenden, denen als Mittel zur Verbreitung ihrer Ansichten meist nur der Weg der Druckschriften und nur in geringerem Masse das wiederholte lebendige Wort an geeigneter Stelle zur Verfügung stand. Es ist jedenfalls auch das Ungeübte, was für Viele darin liegt, dass sie sich denken sollen, mächtige Ablagerungen seien der Hauptsache nach durch vom Winde zusammengetragenen Staub gebildet worden, was sie abhält, der neuen Auffassung über den Löss zu folgen. Und doch liegt eine Reihe von Beobachtungen vor, welche uns diesen Vorgang plausibel machen können.

Schon die allbekannte Dünenbildung an Küsten und im Innern von Wüsten liefert den Beweis, dass

grössere Massen festen Materials (in diesem Falle Sand) vom Winde bewegt und zur Veränderung der Oberflächengestaltungen benützt werden können. Ich erinnere ferner an Ehrenberg's und Darwin's Untersuchungen über die Staubnebel, welche über weite Gebiete verbreitet sind, und die namentlich westlich von Afrika dem atlantischen Ocean zugeführt werden und dort den Seefahrern wohl bekannt sind. Bis in die Mitte der Entfernung zwischen Afrika und Südamerika verbreiten sich dieselben, und es möchte vielleicht interessiren, hier an die bereits wieder halb vergessene Vermuthung Ehrenberg's zu erinnern, dass die berühmte dreitägige egyptische Finsterniss auf einen derartigen Staubnebel zurückzuführen sei. (Verhandl. der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1847, pag. 336). Nach den angestellten Berechnungen sind es jährlich vielleicht Millionen von Centnern fester Stoffe, die in diesen Nebeln enthalten sind und die, sofern sie im Bereich der See sich niederschlagen, den Meeresgrund local rascher wie jeder andere Bodensatz erhöhen würden, wenn diese Massen nicht von den Strömungen des Meeres fortgeführt und weiter vertheilt würden. Wer einige Wüstenstürme mitgemacht hat, selbst wenn dieselben nicht von der Furchtbarkeit gewesen sein sollten, wie derjenige, bei welchem das gegen die Ammonier geschickte Heer des Kambyses verschüttet wurde, ist wohl nicht im Zweifel über die Bedeutung, welche den atmosphärischen Strömungen bei der Umlagerung fester Stoffe zukommt. Man braucht

aber nicht einmal in Wüsten zu reisen, um sich über diese Bedeutung klar zu werden. Der Schnee unserer Hochgebirge, die Eisfelder Grönlands schwärzen sich in Folge von Stürmen nach einiger Zeit durch die auf ihre Oberfläche gerathenden Staubabsätze und selbst bei relativ ruhiger Luft sind sogar bei uns eine Menge von Staubtheilchen in der Luft verbreitet, wie die Untersuchungen Tissandier's über die Menge des über Paris schwebenden Staubes dargethan haben. Es ist vielleicht voranzusetzen, dass derartige Untersuchungen auch in Wien nicht minder erfolgreich sein würden. Ist es aber ausgemacht, dass die Atmosphäre Absätze verursacht, so müssen wir doch diese Absätze irgendwo finden. Abgesehen von den schon erwähnten Dünenbildungen, deren äolischer Ursprung nicht angezweifelt wird, können wir dieselben aber heute nirgends suchen ausser in den Lössablagerungen, denn wer wird glauben, dass die Luftströmungen so eigensinnig seien, immer nur reinen Quarzsand und nicht auch thonige Partikelchen zu transportiren.

Sind dies nun rein theoretische Erwägungen, welche indirect zu Richthofen's Annahme führen, so gibt es aber auch noch directe Gründe für die letztere und gegen die alte Ueberschwemmungshypothese.

Die wichtigsten dieser Gründe sind, dass die im Löss eingeschlossenen Thierreste, namentlich die Schnecken, nur Landbewohnern angehören, der Umstand, dass die notorischen Absätze der Flüsse in den Lössgebieten grösstentheils anders aussehen als Löss,

ferner die Verbreitung des Löss auf Plateaux und Wasserscheiden, welche die Annahme von Flussüberschwemmungen dafür ausschliesst, die oft hervortretende Abhängigkeit der Art des Lössabsatzes von den herrschenden Windrichtungen, die zunehmende Mächtigkeit des Löss gerade in Steppengebieten und in Bezirken, welche sich durch den Mangel an Flüssen auszeichnen, und endlich der Umstand, dass Reste von Gebäuden, Monumenten und anderen Spuren menschlicher Thätigkeit an Orten, welche ausserhalb der Inundationsgebiete von Flüssen liegen, so oft im Löss verborgen sind. Wir müssen solche Reste oft ausgraben. Warum? Doch nur, weil sie im Laufe der Zeit von Neubildungen überdeckt sind. Wenn nun solche Ueberdeckungen evident nicht von der Action des Wassers herrühren, so können sie (die wenigen leicht unterscheidbaren Fälle vulkanischer Verschüttungen ausgenommen) nur durch atmosphärische Vorgänge bewirkt worden sein. Sind aber diese Neubildungen schon in unseren Gegenden oder in den Mittelmeerländern ganz respectabel, so sind sie in kahlen Steppen und Wüstengebieten erst recht von Bedeutung, weil dort den Winden mehr Angriffspunkte auf die zersetzten und durch Verwitterung zerfallenden Gesteinsmassen zur Verfügung stehen, so dass auch eine grössere Menge des für atmosphärischen Transport geeigneten Materials mitgeführt und dann an windgeschützten Stellen niedergeschlagen oder von den Stauden und Halmen der Steppenvegetation festgehalten werden kann.

Mit dem Vorhandensein des Löss hängt nun erfahrungsgemäss die Bildung von Salzsteppen oder Salzwüsten insofern zusammen, als solche Salzsteppen, wie namentlich die grosse persische Salzwüste oder die Salzwüsten Inner-Asiens und im westlichen Nordamerika, in der Regel Lössgebiete sind. Wenn Sie die soeben dargelegte Bildungsweise des Löss im Auge behalten oder selbst wenn Sie Flussüberschwemmungen als Veranlassung der Lössbildung annehmen, so ergibt sich sofort das Irrthümliche der vielfach auch in manchen wissenschaftlichen Kreisen noch verbreiteten Vorstellung, als ob die Salzwüsten einen eingetrockneten Meeresgrund darstellen würden, als ob etwa die in der Mitte von Salzwüsten bisweilen vorkommenden Seen stets direct die Reste alter Meeresbuchten seien und als ob das Salz selbst der Verdampfungsrückstand von Seesalz sei. Die Absätze innerhalb der Salzsteppen sind eben nicht mariner Natur. Es kann ja die aus älteren Formationen bestehende Unterlage der das Salz enthaltenden Oberflächenbildungen aus marinen Schichten gebildet sein, in dem Löss jedoch und Detritus, der diese Oberflächenbildungen zusammensetzt, findet sich nicht die Spur von Meeresmuscheln und solchen organischen Resten, welche vorhanden sein müssten, wenn die Salzsteppen das Residuum eines Meeres wären. Die ältere Unterlage stellt für die Lössbecken gleichsam nur ein Gefäss vor, und es ist klar, dass der Ursprung des Materials, aus dem ein Gefäss gemacht ist, nicht nothwendig in Beziehung stehen muss zu der Art der ersten Entstehung des In-

halts des Gefäßes, wenn auch dann später sich mannigfache Wechselwirkungen zwischen Gefäß und Inhalt ergeben können, wofür uns, wie wir gleich sehen werden, die Salzsteppen allerdings ein Beispiel darbieten.

Man kann auch Folgendes erwähnen: Da die Trockenlegung eines alten Meerestheils selten plötzlich vor sich gegangen sein dürfte, so haben auch die Atmosphären meist Zeit gehabt, die Auslaugung des trocken gelegten Bodens vorzunehmen und dabei gleichen Schritt mit der Trockenlegung zu halten. So weisen denn in der That Gebietsstrecken, die notorisch erst vor relativ kurzer Zeit vom Meere eingenommen waren, durchaus nicht nothwendig einen Salzgehalt auf. Bei Ephesus, bei Ravenna sind ja seit historischer Zeit die Küsten gegen das Meer zu vorgedrungen, ohne dass wir den neu gewonnenen Boden dieser Gegenden dem Boden der Salzsteppen ähnlich finden könnten.

Dazu kommt noch der Umstand, dass auch in der Regel das Salz der Wüsten und Steppen und der in Wüstengebieten liegenden Binnenseen eine andere Zusammensetzung aufweist als das Meersalz. Es liegen eine Menge Analysen von Meerwasser vor. Seinerzeit hat namentlich G. Bischoff, in neuerer Zeit J. Roth dergleichen zusammengestellt. Diese Analysen ergeben nun allerdings gewisse Abweichungen in der jeweiligen örtlichen Zusammensetzung des Meerwassers. Diese Abweichungen beziehen sich aber mehr auf den besonders in abgeschlosseneren Meeren etwas verschiedenen Grad der Sättigung und nicht so durchgreifend auf die

Verschiedenartigkeit der Salze selbst. Namentlich die oceanischen Gebiete zeigen eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung der hierher gehörigen Mischungsverhältnisse. Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia und schwefelsaurer Kalk sind die hauptsächlichsten Salze, die im Meerwasser aufgelöst sind, in dem freilich in kleinen Quantitäten auch noch alle möglichen Stoffe vorkommen. Das Mengenverhältniss wechselt aber nicht übermässig. Dem gegenüber sind die Salze versalzener Steppenbecken fast alle verschiedenen zusammengesetzt und zeigen je nach den Oertlichkeiten auch untereinander grosse Abweichungen. Das todte Meer, der Van-See, der Urmia-See, die egyptischen Natronseen, der grosse Salzsee in Utah und der Sevier-See in Nordamerika, um nur einige Beispiele kurz zu berühren, sie alle zeigen eine von der des Meerwassers verschiedene Salzzusammensetzung und stimmen wieder untereinander nicht überein. Namentlich der letztere Umstand ist wichtig, da allerdings die grössere Sättigung der Lösungen in Steppenseen bei der verschiedenen Löslichkeit der einzelnen Salze gegenüber dem Meerwasser eine Differenz der Zusammensetzung an und für sich begründet. Es fehlen diesen Seen sogar zuweilen gewisse Bestandtheile des Meerwassers, wie denn z. B. Silber, Jod, Cäsium, Rubidium, Lithium im Wasser des todten Meeres nicht nachgewiesen wurden, weshalb z. B. Lartet mit Bestimmtheit einen ehemaligen Zusammenhang des todten Meeres mit dem offenen Meere leugnete.

Die Frage ist nun, wie wird oder wurde den Salzsteppen ihr Salzgehalt mitgetheilt, wenn sie ihn nicht als den Rückstand von Meerestheilen beherbergen? Die Beantwortung dieser Frage ist ziemlich einfach. Die Salzsteppen liegen der Hauptsache nach in abflusslosen Gebieten. Die versalzenen Gegenden Nordamerikas, Vorderasiens, sowohl wie Innerasiens sind rings von lückenlosen Gebirgs- oder Terrainanschwellungen umgeben. In Folge dieser Oberflächenbeschaffenheit verbleiben alle von den Innenseiten der betreffenden Gebirge abfliessenden Gewässer, seien es Flüsse, seien es Grundwässer, dem Steppengebiete. Die Flüsse finden keinen Ausgang ins Meer und versiegen entweder in der Mitte der Steppe oder bilden an den Stellen der tiefsten Depression Moräste oder Seen. Gross sind diese Wassermengen zwar nicht, eben weil schon die Gebirgsumwallungen vieler abflusslosen Gebiete den Regen von allen Seiten abhalten, aber sie sind immerhin genügend, um Salz aufzulösen dort, wo sie es finden. Nun wird in dem trockenen Klima der Steppenländer das Wasser, welches die Salztheile aufgelöst enthält, immer wieder rasch verdunsten. Das Salz selbst aber muss bei diesem Verdunstungsprocess als Rückstand übrig bleiben. Salzwüsten sind deshalb nichts als grosse Abdampfungspfannen für Salzlösungen. Alle abflusslosen Gebiete müssen dieser Vorstellung gemäss versalzen, und wir können auch weiter gehen und sagen, alle sicher abflusslosen Gebiete sind versalzen, und zwar natürlich um so mehr, je länger sie im Zustande der Abflusslosigkeit

sind und je mehr auflösbare Salztheile in dem älteren Grundgerüst des Beckens gegeben sind.

Wohl kennt man etliche Seen, welche einen oberflächlich sichtbaren Abfluss nicht besitzen und doch nur süßes Wasser führen. Das sind aber z. B. Seen in verkarsteten Kalkgebirgen, bei welchen ein unterirdischer Abfluss ausser allem Zweifel steht. Eine bedenkliche Ausnahme scheint fast nur der Tschad-See im Innern Afrikas zu machen, der anscheinend abflusslos ist, nicht inmitten eines Kalkgebirges liegt und doch mit süßem Wasser gefüllt ist, wie denn H. Barth berichtet hat, dass die Umwohner dieses Sees sogar aus Pflanzenasche Salz zu gewinnen suchen müssen.

Die Verhältnisse seiner Umgebung sind indessen geologisch noch zu wenig bekannt, um darüber ein sicheres Urtheil zu fällen. Es kann nämlich ein unterirdischer Abfluss auch durch Grundwasser hergestellt werden, welches in einer wasserdurchlässigen Schicht abläuft, wie dies soeben Nikitin für gewisse kleinere abflusslose Süßwasserseen Russlands anzunehmen scheint. (Die Flussthäler des mittleren Russlands, mém. de l'acad., St. Petersburg 1884, pag. 23.)

Sie werden nun weiter fragen: Sind denn in der That in den Grundgebirgen und der Umgebung abflussloser Becken so grosse Salzmassen vorhanden, dass sie ausreichen, den Boden dieser Becken derart mit Salztheilen zu füllen, dass allenthalben auf diesem Boden Salzausblühungen entstehen, die oft so dicht werden, dass sie diesen Boden mit einer weiss schimmernden Kruste

überziehen, und dass sie eventuell das in der Mitte der Becken gesammelte Wasser so sättigen, dass sich am Grunde der betreffenden Seen kleine Salzlager ausscheiden, oder dass das Wasser dieser Seen doch für das organische Leben mehr weniger unzugänglich wird? Diese Frage kann man mit ausreichender Sicherheit bejahend beantworten.

Es gibt kaum ein angeblich süßes Wasser, sei es Fluss- oder Quellwasser, welches nicht kleinere Mengen von Salzen aufgelöst mit sich bringen würde. Das beweist, dass überall solche Salze vorhanden sind, und dass es nur der Abflusslosigkeit und einer gesteigerten Verdunstungsthätigkeit auch für unsere Gegenden bedürfen würde, um dieselben mit Hilfe unserer gewöhnlichen Wasseradern zu versalzen.

Die Zersetzung verschiedener Gesteine liefert allerhand Salze. Deshalb findet man z. B. nach längerer Trockenheit selbst in unseren Gegenden salzige Ausblühungen auf anstehenden Gesteinen. Dergleichen sieht man in den sogenannten Menilithschiefern unserer Karpathen, ich sah es bei den jurassischen Schiefern des Alburs, der Krim, viele Beobachter haben dergleichen in der Zersetzungsregion verschiedener Eruptivgesteine, namentlich der Trachyte, gesehen. Alle diese Ausblühungen auf anstehenden Gesteinen oder innerhalb der zersetzten Region dieser Gesteine unterliegen der allmäligen Wegführung nach tiefer gelegenen Terrainstellen. Weil nun die Salze der zersetzten Gesteine je nach der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit

verschieden sein werden, so ergibt sich leicht, dass die Steppensalze selbst den vorher erwähnten örtlichen Charakter in ihren Mischungsverhältnissen aufweisen müssen. Ausserdem lässt sich nun aber auch zeigen, dass in der Umgebung der meisten Salzsteppen und der in ihnen liegenden Salzseen in vielen Fällen ältere Salzlager anstehen, deren Auslaugung den Process der Versalzung der Depressionen überaus beschleunigen und intensiver gestalten musste.

In der Umgebung der grossen persischen Salzwüste konnte ich die grosse Verbreitung einer miocänen Formation constatiren, welche dem Alter nach ziemlich genau unserer galizischen Salzformation von Wieliczka u. s. w. entspricht. Man sieht dort innerhalb dieser Formation sogar zu Tage tretende Salzstöcke, ein Fall, der in Europa etwa nur bei Cardona in Spanien bekannt ist. In Armenien ist dieselbe Formation wie in Persien verbreitet und jedenfalls ist mit Abich ein Theil des Salzgehalts des Urmia-Sees im nördlichen Persien von den daselbst anstehenden Salzstöcken abzuleiten. Aehnliche Verhältnisse herrschen in den Salzsteppen Klein-Asiens. In der Nähe des todten Meeres sind mächtige Salzstöcke bekannt, wie der Djebel-Usdun. Nach Lartet würden auch salzhältige Quellen, wie die von Emmaus, welche in der Nähe der grossen, gewöhnlich als Jordanspalte bezeichneten Vertiefung auftreten, zur Versalzung jenes Sees beitragen. Der Elton-See in Russland liegt im Gebiete der sogenannten Permformation, die sich sehr oft durch Steinsalzföhrung auszeichnet. Auch der Salz-

gehalt des Bodens der Kirgisensteppen und in der Gegend von Astrachan kann auf ältere Salzlager zurückgeführt werden. Coquand hat bewiesen, dass die Versalzung der sogenannten Schotts in Nordafrika ebenfalls von der Auflösung und Auslaugung der in jenen Gegenden sehr verbreiteten, theils eocänen, theils pliocänen Salzlager herrühre, und auch in der Umgebung des grossen Salzsees in Nordamerika sind Salzlager bekannt.

Dieses vielfache Zusammenfallen der Regionen älterer Salzlager und heutiger Salzsteppen ist nicht ohne Interesse, weil man dadurch auf die Vermuthung gebracht wird, dass es häufig dieselben Erdräume sind, in deren Bereich analoge klimatische Verhältnisse wiederkehren, denn die Entstehung der älteren marinen Salzlager, welche in der Umgebung der heutigen Salzsteppen auftreten, setzt ähnlich wie für die letzteren Binnenlandbildungen eine grössere Trockenheit und einen Mangel an atmosphärischen Niederschlägen in den betreffenden Gebieten voraus, worüber ich mich aber jetzt nicht näher auslassen kann. Das betreffende Verhältniss bleibt zwar nicht ohne Ausnahmen, insofern ja z. B. die österreichischen Salzlager nicht in Salzwüsten liegen, doch scheint ihm eine gewisse Gesetzmässigkeit zu Grunde zu liegen, welche, wenn einmal vollständiger erkannt, sicher zu weiteren Folgerungen über die geschichtliche Entwicklung der heutigen klimatischen Zustände verwendbar werden dürfte.

Aus dem Gesagten ergibt sich jedenfalls, dass wir nicht nöthig haben, für den Ursprung des Salzgehalts

der Salzsteppen andere als rein locale Bezugsquellen anzunehmen, die eben überall in genügender Weise nachweisbar sind, dass wir also auf die marine Ursprungsquelle des Salzes bequem verzichten können.

Sind nun, wie wir gesehen haben, die Verhältnisse in Wüsten- und Steppengebieten abhängig von grossen allgemeinen Gesetzen, von Vorgängen, die sich mit Naturnothwendigkeit vollziehen, so ergibt sich eigentlich nahezu von selbst die Lösung der bisweilen aufgeworfenen Frage, ob in den betreffenden Erdräumen seit historischer Zeit sich wesentliche klimatische Aenderungen eingestellt haben, oder wenn sich auch diese Lösung nicht rein und direct ergibt, so doch wenigstens die Richtung, in der wir dieselbe zu suchen haben.

Es könnte der Mensch gewesen sein, der stellenweise einen Eingriff in die Ordnung der Natur versucht hätte. Die Naturgesetze selbst aber kann der Mensch doch nicht ändern, und so könnten jene Eingriffe doch nur innerhalb des Rahmens dieser Gesetze stattgefunden haben. Eine Spanne Zeit wie die historische ist jedenfalls auch eine viel zu kurze, als dass wir annehmen dürften, es hätten sich innerhalb derselben grosse geologische Veränderungen begeben, in Folge deren das Relief der Erdoberfläche so grossen Umgestaltungen unterworfen gewesen wäre, um beispielsweise eine Modification der herrschenden Windrichtungen zu veranlassen. Wir besitzen auch für Umgestaltungen in solchem Umfange kein historisches Zeugniß, und was wir von Aenderungen der festländischen Massen seit den letzten

paar tausend Jahren wissen, kommt als zu untergeordnet hier nicht in Betracht, so wichtig die betreffenden Daten auch für die Lösung anderer Fragen sein mögen. Jene Zeitspanne ist aber auch wohl zu kurz, als dass während derselben diejenigen aus anderen Gründen sehr wahrscheinlichen, vom Relief der Festlandsmassen unabhängigen periodischen Klimaschwankungen einen gerade so stark bemerkbaren Ausdruck gefunden haben sollten, wie man das nach dem Urtheil mancher Autoren glauben könnte.

Wir wollen aber in Bezug auf diese Fragen doch noch einige Betrachtungen anstellen.

Von einer Verschlechterung des Bodens in den betreffenden Gebieten etwa durch seinerzeit betriebenen Ackerbau kann nicht überall die Rede sein. Wenigstens ist der Lössboden vieler Steppen an und für sich ein überaus fruchtbarer, wie sich jedesmal dann zeigt, wenn die Ertragsfähigkeit desselben durch künstliche Bewässerung ermöglicht wird, und solche künstliche Bewässerung kommt ja heute allenthalben noch vor, wenn auch nicht überall in dem Umfange, den frühere Zeiten kannten. Es fehlt dem Boden eben vor Allem an Feuchtigkeit, um Frucht zu bringen. Dass wenigstens nicht überall die Cultur der Alten die Cultur der Neuere unmöglich gemacht hat, zeigen ja die Verhältnisse in gewissen Mittelmeergebieten (man braucht hierfür seine Beispiele nicht direct aus Steppen und Wüsten zu holen), wie denn z. B. nach Th. Fischer die heutige Production Siciliens nicht zurücksteht hinter der

Production dieser Insel in jener Zeit, da es die Kornkammer der Römer war. (Studien über das Klima der Mittelmeerländer, pag. 42, Gotha 1879, Ergänzungsheft zu Petermann's Mittheilungen.)

Namentlich meint man auch immer, die durch den Menschen hervorgerufene Entwaldung grosser Gebiete habe diese Gebiete zu Wüsteneien gemacht. Lenz spricht von solchen problematischen Entwaldungen in der Sahara. In der Regel beruft man sich aber auf den Orient. Die gewaltige Woge der Civilisation, die von Osten nach Westen vorschritt, habe nach Ausbeutung der betreffenden Länder eine grosse Oede hinter sich zurückgelassen, aus der keine Frucht der Natur und Humanität mehr zur Reife gelangen könnte. Das Klima von Persien, Mesopotamien, Syrien u. s. w. sei in Folge von Entwaldung trockener geworden und die Vegetationsverhältnisse hätten sich demgemäss geändert.

Man braucht die schädlichen Folgen der Entwaldung dort, wo solche geübt wird, nicht im Geringsten in Abrede zu stellen. Sie bestehen bekanntlich in der localen Verringerung der Quellen und namentlich in Hochgebirgen in der Abschwemmung fruchtbaren Erdreichs, in der wachsenden Gefahr der Hochwasser u. s. w., aber man ist doch verpflichtet zu sagen, dass diese Folgen, sehr unbedeutende Ausnahmen abgerechnet, sich nicht auf fundamentale Aenderungen des Klimas grösserer Gebiete erstrecken. Peschel hat dies im Anschluss an Ebermayer's Untersuchungen sehr treffend auseinandergesetzt. Wenn z. B. auch auf der Insel St. He-

lena seit der Zeit von Napoleon's Gefangenschaft die Niederschläge sich mit den dortigen Aufforstungen etwas vermehrt haben, und wenn sie andererseits auf Madeira vermuthlich seit der zu Gunsten des inzwischen auch wieder zu Grunde gegangenen Weinbaues vorgenommenen Entwaldung sich vermindert zu haben scheinen, so ist das doch noch kein Beweis dafür, dass die betreffenden grösseren, unter demselben Regime der Winde stehenden Räume oder, um mich so auszudrücken, meteorologischen Individualitäten, zu denen diese Inseln gehören, eine Vermehrung oder Verminderung des Niederschlages erfahren haben.

Der Wald bildet allerdings, namentlich im Sommer in Folge der in seinem Bereich herrschenden etwas geringeren Temperatur, locale Anziehungspunkte für Regenfälle, eben weil abgekühlte Luft einen Theil ihres Dampfgehaltes abgeben muss, auch findet umgekehrt auf waldlosen Flächen eine raschere Verdunstung statt, insofern also gibt die Art der Waldbedeckung jedenfalls zu Modificationen in der örtlichen Vertheilung der Niederschläge Veranlassung, aber die durchschnittliche Menge des einem Erdraume in Folge allgemeiner Gesetze zukommenden Regens scheint dadurch nicht wesentlich geändert zu werden. England besitzt noch heute sein insulares Klima, trotzdem die Wälder dort schon allenthalben verschwunden sind, und es würde auch dann noch nicht zur Wüste werden, wenn man die Reste der alten Waldbedeckung (es sind nach Guthe-Wagner's Lehrbuch 2. Bd. pag. 323. nur noch vier

Percent des gesammten Areal) völlig beseitigen würde. Es müssen jedenfalls die über einem Erdraume wehenden Winde überhaupt Regen verursachen können, damit der Wald modificirend in die Vertheilung desselben eingreifen kann. Auch müssten etwaige in Folge der Entwaldung hervortretende klimatische Verschiebungen sich durch Wiederbewaldung der betreffenden Gegenden wieder aufheben lassen, und diese Wiederbewaldung müsste auch wenigstens überall dort gelingen, wo nicht etwa der fruchtbare Boden inzwischen abgeschwemmt wurde. Dieses Gelingen ist aber für den grössten Theil der heutigen Wüstenflächen durchaus unwahrscheinlich, vermuthlich doch nur, weil daselbst eben schon seit geraumer Zeit Wälder und die Existenzbedingungen für Wälder nicht vorhanden waren.

So viel über die Möglichkeit des Einflusses der Entwaldung auf die Verödung einzelner Gebiete, dieses Einflusses, der nicht geläugnet wird, der aber doch ein beschränkter bleibt und keinesfalls allein bei diesen Dingen den Ausschlag gibt. Jetzt fragt es sich, ob wir denn Anhaltspunkte haben, zu glauben, dass diese Möglichkeit für die heutigen Wüsten- und Steppengebiete jemals einer Wirklichkeit entsprochen hat, oder ob überhaupt, etwa auch aus anderen Gründen eine bedeutende Veränderung in den klimatischen Bedingungen seit Menschengedenken daselbst Platz gegriffen hat, und ob sich das thatsächlich beweisen lässt.

Gegen diese Annahme, sofern man sie im weiteren Umfange machen wollte, spricht zuerst die

Wüsten- und Steppenfloraselbst. Darf man denn glauben, dass diese eigenthümliche Flora, deren Gewächse, wie wir sagten, in ihrer ganzen Organisation auf die Dürre des Klimas berechnet sind, erst entstanden ist, nachdem der Mensch in den betreffenden Gebieten gehaust hat? So rasch entwickelt sich eine selbstständige Flora nicht, und selbst die eifrigsten Darwinianer werden nicht meinen, dass die rückständigen Formen eines ehemaligen Waldgebietes sich so schnell im Kampfe ums Dasein den veränderten Bedingungen angepasst und nun die Merkmale von Steppenpflanzen angenommen haben könnten. Auch die Einwanderung einer solchen Flora aus anderen, vielleicht schon früher existirenden Steppengebieten würde in Folge der zum Theil hohen Gebirgsumwallung gewisser Steppen wenigstens für einzelne Gebiete vielen Schwierigkeiten begegnet sein, die sich in so kurzer Zeit nicht gänzlich hätten überwinden lassen. Wäre das Auftreten von Steppen und Wüsteneien nicht der Ausdruck eines Naturgesetzes, so würden wir ja auch in den beiden Erdtheilen der neuen Welt, welche doch (abgesehen etwa von Peru und Mexico) im Zustande ursprünglicher Wildheit angetroffen wurden, nicht ebenfalls Wüstengebiete schon vorgefunden haben.

Wie naiv erscheinen uns z. B. die Illusionen, welche vor drei Decennien ein Engländer, Herr Boyd, über die „glänzende Zukunft der Sahara“ zum Besten gegeben hat (vergl. Zeitschrift für Erdkunde, Berlin 1857, pag. 60). Dieser Mann wollte eine Compagnie

gründen, welche die grosse Wüste zu einem der reizendsten Theile der Erde umzugestalten anstreben sollte. Mit Pflanzungen sollte am Rande der Wüste begonnen werden und so Stück für Stück die Saharah ihres Charakters entkleidet werden. Vom Tschad-See, vom Senegal u. s. w. sollte Wasser in die Wüste geleitet und so zuerst ein Humusboden geschaffen und durch die auf demselben wachsende Vegetation das Klima verbessert werden. Auf diese Weise hätte die Compagnie ein Reich gründen können, „das alle jetzt existirenden übertrifft und durch die Mannigfaltigkeit seiner Producte Indien, Amerika, China und Brasilien in den Schatten stellen und England hinsichtlich seines Bedarfs von der übrigen Welt ganz unabhängig machen wird.“ Wie der Berliner Referent über diese Publication sich ausdrückte, wird freilich die Gluth der Phantasie, welche diesen Plan ausbrüten half, nur von der Gluth der Wüste selbst übertroffen, und das Zukunftsgemälde im Kopfe des Herrn Boyd, welches an Reiz alle Leistungen der Wüstenspiegelung hinter sich zurückliess, hat auch bis heute wenigstens keine andere Wirkung gehabt als die einer harmlosen Publication.

In ähnlicher Weise war es auch ein Irrthum, wenn man vor etlicher Zeit von einer Wiederbewaldung der südrussischen Steppen geredet hat, die schon Herodot als Steppe kannte. Der russische Naturforscher von Baer hat aber gezeigt, dass dieses Gebiet jedenfalls schon vor Herodot Steppe gewesen ist und es zunächst auch bleiben wird, trotz des überaus fruchtbaren

Bodens, des sogenannten Czernosem, der einen guten Theil dieses Gebietes einnimmt. Die Wälder nördlich der Steppe werden von Eichhörnchen bewohnt, der nächste Wald südlich der Steppe liegt in der Krim, und dieser enthält alle Lebensbedingungen für Eichhörnchen, aber keine Eichhörnchen. Wäre nun die zwischen beiden Waldgebieten liegende Steppe einst bewaldet gewesen, so dass diese Waldgebiete verbunden gewesen wären, so hätten die Eichhörnchen sich über das ganze Gebiet verbreiten können. Sie wären mit der Entwaldung auf den entwaldeten Stellen verschwunden, nichts aber hätte sie gehindert, sich in der Krim zu erhalten. Da dies nicht der Fall ist, so schliesst Baer, dass die durch den Steppencharakter bewirkte Trennung der beiden Waldgebiete schon vor dem Auftreten des Eichhörnchens auf der Erde stattgefunden hat.

Recht interessant sind für unsere Frage auch die Verhältnisse Kleinasiens, in dessen Innerem sich eine öde Hochsteppe entwickelt, während die Küstengebirge an der den Seewinden zugekehrten Seite vielfach bewaldet erscheinen. Sicherlich sind aber in jedem Lande die dem Meere benachbarten Stellen der Entholzung mehr ausgesetzt als die inneren Gebiete, theils weil man zu allen Zeiten Holz zum Schiffbau brauchte, theils weil das Holz hier auch exportfähiger ist. Auch waren gerade in Kleinasien die Küstenstriche wohl in ebenso hohem Grade Sitze der Cultur als das Innere. Wenn sich also trotzdem heute die Küstenstriche dieses

Landes bewaldeter zeigen als die inneren Landschaften, so liegt dem eine allgemeinere Ursache zu Grunde.

Wenn wir uns an die sanguinischen Vorstellungen erinnern, welche die Beschreibung des gelobten Landes der Juden in der Bibel hervorruft, so meinen wir, einen stärkeren Gegensatz könne es ja wohl nicht geben als zwischen dem dürren und wüsten heutigen Palästina und jenem Lande der Vorzeit, in welchem Milch und Honig nur so geflossen sein soll. Die Sache sieht aber doch anders aus, wenn wir noch andere Schriftsteller des Alterthums zu Rathe ziehen. So schreibt Strabo (16. Buch, 2. Cap.), nachdem er in aner kennenden Worten von Moses und seinen Lehren gesprochen, wörtlich: „Durch solche Lehren nun überredete er nicht wenige verständige Männer und führte sie hinweg nach jenem Orte, wo jetzt der Anbau von Jerusalem steht. Er gelangte leicht in den Besitz der Gegend, die nicht beneidenswerth ist und derentwegen sich wohl Niemand in einen ernstlichen Kampf einlassen möchte; denn sie ist felsig, der Ort selbst zwar wohl bewässert, aber ringsherum von unfruchtbarem und wasserlosem, auch innerhalb 60 Stadien nach unten hin steinigem Lande umgeben.“ Strabo begeht da wohl einen geschichtlichen Irrthum, indem ja bekanntlich nicht Moses selbst die völlige Besitzergreifung des Landes vornahm; indessen uns kommt es ja nur auf die Schilderung der Gegend an, wie sie sich bereits den Alten dargestellt hat. Dem widerspricht durchaus nicht, wenn derselbe Autor von einer Stelle bei Ascalon spricht,

die sich zum Anbau von Zwiebeln vortrefflich eignete, oder wenn er von dem Palmenwalde bei Jericho und den Culturen um den See Genezareth oder sogar stellenweise von Wäldern in den phönicischen Küstengebirgen, z. B. am Carmel redet. In dieser Beziehung haben sich die Verhältnisse seit Strabo nicht gar so wesentlich geändert. Der bekannte österreichische Reisende Russegger fand in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die Wälder am Berge Carmel noch ebenso vor, wie sie uns im Alterthum geschildert werden. Wenn es dann weiter bei Strabo heisst, dass man die Wüste zwischen Palästina, Arabien und Egypten auf Kameelen durchziehe, so könnte das von einem Schriftsteller heutiger Zeit auch nicht anders beschrieben werden.

Oder soll man glauben, dass etwa Babylonien ein waldreiches Land gewesen sei, von dem doch schon Herodot (1. Buch, 193) als von einem sehr regenarmen Gebiete spricht. Auch heisst es bei Strabo (16. Buch, 1. Cap.), es herrsche dort Mangel an Bauholz und Alexander der Grosse habe dort eine Flotte vorbereiten wollen, indem er Schiffe in Phönicien und Cypern zimmern und dieselben in zerlegbaren Bestandtheilen auf dem weiten Landwege nach Mesopotamien transportiren liess, sofern nicht das Holz der Cypressen aus den Lustgärten dafür Verwendung finden konnte. Wenn dann auch der Ackerbau in Mesopotamien blühte und die Gerste 300 fältige Frucht trug, so widerspricht das nicht im Geringsten dem damals bereits vorhandenen Steppen- und Wüstencharakter des Landes,

da jene Culturen wenn schon nicht auf den von Herodot geleugneten, von Strabo jedoch besprochenen Ueberschwemmungen des Euphrat und Tigris, so doch auf einem künstlichen Berieselungssystem basirten, mit dessen Vervollkommnung sich auch Alexander der Grosse beschäftigte.

Aehnlich geht es mit Persien. Man meint da auch immer, ein Land, das im Alterthum eine so grosse Rolle gespielt habe, müsse auch physikalisch anders beschaffen gewesen sein als heute, und doch spiegelt sich Persien schon in den allerältesten Sagen im Wesentlichen so wieder, wie es heute ist. Es ist Ihnen wohl bekannt, dass das Alburgebirge im nördlichen Persien eine grosse klimatische Scheide darstellt. Der Nordabhang dieses Gebirges und der schmale Streifen Ebene am caspischen Küstenstrich ist mit mächtigen Urwäldern bekleidet. Dort breiten sich auch fieberathmende Sümpfe aus. Die Luft ist ähnlich der in einem Treibhause feucht, es regnet alle Augenblicke oder der Himmel ist wenigstens häufig mit Wolken bedeckt. Die Sitten der Bewohner richten sich nach diesem Klima. Die Häuser, die aus Holz oder ausgebrannten Ziegeln aufgeführt werden, habenschräge Dächer, um den Regen ablaufen zu lassen. Die Holzbauten in den Wäldern stehen oft auf Pfählen in der Luft und nicht direct auf dem Boden, dessen feuchte Nähe man gern meidet. Wie mit einem Schlage ändert sich das Bild, wenn man über die Pässe des Gebirges nach Süden auf das persische Hochland kommt. Die durch die Verdampfung des caspischen Meeres mit Feuch-

tigkeit gesättigten Nordwinde gelangen nach Entladung ihres Dampfgehalts nur mehr als trockene Strömungen in das Gebiet der Hochsteppe. Da ist Alles kahl, braun und grau. Die Wälder sind verschwunden, man befindet sich unter einem wolkenlosen Himmel. Wenn sich ausnahmsweise einmal ein Regen bis an den Südfuss der Alburskette verirrt, so geschieht es wohl, dass man zwar die Wolke über sich sieht, aus der es regnet, dass man aber nicht nass wird und trocken unter dem Regen weg geht, weil der letztere, bevor er den Boden berührt, von der erhitzten Luft wieder zu Dampf verwandelt wird. Nur in dem übrigens kurzen Winter gibt es zeitweilig etwas ausgiebigere Regen- oder Schneefälle. Dem entsprechend sind die Sitten der Bewohner geändert. Die Häuser zeigen flache Dächer und sind meist aus Lehm oder ungebrannten Ziegeln construiert. Man befindet sich eben im Bereich des Steppen- und Wüstenklimas.

Das ist aber auch das Land, in welchem Ormusd, der Gott des Lichtes, angebetet wurde. Die Provinzen Masenderan und Ghilan aber am caspischen Meere sind das schon den Alten als waldreich bekannte Hyrkanien, das von bösen Geistern, von Div's bewohnt wurde, die sich gegen Ormusd empörten und sogar das Licht der Sonne verdunkelten, eine nicht misszuverstehende Anspielung des Mythos auf die Wolken, die daselbst damals wie heute den Himmel Hyrkanien's verdüstert haben müssen.

Auch Strabo hat auseinandergesetzt, weshalb Hyrkanien nicht zu der Geltung gelangte, die seinem

Naturreichthum entsprach. Das benachbarte Land sei nämlich voll von Räubern, Nomaden und Wüsteneien, und allerdings viel später liess Nadir-Schah von hier aus Holz zum Schiffbau bis nach Buschir bringen, weil es eben solches in dem übrigen Persien nicht in genügender Menge gab. Polybius bereits erzählt direct von dem Wassermangel in der Gegend zwischen Ekbatana und Hekatompylon, etwa dem heutigen Damghan, als von einem Uebelstande, der die Bewegungen eines Heeres sehr erschwere. In vielen Theilen Persiens verwendet man bei der Holztheuerung getrockneten Mist als Brennmaterial. In einigen Gegenden Aserbeidschans, wo die Sitte besteht, die Asche davon in der Nähe der Dörfer immer auf denselben Platz zu tragen, haben sich nach Blau davon schon grosse Hügel gebildet, ein Beweis, durch wie lange Zeit schon diese Manipulation als Nothwendigkeit erschien.

Aber wird man sagen, wie kommt es denn, dass im Alterthum hochberühmte Städte heute inmitten öder Wüsteneien liegen, wie z. B. Persepolis. Man vergisst dann ganz, dass die Existenzbedingungen für solche Städte ebenso künstlich geschaffene waren, wie sie es für die grösseren persischen Städte (mit Ausnahme von Isfahan, das an einem Flusse liegt) noch heute sind. Teheran, das man wohl als eine örtlich verschobene Fortsetzung des alten Rhages betrachten kann, könnte nicht ohne ein verzweigtes System von Wasserleitungen bestehen, die ihm das vom Schemirangebirge kommende Wasser zuführen, wie denn überhaupt kaum ein Gar-

ten oder Ackerfeld im persischen Steppengebiet ohne künstliche Bewässerung existirt, so dass oft kleine Dörfer ihre Wasserleitungen haben. Geht dann eine Ortschaft zu Grunde, was in Folge von Kriegsereignissen u. s. w. eintreten kann, so verfallen nach und nach auch die dazugehörigen Wasserleitungen oder eine benachbarte Ansiedlung macht sich das Wasser zu Nutze und die Bäume, welche in der Nähe der verlassenen Ortschaft wachsen, sterben bald ab. Dergleichen geschieht sogar innerhalb der Mauern einer und derselben Stadt. Eine emporkommende Familie legt z. B. einen Garten an, einem an Einfluss herabkommenden Eigenthümer wird das Wasser entzogen, welches sein Grundstück bewässerte. Ein alter Garten geht in Folge dessen ein, um einem neuen Gelegenheit zur Entwicklung zu geben. Das hat aber mit klimatischen Aenderungen nichts zu thun.

Wir besitzen bestimmte Zeugnisse dafür, dass es in alten Zeiten gerade so wie heute nöthig war, durch künstliche Bewässerungen die Ungunst des trockenen Klimas auszugleichen. Polybius (10. Buch 28) erwähnt ein eigenthümliches Gesetz über die Benutzung der Wasserleitungen und die Bewässerung der Aecker, welches bei den alten Persern bestand. Er erwähnt allerdings auch, dass die betreffenden Arbeiten von der Verwaltung gefördert wurden, dass man Jedem auf fünf Generationen ein Terrain zur freien Benützung überliess, der dieses Terrain durch künstliche Bewässerung nutzbringend machte, so dass die Herstellung neuer

Wasserleitungen gewissermassen prämiirt wurde. Darin, dass dies nicht mehr geschieht, unterscheidet sich freilich das heutige Persien wesentlich von dem alten. Die Menschen und namentlich die Regierungen sind dort schlechter geworden, das Klima hat sich deshalb nicht durchgreifend geändert. Wenn man wollte, könnte man sogar an Thatsachen erinnern, die eher umgekehrt eine Wasserzunahme für gewisse Theile Persiens wahrscheinlich machen, wie das Auftreten des Bakhtegan-Sees im südlichen Persien, den, wie schon C. Ritter hervorhob, Strabo nicht erwähnte, obschon diesem Autor die übrige Topographie jenes Gebietes sehr wohl bekannt war, so dass man hier fast eine seit historischer Zeit erfolgte Neubildung dieser Wasseransammlung vermuthen könnte.

So dürfen wir uns denn schliesslich auf einen Ausspruch des Königs Cyrus am Ende des neunten Buches bei Herodot berufen. Die Perser wollten den König bereden, den Schwerpunkt seiner Macht nach fruchtbareren und reicheren Ländern zu verlegen, und ihnen antwortete Cyrus, es sei besser, in einem armen Vaterlande zu leben als dort, wo durch Ueppigkeit und Reichthum die Völker verweichlicht und unkriegerisch würden. Das sieht nicht darnach aus, als ob Persien damals ein sehr reiches und üppiges Land gewesen wäre.

Manche den so eben entwickelten Anschauungen anscheinend entgegenstehende Bemerkungen wurden insbesondere über die Sahara und Nord-Afrika verlautbart. O. Fraas, Theobold Fischer, Tschichatscheff und neuerdings auch O. Lenz haben von fun-

damentalen klimatischen Veränderungen gesprochen, die dort seit historischer Zeit stattgefunden haben sollen. Doch steht dem bis zu einem gewissen Grad, die Schlussfolgerung Zittel's in seiner neuesten Arbeit über die libysche Wüste gegenüber, welche da lautet: „Für eine wesentliche Veränderung der klimatischen Verhältnisse der Sahara in historischer Zeit liegen keine Beweise vor.“ Ohne das Gewicht der Gründe zu verkennen, welche die erstgenannten Autoren für ihre Ansicht ins Feld geführt haben, lässt sich doch sagen, dass die betreffenden Thatsachen zum Theil auch eine andere Beurtheilung zulassen, als die, welche ihnen geworden ist.

Es wird Niemanden geben, der für die durch geologische Epochen dauernde Constanz des Klimas innerhalb eines Erdraumes plaidirt und so können wir die Annahme einer Variabilität desselben auch für die Sahara zulassen. Insbesondere können oder müssen wir uns sogar das Klima der Saharaländer während der Eiszeit als ein von dem heutigen verschiedenes vorstellen, gleichviel ob wir etwa eine Vergletscherung des Atlas während dieser Zeit annehmen wollen oder nicht, und unbekümmert um die Glacialspuren, die Fraas in einer dem nördlichen Afrika sehr benachbarten Gegend, nämlich am Sinai nachzuweisen versuchte, denn die allgemeinen Ursachen, welche eine so merkwürdige klimatische Aeusserung im Norden und auf den meisten Gebirgen Europas fanden, müssen auch modificirend auf das Klima anderer Theile der nördlichen Halbkugel eingewirkt haben und auch von diesen allgemeinen

Grundursachen abgesehen, müsste die Existenz grösserer Eisbedeckungen um den Pol herum einen Einfluss auf die atmosphärische Circulation ausgeübt haben, dem sich kein anderes Gebiet entziehen konnte. Die Eiszeit gehört aber nicht der historischen Epoche an, wenn auch der Mensch bereits während derselben existirte. Jener Zeit können die Spuren einst grösserer Wasserwirkungen, welche man in den Wadis, in den alten verlassenen Flussbetten der Sahara gefunden hat, angehören. In ihren Anfängen können diese Flussläufe sogar bis in eine noch frühere Epoche zurückdatirt werden, da der grösste Theil der Wüste sogar schon lange vor der Diluvialperiode Festland war, und andererseits fehlt es auch heute nicht völlig an der Thätigkeit der Factoren, welche die Auswaschung von Thälern unternehmen, wie denn Duveyrier von Regengüssen im Lande der Tuareg berichtet, in Folge deren grosse Steinblöcke in den Wadis auf weite Strecken transportirt wurden. Für die Herstellung oder Instandhaltung eines Thales ist es aber principiell gleichgiltig, ob solche Regengüsse allwöchentlich fallen oder ob sie erst nach jahrelangen Unterbrechungen sich einstellen. Es braucht mehr Zeit um im letzteren Falle denselben Effect hervorzurufen, den continuirlicher Regen in kürzerer Frist bewirkt. Das ist aber auch Alles, und dieser Umstand scheint bisweilen nicht genügend gewürdigt zu werden. Selbst wenn aber gewisse Flussbetten „seit Menschengedenken“ nicht bewässert worden wären, wie das Khanikoff (*Partie méridionale de l'Asie centr.* pag. 170) von dem Unter-

lauf des Flusses Khuss in der Wüste Lut berichtet, so darf nicht verkannt werden, dass in regenlosen Gebieten nicht allein die ausfurchende, sondern auch die applanirende Thätigkeit des Wassers wegfällt, so dass die während einer feuchteren Periode gebildeten Thalwände sich lange erhalten können.

In jener Zeit grösserer Niederschläge mögen auch die Gewitter in der heutigen Wüste häufiger gewesen sein als jetzt, diese Gewitter, deren einstige Furchtbarkeit man in den zahlreichen Spuren des Blitzschlages, den Fulguriten erkennt, welche in dem Boden der Wüste gefunden werden. So kann das Vorkommen alter Steinwerkzeuge inmitten der Sahara sehr gut eine Zeit andeuten, in welcher die Sahara bewohnbarer war als heute. Insofern aber diese Werkzeuge nach der Analogie mit den europäischen Funden derselben Art prähistorisch sind oder doch wenigstens vielfach sein können, beweisen sie zunächst nichts für die historische Epoche. Wenn auch heute in gewissen Theilen Afrikas Völkerstämme vorkommen, welche sich ähnlicher Werkzeuge bedienen, so bleibt doch noch zu erweisen, dass solche Stämme in historischer Zeit die Sahara bewohnt haben.

Man hat sich auch darauf berufen, dass durch de Bary in einigen Sümpfen und Flussstrecken der centralen Sahara (Asben) Krokodile nachgewiesen wurden. Diese Thatsache spricht allerdings für eine ehemalige Verbindung dieses Gebietes mit den flussreicheren Theilen des tropischen Afrika, sei es, dass diese Verbindung durch Flüsse hergestellt war, welche später Störungen

ihres Zusammenhanges erfuhren, sei es, dass sie direct klimatischer Natur war, nichts aber beweist, dass diese Verbindung erst in historischer Zeit aufgehoben wurde. Wir haben es da mit einer Relictenfauna zu thun, welche für die Geschichte der Sahara hochinteressant ist, die wir aber doch kaum nach anderen Gesichtspunkten beurtheilen dürfen, als die Relictenfauna etwa des Garda-Sees oder des Baikalsees. Obgleich Meeresbewohner wie gewisse Krebse in dem ersteren, obschon Seehunde in dem letzteren vorkommen, so hat doch noch Niemand daran gedacht, dass eine marine Verbindung dieser Seen mit der Adria oder dem nördlichen Eismeer noch in historischer Zeit stattgefunden haben müsse.

Was würden wir erst sagen, wenn wir in einem alten Schriftsteller oder auf Monumenten den Beweis für das Vorkommen von Süßwasserfischen inmitten der Wüste finden würden. Es würde uns vielleicht gar nicht zu gewagt scheinen, das zu einem Hauptargument für die relativ vor Kurzem noch reichlichere Bewässerung der Sahara zu machen, wenn uns nicht inzwischen durch die artesischen Brunnengrabungen der Franzosen bekannt geworden wäre, dass eben noch heute in manchen unterirdischen Gewässern der Sahara zahlreiche Fische vorkommen. (Vergl. Désor, le Sahara, ses différents types de déserts et d'oasis im Bulletin de la soc. des sc. nat. Neufchatel 1864; vergl. auch Geol. magazine, London 1864.) Gleichviel, ob wir auch diese Fischfauna für eine Relictenfauna halten wollen oder nicht, das biologische Factum existirt, dass sie trotz des Wüsten-

charakters der Sahara dort vorkommt, also auch vor einigen tausend Jahren bei demselben Wüstencharakter vorgekommen sein kann.

Zittel hat ferner darauf aufmerksam gemacht, dass das Vorkommen von Kriegselephanten bei den Karthagern nicht nothwendig auf eine Verschlechterung des Klimas seit jener Zeit hinweist, da durch eine angemessene Pflege die Existenz dieser Thiere auch unter den heutigen ähnlichen Verhältnissen sehr wohl gesichert werden konnte. Heute noch hält sich der Schah von Persien Elephanten bei Hamadan, in einer allerdings vergleichsweise besser bewässerten Gegend, aber diese Gegend gehört schliesslich doch noch zum persischen Steppengebiete.

Desgleichen konnte die Existenz von Ansiedlungen, deren Ruinen wir heute an wüsten Stellen finden, sehr wohl durch künstliche Nachhilfe ermöglicht werden, ähnlich wie wir das in Persien gesehen haben, und wie das in unseren Tagen durch die Anlage von Brunnen zum Theil wieder geschieht. Schon in älterer Zeit war aber die Anlage sogar artesischer Brunnen in Nordafrika bekannt, wie aus einem von Tschichatscheff (proceed. of the geogr. soc., London 1882, pag. 630) erwähnten Zeugniß des Olympiodor hervorgeht, demzufolge in gewissen Oasen der Sahara die Einwohner Löcher von 100—250 Fuss Tiefe gruben, aus denen Wasser in hohen Säulen hervorsprang.

Auch das Vorkommen eigenthümlicher Einzeichnungen auf Felsen in der Wüste hat man benützt, um

die Idee einer seit historischer Zeit erfolgten Abnahme der Bewohnbarkeit der Sahara zugänglich zu machen. Ob überall diese Zeichnungen gerade aus einer der historischen naheliegenden Zeit stammen, müsste aber doch erst untersucht werden. Besonders hat man sich auf die Zeichnungen von Rindern berufen, die H. Barth auf seiner Reise bei Telissarhē auffand. Man meinte, das Vorkommen des Rindes und seine Benützung bei Wüstenreisen setze für das Rind geeignetere Lebensbedingungen in jener Gegend voraus, als sie heute constatirbar seien. Barth selbst hat zuerst diese Vermuthung ausgesprochen, und doch darf man gewiss nicht übersehen, dass Barth (Bd. I., pag. 216) mittheilt, noch gegenwärtig würden auf der betreffenden Sudanstrasse Rinder für den Verkehr benützt. Die Beweiskraft jener Skulpturen in dem angedeuteten Sinne verliert dadurch sehr viel.

Jedenfalls war Nordafrika zur griechischen Zeit bereits in ganz ähnlicher Weise Wüstengebiet wie heutzutage. Wir erfahren aus den Berichten heutiger Reisender, dass in einigen Gegenden der Sahara, wo sich gerade Steinsalzlager finden, Steinsalzstücke zum Häuserbau verwendet werden, und ganz damit übereinstimmendes erzählt Herodot (4. Buch, 185). Das trockene Klima gestattete schon damals die Verwendung dieses auflösbaren Baumaterials.

Bei Beschreibung des Weges vom Nil zu einigen am rothen Meere gelegenen Küstenplätzen, die etwa in der Nähe des heutigen Koseir liegen, sagt Strabo:

„Früher zogen die Kameelreisenden blos des Nachts, indem sie nach den Sternen schauten und reisten gleich den Schiffenden Wasser mit sich nehmend, jetzt aber hat man in grosse Tiefen grabend Brunnen eingerichtet, und auch für das Regenwasser sind, wiewohl es spärlich ist, dennoch Cisternen angelegt.“ Diese Bemerkung ist nicht blos deshalb interessant, weil sie des Kameels in Egypten gedenkt, ein Punkt, auf den wir gleich noch ausführlicher zu sprechen kommen, sie erweckt uns vor Allem den Eindruck, dass gewisse Theile dieses Landes, wenigstens schon zur griechischen Zeit, im buchstäblichen Sinne des Wortes ebenso wüst waren als heute, denn wenn man sich bei einer Landreise nach den Sternen orientieren muss, so heisst das wohl soviel, als dass andere Orientirungspunkte, wie etwa Baumgruppen, Dörfer und sonstige belebte Stellen, nicht vorhanden waren.

Bezüglich Libyens, worunter er im Allgemeinen das ganze nördliche Afrika mit Ausnahme Egyptens verstand, schreibt derselbe Autor (17. Buch, 3. Cap.): „Der grösste Theil des inneren Landes und der Oceanküste ist Wüste und nur gefleckt mit kleinen, zerstreuten und meist von Wanderhirten besetzten Wohnplätzen. Ausser der Wüste aber verscheucht die Menge der Raubthiere auch aus dem bewohnbaren Lande; auch umfasst es einen grossen Theil der heissen Zone. Allerdings ist der ganze uns zugekehrte Küstenstrich zwischen dem Nil und den Säulen des Herkules und besonders der einst den Karthagern unterworfenen glücklich bewohnt,

allein auch hier fallen einige wasserlose Wüsten dazwischen, wie jene um die Syrten, um die Marmariden und den Katabathmos her.“ Auch citirt Strabo den Posidonius, der angab, Libyen werde in seinen nördlichen Theilen nicht beregnet, und endlich sagt er an einer anderen Stelle: „Das tief im Innern oberhalb der Syrte und der Cyrenaïka gelegene unfruchtbare und dürre Land haben die Libyer inne, zuerst die Nasamonen, dann die Psyller und ein Theil der Gaetuler, dann die Garamanten.“

Wenn dann auch über einige Landstriche Numidiens und Maurusiens die Schilderung unseres Gewährsmannes günstiger lautet, so ist wohl daran zu erinnern, dass Marocco und ein Theil von Algerien auch noch heute sich angenehmerer klimatischer Verhältnisse erfreuen. Man braucht nur die jüngsten Mittheilungen von Lenz über Marocco und die Wälder am Atlas zu lesen, um sich davon zu überzeugen. Die Elephanten, welche in dem heutigen Marocco vorgekommen sein sollen, würden vielleicht noch heute dort existiren können, wenn es für so grosse Thiere nicht überhaupt schwer wäre, auf die Dauer ihren Platz neben dem Menschen, wenn es diesem nicht passt, zu behaupten. Die Zahl der Löwen hat sich jedenfalls im Laufe des letzten halben Jahrhunderts in Algerien sehr vermindert, nicht aber in Folge klimatischer Veränderungen, sondern in Folge der unausgesetzten Nachstellungen; Kenner der Verhältnisse des tropischen Afrika sind der Meinung, dass die gänzliche oder doch an-

nähernde Ausrottung der Elephanten daselbst nur eine Frage der Zeit ist, seit der Elfenbeinhandel mehr und mehr grössere Dimensionen annimmt. Der Wechsel des Klimas hat damit eben so wenig zu schaffen, wie mit der Ausrottung des Luchses, des Wolfes und des Auerochsen in ausgedehnten Gebieten Europas.

Auch sind nicht alle Angaben, welche die alten Schriftsteller über Libyen machen und aus denen auf abweichende, das heisst auf grössere Feuchtigkeit voraussetzende physikalische Verhältnisse geschlossen werden könnte, ohne Weiters auf das heutige Wüstengebiet zu beziehen. Libyen bedeutet bisweilen so viel wie heute der Name Afrika, denn wenn z. B. Herodot von Umschiffungen Libyens berichtet (4. Buch, 42 und 43), so hat er dabei doch den ganzen Welttheil im Auge, und wenn Strabo, der zwar im Ganzen die Grenzen Libyens enger fast, schreibt (17. Buch, 3 Cap. 4.), dass nach der Meinung Einiger die Quellen des Nil dem Ende Maurusiens nahe liegen, so scheint es, dass die Berichte über dieses letztere Land sich nicht immer auf das heutige Kaiserthum Marocco beschränkt haben, sondern dass dabei Erzählungen über Dinge eingeflossen sein mögen, welche sich unter Umständen bis auf das Congo-Gebiet beziehen lassen. Das mahnt jedenfalls zu vorsichtiger Benützung gerade derjenigen älteren Schilderungen, welche sich nicht auf bestimmte Punkte und genau definirte Landstriche beziehen, sondern sich als allgemeiner gehaltene Beschreibungen darstellen. Die vorhin erwähnte Angabe des Posidonius über die

Regenlosigkeit des nördlichen Libyen verdient unter diesem Gesichtspunkt besondere Beachtung, insofern bei der wechselnden und verschwommenen Auffassung der Bezeichnung Libyen, welcher wir bei den Geographen des Alterthums begegnen, die Vermuthung zulässig ist, dass der Genannte unter dem südlichen Libyen Theile des heutigen Sudan sich vorgestellt haben kann, dass also der regenlose Theil von Libyen dieses Autors mit den heutigen regenarmen Gebieten des nördlichen Afrika zusammenfallen dürfte.

Jetzt bleibt mir noch in wenigen Worten das Hauptargument zu beleuchten übrig, welches man zu Gunsten eines Klimawechsels seit historischer Zeit für das nördliche Afrika angeführt hat. Es ist nämlich auffallend, dass auf den Skulpturen der ältesten ägyptischen Denkmäler und unter den mumificirten Thierleichen der Egypter gerade das Thier nicht erscheint, ohne welches wir uns die Wüsten der alten Continente nicht denken können. Das Schiff der Wüste, das Kameel fehlt in diesen Denkmälern.

Nach H. Barth, der in seinem Exposé über die afrikanischen Mittelmeerländer diesen Punkt berührt hat, wäre die Existenz dieses Thieres in Egypten erst seit der Zeit der Ptolemäer als erwiesen anzunehmen. Es scheint also, dass dieser Reisende auf die Berichte der Bibel keinen Werth gelegt hat, welche doch schon für die Zeiten Abraham's und des Exodus von dem Kameel in Egypten sprechen. Da diese Berichte allerdings wohl in späterer Zeit und nicht in Egypten selbst

geschrieben sind, so mag man immerhin annehmen, dass die Erwähnung des Kameels, welches den Juden in Palästina jedenfalls bekannt war, sich in Folge der Gewohnheit bei der Aufzählung von Hausthieren auch immer an dieses Thier zu denken, in die Berichte nur eingeschlichen hat, es wäre aber doch merkwürdig, wenn nicht sogar schon vor Abraham durch die asiatische Dynastie der Hyksos und überhaupt durch den Verkehr mit den semitischen Völkern das Kameel in Egypten bekannt geworden wäre. Es soll sich auch in der That doch noch und zwar in Theben auf den dortigen Darstellungen gefunden haben, wenn auch nach der Vermuthung Hartmann's (Zeitschrift für Ethnologie, Berlin 1869) nur als Attribut tributpflichtiger asiatischer Stämme. Ganz neuerdings, wenn auch nicht als Augenzeuge, berichtet uns Zittel sogar von einem Funde von Säugethierknochen, die, mit Feuerstein-splittern vermischt, in einer alten Culturschicht bei Heluan entdeckt wurden, und wir erfahren, dass unter diesen Knochen auch solche des Kameels beobachtet wurden. War dieses Thier aber im Lande der Pyramiden schon in prähistorischer Zeit vorhanden, so liegt es nahe zu glauben, dass es dort auch zur Zeit der ältesten Dynastien nicht gefehlt habe.

Im Anschluss an Quatremère's Auseinandersetzungen hat ferner C. Ritter (Erdkunde, 13. Theil, Berlin 1847) hervorgehoben, dass sprachwissenschaftliche Gründe auf die Annahme hinweisen, dass das Kameel schon seit lange in Nordafrika vorhanden sei,

insofern nämlich bei den Berbern die Bezeichnungen für das Kameel ganz selbstständige und von semitischen Benennungen unabhängige seien, was kaum der Fall sein dürfte, wenn die Vorfahren der Berbern das Thier erst durch die semitischen Völker des westlichen Asiens kennen gelernt hätten. Man ist allerdings verpflichtet, hinzuzufügen, dass H. Barth (Mittelmeerländer) die Sicherheit dieses Schlusses nicht ganz anerkennen will, und Ritter selbst glaubt sich genöthigt, zuzugeben, dass die mannigfachen, eigenthümlichen, weder auf semitische noch berberische Wurzeln zurückführbaren Benennungen des Kameels in den Negersprachen, die südlich der Sahara gesprochen werden, nicht etwa beweisen, dass das Thier bei diesen Negervölkern ursprünglich einheimisch gewesen sei.

Indessen liesse sich vielleicht über die Berechtigung dieses Zugeständnisses streiten, denn was den Berbern recht ist, das ist den Negern billig. Es handelt sich ja nicht um das Einheimischsein des Kameels bei diesen Negern, sondern um ihre eventuell sehr alte Bekanntschaft mit dem Thier, welches sie, insofern es in der benachbarten Wüste überhaupt lebte, schon sehr früh hätten zu Gesicht bekommen können. „Dem Libyer,“ schreibt wiederum Ritter (Verhandl. der königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1847, pag. 11), „scheinen die fördernden Gaben dieses vielleicht ebenso ursprünglichen afrikanischen Heerdenthieres zum Nachtheile seiner sehr zurückgebliebenen Civilisation wenigstens lange Zeit verborgen geblieben zu sein, ehe er es als

Hausthier sich anzueignen vermochte.“ Dieser Gedanke ist durchaus nicht unzulässig, denn ebenso gut, wie uns heute die den Alten geläufige Kunst, den afrikanischen Elephanten zu zähmen, abhanden gekommen ist, ebenso gut könnte den Libyern die anderwärts bereits geübte Kunst der Zählung des Kameels eine Zeitlang verborgen geblieben sein.

Es bleibt allerdings auffällig, dass auch Herodot von dem Kameel in Afrika nicht spricht, und dass desselben vor König Juba's Zeiten im nordwestlichen Afrika nicht gedacht wird, es bleibt aber stets misslich, aus solchen rein negativen Merkmalen einen weittragenden Schluss zu ziehen, namentlich wenn dieser Schluss durch andere Gründe, wie wir sahen, nicht genügend unterstützt wird. Quatremère z. B. (siehe Ritter am angegebenen Ort, pag. 710) hat sich gerade im umgekehrten Sinne auf Herodot berufen, da dieser sagt (4. Buch, 192), Libyen weise alle wilden Thiere auf, ausser dem Hirsch und dem Eber, und hat daraus einen Beweis für die damalige Existenz des Kameels in Afrika abgeleitet.

Was aber die Abwesenheit dieser Thiergestalt in den archäologischen Funden Egyptens betrifft, so könnte man auch daran erinnern, dass unter diesen Funden bekanntlich auch der Schmetterling fehlt, was ja gelegentlich der Discussion der Schliemann'schen mycenäischen Funde von Stephani verwerthet wurde (Compte rendu de la comm. arch. de S^t-Pétersbourg pour l'année 1877, Pétersbourg 1880, pag. 33 etc.),

während die Heuschrecke vorkommt. Es wäre aber doch gewagt, aus diesem Umstande das Fehlen der Schmetterlinge im alten Egypten zu deduciren.

Hartmann vermuthet (am angegebenen Orte, pag. 74), dass bei den Egyptern der Esel vielfach für die Dienste in Anspruch genommen worden sei, welche später das Kameel leistete. Auch kann im Alterthum das vielverzweigte Canalsystem jenes Landes in mancher Hinsicht andere Transportmittel entbehrlich gemacht haben. Das Nichtvorkommen des Kameels auf den Monumenten, meint Hartmann, beweise eben nur, dass die Egypter ihre vielleicht religiösen Bedenken gehabt haben, dasselbe bildlich darzustellen. Die evidente Nützlichkeit des Thieres bot für solche Darstellung keinesfalls einen genügenden Grund. Das Krokodil ist gewiss kein nützliches Thier und doch ist ihm die Ehre, dargestellt und mumificirt zu werden, wiederholt zu Theil geworden.

Welcher Art jene etwaigen religiösen Bedenken gewesen sein könnten, bin ich freilich nicht competent zu beurtheilen, ich weiss auch nicht, ob alle Egyptologen eine Vermuthung wie diejenige Hartmann's für im Princip zulässig und discutirbar halten. Das aber dürfte doch zugestanden werden, dass die Egypter als ein sesshaftes Volk keine Veranlassung hatten als Nomaden zu denken und zu fühlen. Nur im letzteren Falle hätte ihnen das Kameel besonders theuer sein müssen. Sie konnten sich die Vermittlung ihres Verkehrs, sofern er Wüstengebiete berührte, durch kameelbesitzende

Nomaden vielleicht recht gern gefallen lassen, allein das Hirten- und Wanderleben entsprach nicht ihrem eigenen Geschmacke, und mit einiger Geringschätzung dürften sie auf die solchem Leben Ergebenen und auf Alles, was damit zusammenhing, herabgeblickt haben, wie wir mit Heeren (Göttinger gelehrte Anzeigen 1835, Theil I, pag. 6) glauben dürfen. Damit würde sich unter Umständen in Uebereinstimmung bringen lassen, dass Joseph seinem Vater Jacob (siehe 1. Buch Mosis) aus Egypten zehn Esel und zehn Eselinnen mit Gütern beladen schickte und nicht etwa Kameele, da für einen jedenfalls klug berechnenden Minister es angezeigt sein mochte, Vorurtheile zu respectiren, um so mehr als er Ausländer war.

Die Nichtexistenz des Kameels in Egypten zur Zeit der Pharaonen ist also, soweit ich das zu übersehen vermag, keineswegs erwiesen. Aber selbst wenn wir diesen Beweis für erbracht hielten, so würde sich daraus noch immer kein sicherer Schluss auf klimatische Veränderungen seit jener Zeit ableiten lassen. Würden wir sagen dürfen, das Klima Amerikas habe sich seit seiner Entdeckung wesentlich geändert, weil jetzt das von den Europäern eingeführte Pferd dort trefflich gedeiht, während es vorher daselbst nicht existirte, und weil einige Indianerstämme jetzt Reitervölker geworden sind, die früher den Gebrauch des Pferdes nicht kannten? Schon ehe die Juden aus Egypten auszogen, muss es daselbst wenigstens mit dem Holzreichthum schlecht ausgesehen haben, sonst hätten sie bei ihren Frohn-

arbeiten nicht noch die Mühe gehabt, das Stroh zusammenzulesen, mit welchem sie Ziegeln brennen mussten. (2. Buch Mosis, 5 Cap. 7.) Ein Waldklima scheint demnach das alte Egypten nicht besessen zu haben.

Fundamentale Veränderungen des Klimas sind also auch für das nördliche Afrika seit historischer Zeit ebenso wenig wahrscheinlich wie für die Steppen- und Wüstengebiete des westlichen Asien. Solche Veränderungen, welche allmählig während grösserer, nach dem Massstab der Geologie zu messender Zeiträume vor sich gehen, müssen natürlich auch für wenige tausend Jahre schon einen kleinen Ausdruck finden, der als ein Theilbetrag der ganzen Summe der Abweichung erscheint, die sich ja doch aus solchen Theilbeträgen zusammensetzt. So wenig aber ein Millionär zum armen Manne wird, wenn er im Verlaufe einiger Jahre 30.000 Gulden seines Capitals verliert, so wenig haben jene Länder, im Ganzen betrachtet, ihren physikalischen Charakter verloren durch diejenigen Vorgänge, welche seit 2000 bis 3000 Jahren auf die Abnahme ihrer Bewohnbarkeit hingearbeitet haben können. Wenn also auch hie und da die Wüste nordwärts Fortschritte gemacht zu haben scheint, und wenn andererseits, wie zwar noch nicht bewiesen, aber ebenfalls behauptet wurde, die Waldlandschaften des Sudan im Süden der Sahara etwas vorgedrungen sind, was zusammen übrigens nicht auf eine Verschärfung, sondern nur auf eine Verschiebung des Wüstencharakters im nördlichen Afrika hindeuten würde, so sind das wenigstens insofern Ereignisse von

rein localer Bedeutung, als dadurch das Aussehen des betreffenden Continents im Grossen und Ganzen nicht berührt worden ist. Im Sinne dieser Betrachtungsweise brauchen also die Ausführungen der früher genannten Autoren nicht gänzlich zurückgewiesen zu werden, aber sie müssen recht wesentlich abgeschwächt werden, damit wir uns vor übertriebenen Vorstellungen bewahren.

Ich habe ähnliche Ansichten wie heute schon vor mehreren Jahren vertreten (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1877, pag. 341), und wenn meine diesmaligen Auseinandersetzungen auch nur dazu beitragen, die Frage, um die es sich handelt, wenigstens wieder einmal in anderer Beleuchtung, als dies üblich ist, zu zeigen, so soll mir das lieb sein. Indem ich auf Supán's vortreffliche Physische Erdkunde (Leipzig 1884, pag. 133) verweise, kann ich auch darlegen, dass wir uns heute durchaus nicht etwa zu allen neueren Forschern im Gegensatze befinden, wenn wir eine weniger hastige und langsamere Entwicklung der Zustände auf unserem Planeten für wahrscheinlich halten.

Es liegt keinesfalls in der Hand des Menschen, die physikalischen Bedingungen, an welche das Bestehen von Wüsten und Steppen geknüpft ist, willkürlich herbeizuführen oder radical aufzuheben. Wir können die Gesetze, denen die Winde folgen, nicht ändern, wir werden auch schwerlich sobald grössere Gebirge abtragen oder aufschütten, nur um die Regenmengen einzelner Gebiete nach unserem Ermessen zu beeinflussen, selbst wenn wir von der Schwierigkeit einer nothwendigen

internationalen Vereinbarung zu solchen Zwecken ganz absehen wollten, wir sind nur in beschränkter Weise in der Lage, die Wachstumsverhältnisse der Pflanzen beliebigen klimatischen Bedingungen anzupassen, und wir können versalzene Gebiete nicht so leicht auslaugen, oder Süsswasserbrunnen überall dort anlegen, wo die Grundwasser bitter schmecken. Die Natur ihrerseits bedarf wieder grösserer Zeiträume, geologischer Perioden, um solche Aenderungen hervorzubringen. Continuirlichen Wirkungen während solcher Perioden gelingt es dann wohl, die Configuration ganzer Continentalmassen und damit auch die Natur der in einem Erdstrich herrschenden Winde zu ändern, ihnen gelingt es, Gebirge zu erniedrigen und abzutragen oder die Entstehung anderer Ketten hervorzurufen, welche dann ihrerseits zu neuen Regulatoren der Regenniederschläge werden. Während solcher längeren Zeiträume bereitet sich dann auch der von den allmählig wechselnden Verhältnissen geforderte Austausch der Flora und Fauna vor und durch Zerstörung der Barrieren, welche abflusslose Becken umgeben, kann in diesen wieder eine Wassercirculation eingeleitet werden, welche mit der Entsalzung endigt und auch dem Boden der Salzsteppen seine Culturfähigkeit zurückgibt.

Auf das Ergebniss so langwieriger Vorgänge können wir gewiss nicht warten. Sollte uns jedoch unsere Ungeduld verleiten, einen Kampf gegen die Wirkungen allgemeiner Gesetze zu unternehmen, so wird das dabei Erreichte im Vergleiche zu der Grösse der Vorgänge, um

die es sich handelt, stets nur Stückwerk sein. Alle Erfindungsgabe des menschlichen Geistes muss an die einmal gegebenen Verhältnisse anknüpfen. Dadurch allein gelingt es uns, Vortheile zu gewinnen, Uebelstände zu verringern oder minder fühlbar zu machen.

Wir haben ja gelernt, die grossen Wasserflächen unseres Planeten zu unterjochen, nicht indem wir die Configuration des Festen und Flüssigen auf der Erde wesentlich geändert und die Oeane trocken gelegt haben, sondern durch Anpassung an die gegebenen Verhältnisse, indem wir eine eingehendere Kenntniss von den Strömungen, den Tiefen und all den anderen Eigenschaften der Meeresräume zu gewinnen, und indem wir die technischen Hilfsmittel bei der Bereisung dieser Wasserflächen zu verbessern suchten. So wird es uns hoffentlich auch gelingen mehr als bisher mit den Schwierigkeiten fertig zu werden, welche die Wüste bietet, nicht indem wir den Charakter derselben für grössere Gebiete aufzuheben, sondern indem wir uns mit demselben zu befreunden trachten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Tietze Emil

Artikel/Article: [Ueber Steppen und Wüsten. 123-185](#)