

DER

KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT.

Zur Theorie der Entstehung der Salzsteppen und der angeblichen Entstehung der Salzlager aus Salzsteppen.

Von Dr. Emil Tietze.

Kaum beginnt die Anschauung des Freih. v. Richthofen über die subaërische Art der Entstehung des Löss sich den wohlverdienten Eingang unter den Geologen zu verschaffen, als wir bereits einer weitgehenden Anwendung dieser Auffassung auf einem etwas anderen Terrain begegnen, wie es denn häufig geschieht, dass Parteigänger einer neuen Lehre ein schnelleres Marschtempo annehmen, als diess vielleicht von dem Urheber der Doctrin erwartet wurde.

Mein geehrter Freund, Hr. F. Pošepny, hat kürzlich einige Bemerkungen „zur Genesis der Salzablagerungen, besonders jener im nordamerikanischen Westen“ (Sitzb. d. Akademie d. Wiss. Wien 1877) veröffentlicht, welche in dankenswerther Weise einige neue Gesichtspunkte eröffnen, unter denen die Entstehung der Salzsteppen betrachtet werden kann, welche jedoch in der Verallgemeinerung, die der Verfasser seinen Schlüssen sowohl in Bezug auf Salzsteppen anderer Länder, als namentlich auch in Bezug auf die Lagerstätten von Steinsalz in älteren Gebirgen gibt, ich darf wohl sagen, mehr überraschen als überzeugen.

Der von allen Fachgenossen hochgeschätzte Name des Herrn Verfassers, die Stellung des Organs, in welchem seine Bemerkungen publicirt wurden, sowie der Umstand, dass Hr. Pošepny in der letzten allgemeinen Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft nochmals auf seine Hypothese zurückkam, gestatten nicht, über den Gegenstand stillschweigend hinwegzugehen, sondern rechtfertigen vielmehr ein specielleres Eingehen auf denselben.

Gleichzeitig mag ein Theil der folgenden Zeilen als ein Beitrag zur Kenntniss eines der wichtigeren unter den bekannten Salzsteppen-Gebieten betrachtet werden, nämlich der persischen Salzwüsten.

Pošepny bespricht die abflusslosen Salzsteppen im Westen der

Vereinigten Staaten und die Salzwasser-Ansammlungen in jenen Gebieten, zu denen beispielsweise der grosse Salzsee von Utah gehört.

Das Salz jener Steppen und Seen aus der Eindampfung von Meeresarmen abzuleiten, hält der Verfasser aus guten Gründen für durchaus unmöglich, etwa abgesehen von dem südcalifornischen Becken. Namentlich wird hervorgehoben, dass einmal die Terrain-Verhältnisse jener Hochländer gegen einen einstigen Zusammenhang der genannten Salzbecken mit dem Meere sprechen, und dann, dass Meeres-Bildungen im westlichen Nordamerika nur bis zur Eocäuperiode reichen.

Bis zu diesem Punkt seiner Darstellung ist es erfreulich, in den Beobachtungen des Verfassers die Bestätigung einer Theorie zu finden, welche durch v. Richthofen zuerst im Grossen für die Salzsteppen Tibets begründet und beispielsweise auch von Stache für die sog. Schotts der tunesisch-algerischen Sahara insofern vertheidigt wurde, indem sich dieser Forscher wenigstens gegen die Annahme eines historischen Zusammenhanges dieser Schotts mit dem Meere aussprach.

Zu einer ganz analogen Ansicht konnte ich mich in einem in unseren Verhandlungen allerdings nur sehr kurz resumirten Vortrage in der Sitzung der geologischen Reichsanstalt vom 20. Februar 1877 für die Salzsteppen des iranischen Hochlandes bekennen. Es sei mir gestattet, bei diesem Gegenstande mit einigen Zeilen zu verweilen, theils um im Hinblick auf etwa polemisch klingende Sätze meiner späteren Ausführung zu zeigen, dass ich a priori weit davon entfernt bin, ein Gegner der Theorie vom Absatz aus der Atmosphäre zu sein, theils weil es sich, wie Pošepny selbst betont, hier um ein allgemeines, in mehreren Erdtheilen auftretendes Phänomen handelt, dessen Beurtheilung also ebenso gut von asiatischem Boden aus erfolgen kann, als vom Standpunkte eines Beobachters im westlichen Nordamerika.

Ueber die persischen Steppen hat Freiherr v. Richthofen in dem nunmehr erschienenen ersten Bande seines Werkes über China aus den ihm zugänglich gewesenem Beschreibungen Persiens eine zutreffendere Ansicht sich gebildet, in der Art, wie er sie mit den Salzsteppen des eigentlichen Central-Asien vergleicht, als es die einiger Beobachter war, welche an Ort und Stelle Gelegenheit hatten, die Sache zu studiren.

Buhse (Bull. soc. nat. Moscou 1850, p. 559) glaubte in einem Salzsee der persischen Salzwüste die Reste eines vormaligen grösseren Binnenmeeres zu erblicken. Beim Schwinden der Gewässer hätte sich ein Ueberrast derselben an der tiefsten Stelle gesammelt und sich so in der Folge der Salzsee gebildet. Für diese Vermuthung, meinte Buhse, liesse sich noch Manches anführen. Leider wurden die Gründe oder Beobachtungen, welche mit diesem „Manches“ gemeint sein können, nicht enthüllt. Auch Trautschold (Ueber secularé Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche, Moskau, Bull. soc. nat. 1869, p. 22) hielt den salzhaltigen Lehm der Ebene von Jesd für einen alten Meeresboden; ich will nicht entscheiden warum, vermuthlich jedoch eben jenes Salzgehaltes wegen, in ähnlicher Weise, wie auch Schmick (Die Aralo-Kaspi-Niederung, Leipzig 1874) auf den Salzgehalt der turkmenischen Steppen, als auf einen Beweis früherer Meeresbedeckung der letzteren einen, wie ich glaube, zu grossen Werth legt.

Ueber das Stück echten Wüstenbodens, welches man zwischen Haus i Sultan und den südlich davon folgenden Hügeln von Pul i dalek, am Wege von Teheran nach Kum antrifft, und welches dort einen nach Westen vordringenden Busen der grossen nordost-persischen Wüstendepression bildet, weiss der Chevalier Lyclama a Nijeholt in seiner touristisch gehaltenen Reisebeschreibung (*voyage en Russie, au Caucase et en Perse, Paris und Amsterdam, 2. Bd., 1873, p. 365*) Folgendes zu erzählen: „Ich wanderte durch eine vollkommen dürre Ebene. Man nennt sie die Wüste von Khavèr. Ehemals gab es der Sage nach dort einen See oder vielmehr ein Binnenmeer desselben Namens. Heute findet sich dort nichts als eine weite, mit Salz gemischte Erdfäche, auf der man weder Sträucher, noch überhaupt Pflanzen wahrnimmt.“ Ich muss gestehen, dass ich von jener Sage nichts gehört habe.¹⁾ Die Angabe des Chevalier dürfte auf einem Missverständnis beruhen, was mir um so wahrscheinlicher ist, als das Wort Kevir oder Khavèr gar keine specielle Bezeichnung ist, sondern im Persischen so viel wie Salzwüste überhaupt bedeutet. Es kann desshalb auch nie ein See oder ein Meer (im Persischen *dario*) den Namen Kevir geführt haben. Man ist manchmal zu wenig kritisch in der Wahl von Beweisen, um einer, wie ich gern glauben will, *optima fide* angenommenen Hypothese Beifall zu verschaffen.

Besonders hervorheben muss ich hier ferner die Ansichten Blanford's, welcher vor einigen Jahren ganz Persien vom persischen Golf bis zum caspischen Meere zu bereisen Gelegenheit hatte, und über die Oberflächenabsätze (*superficial deposits*) des persischen Plateaus im *Quarterly journal* (1873, p. 493) berichtet.

Blanford nimmt an, dass Persien einen Uebergang von einem feuchten zu einem trockenen Klima durchgemacht hat. Mit Hebungen von Theilen des Plateaus seien seine früher nach dem Meere offenen Flussthäler in geschlossene Becken umgewandelt worden, in welchen sich grosse Seen von brakischem oder salzigem Wasser ansammelten. Später habe sich der Regenfall und der Niederschlag aus der Atmosphäre vermindert und die Seen seien eingetrocknet und zu Wüsten geworden. Die Bildungen, welche heute den Wüstenboden erfüllen, werden demgemäss als Absätze aus jenen Seen betrachtet. In einer kleinen, dem Aufsatz im *Quarterly journal* beigegebenen Karte werden grosse Theile von Persien als solche alte Seebecken markirt.

Alle diese Vorgänge wurden als der jüngsten geologischen Zeit angehörig betrachtet.

Es kann uns nicht Wunder nehmen, wenn solche Ansichten über

¹⁾ Glücklicher in dieser Beziehung scheint der spanische Reisende Figueroa gewesen zu sein (*Don Garcias de Silva Figueroa Castiliano ambassade en Perse, traduit de l'espagnol par Wicqfort, Paris 1667, p. 57—59*). Er hörte in Tangotolan (nach Ritter, 8. Bd., p. 751, das heutige Tangh i Dolon) von einem Armenier die Geschichte von einer berühmten persischen Frau erzählen, die vor alten Zeiten, als noch Wasser das Innere Iran's bedeckte, einen Bergdurchschnitt gemacht haben soll, um dieses Meer ablaufen zu lassen. Diese Frau soll zur Zeit des Reisenden noch in ganz Persien ungemein verehrt worden sein. Mir scheint indessen, dass solche Märchen nicht recht zu Anhaltspunkten bei Lösung naturwissenschaftlicher Fragen benützt werden dürfen.

die Natur der Salzsteppen Griesebach (*Végétation du globe traduit par Tchihatcheff p. 675*) zum Theil unter speciellem Hinweis auf *Blanford* zu der Bemerkung führten, dass Steppen- und Wüstenpflanzen deshalb geologisch so wichtig seien, weil sie in Gegenden wüchsen, die das Meer erst in allerjüngster Zeit verlassen habe, und dass dieser Umstand einer so rasch erfolgten Ansiedelung einer ganz eigenartigen Flora gegen die Descendenz-Theorie sehr schwer in's Gewicht falle.

Die Anhänger der Descendenzlehre können sich aber Glück wünschen, wenn sie kein grösseres Hinderniss wegzuschaffen haben, als diesen Einwand *Griesebach's*, denn dieser Einwand fällt, wenn man die irrigen Voraussetzungen desselben beseitigt, und wenn man sich den *v. Richthofen'schen* Anschauungen über die Entstehung der Salzsteppen anschliesst. Ueberhaupt würde man sich ja den Wechsel zwischen Meeresgrund und Steppenboden nicht als einen urplötzlichen vorzustellen brauchen.

Es gibt gar keinen irgendwie stichhältigen Beweis dafür, dass die persischen Salzsteppen in geologisch jüngster Zeit vom Meere bedeckt gewesen seien. Die Anhänger dieser Meinung können sich eben nur auf den Salzgehalt des Bodens berufen, und fragen in der Regel nicht, ob denn dieser Salzgehalt nicht auf andere Weise dem Boden übermittelt sein kann. Die Beispiele jedoch, die wir von solchen Punkten kennen, wo sich das Meer sogar erst in historischer Zeit vom Lande zurückgezogen hat, zeigen uns, dass der Boden an solchen Stellen, die noch vor kaum 2000 Jahren vom Meere bedeckt waren, nicht die Spur eines auf Meeresrückstände zurückzuführenden Salzgehaltes besitzt. Ich sah wenigstens bei *Ephesus* in Klein-Asien, wo das Meer seit der Zeit des Apostels *Paulus* sich weit von der alten Küstenlinie zurückzog, nichts davon. Aehnliches gilt für die Gegend von *Ravenna*.

Seiner Zeit habe ich bereits betont (*Verhandl. R.-A. 1877, p. 66*), dass es in *Persien* einen scharfen Unterschied zwischen der Salzwüste und den übrigen, gewöhnlich nicht mehr mit diesem Namen belegten Theilen des iranischen Plateaus nicht gibt, insofern einmal die Senkung des Terrains östlich der Linie *Teheran-Kaschan* unter die Durchschnittshöhe des Plateaus eine sehr allmähliche ist, und insofern andererseits Salzausblühungen auch schon in den höher gelegenen Theilen des Plateaus angetroffen werden. Auch von einer absoluten Vegetationslosigkeit in der Salzwüste kann man kaum sprechen. Die meist nur im ersten Frühjahr grünenden und sonst verdorrt vereinzelt Krautbüschel, die in der persischen Landschaft, wie ein englischer Reisender (*Augustus Mounsey, a journey through the caucasus and the interior of Persia, London 1872, p. 25*) sich bezeichnend ausdrückt, nur dazu beitragen, die braune Farbe derselben noch brauner und ihre Oede noch öder erscheinen zu lassen, sind wohl noch seltener und stehen in noch weiteren Abständen von einander, als sonst, allein der Hauptunterschied zwischen der Wüste im eigentlichen Sinn des Wortes und den übrigen Theilen der persischen Landschaft südlich vom *Alburs* liegt nur darin, dass durch Zunahme des Salzgehaltes in jenen Depressionen, deren Bewohnbarkeit für den Menschen unmöglich wird, denn während einerseits ein geringer Salzgehalt der Fruchtbar-

keit des Bodens keinen Abbruch zu thun scheint, wie diess die bereits der Salzwüste sehr genäherte Ebene von Veramin beweist¹⁾, und während durch menschliche Thätigkeit Oasen in der Landschaft geschaffen werden können, so lange die einzelnen Plateautheile noch hoch genug liegen, um den künstlichen Irrigationscanälen der Perser einen Abfluss zu gestatten, und so eine partielle Entsalzung des Bodens herbeizuführen, so wird andererseits bei den tiefsten Stellen des Plateaus, die nach keiner Seite hin mehr Wasser abgeben können, eine Entsalzung natürlich unmöglich sein.

Die tiefsten Stellen der Salzwüste Persiens haben in keinem Fall mehr als 2000 Fuss Seehöhe, während die Durchschnittshöhe des Plateaus zu 4000 Fuss angenommen werden kann.

Würden nun Salzeflorescenzen für ehemalige Meeresbedeckung beweisend sein, dann müsste man sich consequenter Weise entschliessen, auch die höheren und höchstgelegenen Theile des Plateaus als diluvialen Meeresgrund anzusehen, denn solche Ausblühungen finden sich schon bei den Ruinen von Rei unweit Teheran in mehr als 3000 Fuss, und bei Isfahan in mehr als 4000 Fuss Seehöhe, ja sogar die etwa 6000 Fuss über dem Meere liegende Ebene von Sultanieh ist davon nicht frei. Endlich sind dieselben nicht allein auf die Hochebenen beschränkt, sondern bedecken stellenweise auch die Flanken der Gebirge. Das Meer oder die Salzseen würden also dann viel weiter verbreitet gewesen sein, als diess auf der Blanford'schen Karte angenommen wird. Es müsste das ganze persische Plateau in seiner vollen Ausdehnung und der bedeutenden Höhendifferenzen seiner Theile wegen vielleicht auch mit ungleicher Intensität vor Kurzem dem Meere entstiegen sein, und doch fehlen namentlich in den eigentlichen Wüstengebieten alle Absätze, welche die Spuren eines postpliocänen Meeres verrathen würden (nicht eine Muschel!), und ebenso wenig finden wir in der Tektonik des persischen Hochlandes einen Anhaltspunkt für solche gewaltige und eventuell ungleiche Niveau-Veränderungen jüngster Zeit.

Die Gebirge, welche heute dieses Hochland umgrenzen, waren nicht blos in der Diluvialperiode schon vorhanden, sondern zum Theil sogar schon in der älteren Tertiärperiode und noch früher markirt. Sicher ist, dass der Albus schon zur Zeit der Ablagerung des persischen Steinsalzes in der miocänen, vielleicht sogar oligocänen Periode einen Grenzwall zwischen dem caspischen Meere und den Landschaften des heutigen Plateaus gebildet hat, was hier näher auszuführen mich allerdings zu weit führen würde.

Also an einen Zusammenhang der heutigen Plateaugebiete mit dem diluvialen Meere ist nicht zu denken.

Blanford meint allerdings (l. c. p. 501), die Erhebung der süd-

¹⁾ Ueber die Anwendung des Salzes als Dünger sind nach dem journal of horticulture von Peligot verschiedene Versuche gemacht worden, welche z. B. ergaben, dass bei Cerealien das Salz die Halme stärkt und auch auf die Ergiebigkeit der Aehren wirkt. In den Niederlanden, wo die Erbsencultur so ausgedehnt ist, gilt die Anwendung von Salz für diese Cultur gewissermassen als unumgänglich nothwendig (Hannover'sches Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1874, p. 354). Im Allgemeinen ist freilich die Anwesenheit von Natronsalzen im Boden mehr schädlich als nützlich. Auch für die Flachsfelder soll übrigens Kochsalzdüngung zu empfehlen sein (Steirischer Landbote 1874, p. 30).

persischen Gebirge könne wohl nicht in alte Epochen hinaufreichen, weil dort Ketten von 10,000 Fuss Höhe aus Nummulitengesteinen bestünden, und weil die Gyps führenden Schichten, welche jünger als die Nummulitenbildung seien, in einer Höhe von 7000 Fuss über dem Meere und die sogenannten, wahrscheinlich pliocänen Makrán-Bildungen beinahe dieselbe Höhe erreichten; allein das beweist doch noch nicht, dass zur diluvialen Periode eine offene Communication der heutigen persischen Hochthäler mit dem Meere statthatte.

Wenn Blanford seiner Annahme von ehemals mit Abfluss begabten, später abflusslos und brakisch gewordenen grossen Süsswasserseen Eingang verschaffen wollte, dann müsste doch ebenfalls erst gezeigt werden, wo dieser Abfluss statthaben konnte. Die betreffende Lücke der persischen Gebirgsumwallung ist aber noch nicht gefunden, so wenig wie die Spuren der alten Wasserläufe, in welchen der Abfluss stattgehabt hätte. Der einzige Fluss, welcher heute die nördliche Gebirgsumwallung Persiens durchbricht, ist der Sefid rud (Kysil Usen). Nun aber liegt das Wassergebiet dieses Flusses dort, wo es noch dem Plateau angehört, selbst in seinem Thallaufe durchschnittlich um einige tausend Fuss höher als die Depressionen der nordostpersischen Salzwüste, und wird ausserdem durch den relativ zwar niedrigen, aber doch an 5000 Fuss absoluter Meereshöhe erreichenden querstreichenden Gebirgsriegel westlich Kaswin von den östlichen Theilen des Plateaus getrennt.

Ueberdiess fehlen dem persischen Plateau gerade so wie die betreffenden marinen Ablagerungen auch die diluvialen Süss- oder Brackwasser-Absätze, welche sich doch finden müssten, wenn Blanford's Meinung die richtige wäre. Die angetroffenen Bildungen sind vielmehr subaërischen Ursprungs. Nicht genug kann betont werden, dass das persische Plateau kein Plateau im tektonischen Sinne des Wortes ist, etwa wie das Plateau der Rauhen Alp in Württemberg oder gewisse Tafelländer des südlichen Afrika, sondern dass das Material jener Hochebenen ein Ausfüllungsmaterial ist.

Das persische Hochland wird von mehreren mehr oder minder ostwestlich streichenden Hügelketten oder Gebirgen durchzogen, welche stellenweise auch durch quer gestellte Bodenanschwellungen miteinander verbunden sind. Die Zwischenräume dieser Ketten stellen weite, oft sehr regelmässig sich abdachende, gegen die Mitte flacher werdende Mulden vor, welche von einem der Quarternärzeit angehörigen Material erfüllt sind. Dieses Material bewirkt die Ausgleichung der Oberfläche und den Plateaucharakter. Es besteht gegen die Gebirge zu aus größerem Gebirgsschutt, weiter abwärts ist es mehr erdiger Beschaffenheit, enthält aber immer noch kleinere kantige Fragmente von Gebirgsschutt beigemengt, und wird endlich in der Muldenmitte ein bald mehr sandiges, bald mehr lehmiges Terrain, das in den meisten Fällen eine lössartige Bildung vorstellt. „Wasser hat,“ wie ich mich schon in jenem Vortrage (Verh. 1877, p. 66) ausdrückte, „einen nur geringen Antheil an der Bildung und Ablagerung dieser Massen gehabt, welche die Zwischenräume zwischen den parallelen Gebirgsketten ausfüllen.“

Die geringe Rolle, welche Flüsse im persischen Hochplateau spielen, fällt jedem Reisenden auf, dies hebt Blanford selbst hervor. Es

gibt weite Zwischenräume zwischen einzelnen Gebirgsketten, welche gar kein Flussbett, nicht einmal ein trockenes aufweisen. Wenn man also beim europäischen Löss insofern viel eher an Flussabsätze denken konnte, als man wenigstens Flüsse zur Disposition hatte, so fällt das in Persien von selbst fort.

Die aus den Gebirgen tretenden Bäche verschwinden meist nach kurzem Laufe, einige wenige grössere Wasseradern abgerechnet, und ausserdem trägt die uralte, durch die Nothwendigkeit dictirte Sitte der Bevölkerung das aus den Gebirgen kommende Wasser in ein verzweigtes System von Wasserleitungen zu vertheilen, noch mehr zu dem Verschwinden der Flüsse bei.

Stellenweise kommt dabei die Natur der Thätigkeit des Menschen direct zu Hilfe. So zeigt der Südrand des Albusgebirges unmittelbar an den Punkten, wo etwas grössere Flüsse aus dem Gebirge hervor- und in die Hochebene treten, eine eigenthümliche Erscheinung, nämlich die deltaartige Vertheilung dieser Flüsse in zahlreiche Arme. Gute Beispiele hierfür sind der Keretschfluss bei Suleimanieh, der Dschedscherud, und in grossartigem Massstabe der von Firuskuh kommende Hablerud zwischen Kischlak und Aradan, östlich der sog. caspischen Thore, endlich auch der Delitschai.

Diese Flüsse bewegen sich bei ihrem Austritt nach dem Plateau keineswegs, wie viele unserer Gebirgsflüsse, in einer beiderseits von Diluvialterrassen umgebenen Thalfurche weiter, sondern sie bilden plötzlich ein breites Schotterterrain, einer sehr flach geneigten Schutthalde ähnlich, über welches dann die einzelnen, sich gleich anfangs theilenden Flussarme hinweglaufen, meist ohne sich sehr tief einzuschneiden.

Beiläufig bemerkt, sah ich am Südrande des östlichen Kaukasus ein ganz ähnliches Verhalten mancher Flüsse, so an dem Flusse, den man westlich Schuhmacha zwischen Achson und Kululi passirt, dann am Goktschai, an dem Flusse östlich der Poststation Kach, dem Flusse zwischen Gulluk und Sakatale, und namentlich an dem Flusse von Sakatale selbst.

So erklärt es sich auch aus all dem Erwähnten, dass die persischen Lössplateaus nur wenig von Einschnitten durchzogen sind, so dass die natürlichen verticalen Aufschlüsse in diesem Terrain der Zahl nach sehr beschränkt sind. Horizontal auf der Oberfläche allerdings ist bei der Kahlheit und Nacktheit des Landes der Wechsel der Bodenarten nach den Gebirgen zu sehr genau zu verfolgen.

v. Richthofen (l. c. p. 78) hat die Oberflächenform der flachen, von Kamm zu Kamm sich ausdehnenden abflusslosen Lössmulden der Mongolei dadurch charakterisirt, dass er die Form des Querschnittes der Oberfläche mit einem schlaff zwischen zwei Punkten gespannten Seile vergleicht. Dasselbe Verhältniss findet man in Persien wieder. Gerade diese äussere Form der Ablagerung aber ist es, welche an sich schon den Gedanken, dass wir einen Meeresboden vor uns hätten, ausschliesst.

So drängt uns Alles den lössartigen Bildungen Persiens denselben Ursprung zuzusprechen, wie denen China's. Auch hier spielen Sandstürme eine solche Rolle, dass es dem Geologen sozusagen leichter

wird, an den Absatz fester Theilchen aus der Atmosphäre zu glauben, als in Europa. Der Himmel wird von diesen Sandstürmen oft derart verfinstert, dass man, am Fuss eines Gebirges befindlich, dieses letztere kaum mehr wahrnimmt. Die feinen Staubtheile dringen in solchen Fällen sogar in geschlossene Räume, in die Zimmer der Häuser ein, alle Gegenstände mit einer dickeren oder dünneren Staubschicht bedeckend.

Ich erinnere ausserdem an die zahlreichen oft riesigen Sandhosen, welche selbst bei ziemlich ruhiger Atmosphäre allenthalben in den persischen Steppen entstehen und in langsam fortschreitender Bewegung über dieselben hinwegziehen, um endlich beim Verschwinden ihr Sand- und Staumaterial abzusetzen. Wer in Persien reist, wird nicht selten die eigenthümliche Erscheinung wahrnehmen, dass entferntere Gebirge an ihrem Fuss von einem breiten weisslichen, nebelartigen Streifen eingesäumt sind, welcher oft das Gebirge von der vorliegenden Ebene zu trennen scheint, so dass man glauben könnte, die Gebirgsketten stünden in der Luft. Diese Erscheinung ist nicht mit der sonst auch in jenen Gegenden vorkommenden Luftspiegelung zu verwechseln. Es ist der sog. trockene Nebel (*brouillard sec*), welcher durch zahlreiche feine, in der Luft suspendirte Staubtheilchen gebildet wird. Der Analogie wegen hoch interessant ist es in A. v. Humboldt's Reise in die Aequinoctialgegenden (deutsch von Hauff, 2. Bd., p. 258) zu lesen, was der grosse Forscher über ein ähnliches Phänomen in den ebenen Steppen von Caracas berichtet. „Die Luft war rein und der Himmel tief blau, aber den Horizont säumte ein blasser gelblicher Schein, der ohne Zweifel von der Menge des in der Luft schwebenden Sandes herrührte.“ Pottinger (*trav. in Beloochistan and Sinde*, London 1816, p. 132) beobachtete in den Sandwüsten Beludschistans, dass besonders um die Mittagszeit sich ein dichter Sandnebel auf der erhitzten Wüstenfläche erhob, der eine auf- und absteigende Bewegung zeigte. Der Atmosphäre sind in solchen Gegenden also beständig feste Theilchen beigemengt, die im gegebenen Falle zum Absatz gelangen können.

Nirgends kann man sich dem Eindruck verschliessen, dass der gröbere, der feinere Gebirgsschutt und der Löss, welche Bildungen die Plateautheile zwischen den Gebirgszügen ausfüllen, sich gegenseitig vertreten, dass es verschiedene, in einander übergehende Facies einer und derselben Epoche sind, und zwar einer Epoche, die bis in die Gegenwart fort dauert.

Die Zerstörung der älteren Gebirge und die Zerlegung ihrer Gesteinsschichten in Gebirgsschutt schreitet auch in einem so trockenen Klima, wie dasjenige Persiens ist, beständig fort. Die Gebirge sind an ihrem Fuss von riesigen Schutthalden umsäumt, ja an manchen Punkten, obschon dieser Fall zu den selteneren gehört, erblickt man anstatt der vorstehenden Felsmassen bis an den Kamm hinauf ausschliesslich Zerstörungsproducte, so dass das Gebirge in seinen eigenen Schutt eingehüllt erscheint. Ein deutliches Beispiel hierfür bietet uns die östliche Verlängerung des Schemirangebirges bei Teheran, welche man im sog. Kotel-Kutschik (kleinen Pass) überschreitet, um in's obere Dschedscherud-Gebiet zu gelangen, und in ähnlicher Weise ist wohl auch eine Beobachtung Filippi's (*note di un viaggio in Persia*,

(Milano 1865, p. 255) hierher zu beziehen, welcher auf seiner Reise nach dem Demavend hinter Afdscheh auf die Höhe eines riesigen Bergrückens gelangte, die ganz aus unzusammenhängenden und bunt durcheinander gemischten Schuttelelementen bestand. Auch an andern Stellen will Filippi ähnliche Trümmerbildungen angetroffen haben, von denen er ausdrücklich hervorhebt, dass sie mit Eiszeit Spuren nichts zu thun haben. Wie sollten solche Detritusmassen, welche sich nirgends an ihrer oberen Grenze an alte Uferlinien binden, sondern stets von den betreffenden Gebirgsketten abhängig erscheinen, mit Seebecken in Zusammenhang gebracht werden?

Das hat Blanford selbst nicht gethan. Die Massen von Gebirgsschutt am Rande der Gebirge einerseits und der breiten Hochthäler des Plateaus andererseits wurden von ihm sehr wohl beobachtet. Er beschreibt eine Stelle am Wege von Bam nach Kerman, wo der Weg zwischen Ragyin und Mohun auf einen 9000 Fuss hohen Pass führt. Aufstieg und Abstieg sind dort sehr allmählig, da das Terrain daselbst aus Schutt und Thon besteht, während zu beiden Seiten des Passes Ketten von Kalkstein und andern Felsarten aufsteigen. Der englische Geologe war nun geneigt, diesen Randbildungen von Schutt eine andere Entstehung zuzuschreiben, als den Ausfüllungen der Mitte der Depressionen. In dem berührten Falle dachte er an Gletscherwirkungen, in den meisten Fällen (l. c. p. 498) scheint er jedoch anzunehmen, dass durch Verwitterung (by chemical agency or the action of frost) an den Flanken der Berge sich Gesteinsbrocken ablösen, welche aber nur so weit nach der Mitte der Becken transportirt würden, als die Neigung der Gehänge noch steil genug sei, diess zu ermöglichen. Auf diese Weise bildeten dann diese Schuttmassen randliche Zonen, während die Mitten der Becken als von Seeabsätzen ausgefüllt gedacht wurden.

Gerade diese Bildungen in der Mitte der Depressionen (d. h. die persischen Lössbildungen) lassen sich aber in ihrer Betrachtung von den Randbildungen gar nicht trennen, und nimmt man, wie diess Blanford schliesslich doch im Ganzen für den Detritus am Rande der Depressionen thut, eine subaërische Entstehungsweise für die einen an, so muss man sie auch für die andern gelten lassen.

Die Regelmässigkeit, mit der so viele, namentlich niedrigere, Gebirgszüge des Plateaus¹⁾ mit sanft geneigten Schutthalden nach beiden Seiten abfallen, ist in der That für jene Gegenden eine bezeichnende Erscheinung. Der landschaftliche Charakter solcher Gebirgsabhänge, welche nur wenig durch Buckel oder Unebenheiten unterbrochene schiefe Ebenen mit nach abwärts flacher werdendem Fallwinkel bilden, lässt sich allerdings mit Worten kaum genügend beschreiben, muss

¹⁾ Von diesen niedrigeren Höhenzügen ist namentlich der von Kenarigird oder der Hügelzug von Pulidalek ein gutes Beispiel. Bei andern Gebirgen, wie am Südadhange des Schemiran bei Teheran, wird die Regelmässigkeit der Schutthalden durch zahlreiche Erosionsfurchen gestört. Der Schemiran ist jedoch einer der höchsten Kämme Persiens, welcher einen grossen Theil des Jahres hindurch Schnee trägt. Es ist natürlich, dass beim Schmelzen der Schneemassen sich solche Erosionsfurchen bilden.

aber jedem aufmerksamen Reisenden sofort auffallen. Man möchte den Zustand dieser Gebirge mit einem langsamen, allseitigen, gleichmäßigen Auseinanderfließen vergleichen.

Dieser Vergleich ist nicht so unzulässig, wie er auf den ersten Blick scheinen könnte. Wenn man zugestehen muss, „dass keine Felsart der gesammten Erdoberfläche absolut starr sei“ (Suess, Entstehung der Alpen, p. 65), wie uns das allenthalben die oft bis in den kleinsten Massstab durchgeführten Faltungen von Schichten beweisen, dann wird für eine aus losen, unverbundenen Elementen zusammengesetzte Masse, wie es der Gebirgsschutt ist, erst recht eine gewisse Nachgiebigkeit gegen solche continuirlich wirkende Kräfte, die eine andere Vertheilung dieser Masse anstreben, zu erwarten sein. Die leichte Verschiebbarkeit der Molecüle einer Substanz bewirkt den Aggregatzustand, den wir den flüssigen nennen. In einem Schuttterrain aber stellen die einzelnen Gesteinsstückchen desselben die gegenseitig leicht verschiebbaren Elemente der Masse vor. Eine solche Bildung wird sich tiefer gelegenen Stellen der Oberfläche gegenüber in einem langsam zähflüssigen Zustande erhalten, ähnlich, wenn der Vergleich nicht etwas hinkt, wie sich die an sich starren Eismassen der Gletscher in einer langsam fließenden Bewegung befinden. Theodor Fuchs (Ueber eigenthümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und über eine selbstständige Bewegung loser Terrainmassen, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1872, p. 310) kam zu der Ueberzeugung, „dass es in der Natur eine bisher entweder vollständig übersehene, oder doch lange nicht in ihrer vollen Wichtigkeit gewürdigte, einzig und allein durch die Schwerkraft bedingte selbstständige Bewegung loser Terrainmassen gebe, die bald mehr rollend, bald mehr gleitend nur mit dem Fließen eines Schlammstromes oder der Bewegung eines Gletschers verglichen werden könne.“

Gegen die Mitte nun solcher Depressionen, wie die in Rede stehenden, deren Ränder mehr von gröberem Schuttmaterial eingenommen werden, erscheint, wie schon hervorgehoben, der Löss, welcher das letzte Zerstörungsproduct der Gebirge abgibt, und dessen Oberfläche hauptsächlich der Ort für die zahlreichen Salzefflorescenzen der Salzwüste ist, abgesehen von den Stellen, wo eine leicht bewegliche Flugsandbildung mit ihren Dünen der Gegend mehr den Charakter einer ächten Wüste aufdrückt, wie beispielsweise an gewissen Stellen zwischen Veramin und dem Siakuh. Nur nebenbei sei hier des Umstandes gedacht, dass man in solchen Dünen häufig wirkliche Schichtung bemerkt, welche dem Löss zu fehlen scheint.

An den tiefsten Stellen solcher Wüstenbecken bildet sich nun auch wohl unter günstigen Umständen, wenn ein Fluss seinen Weg bis dorthin findet, ein in seinem Wasserstande je nach den Jahreszeiten sehr veränderlicher See, dessen Ränder während der heissen Zeit von einem schlammigen, mit dicken Salzkrusten bedeckten Boden umsäumt sind, wie der See, den ich südlich von Siakuh bemerkte, hierfür ein Beispiel ist, während an manchen Punkten die tiefsten Stellen der Depressionen höchstens von einem kothigen Terrain mit einigen Salztümpeln markirt werden, denn die Flüsse gelangen, wie oben dargelegt,

selten mit nennenswerther Wassermenge bis zu den Tiefen der Depressionen.

Die Feuchtigkeit oder das Wasser in den Depressions-Tiefen ist deshalb häufig nur Sickerwasser. Dass solches Sickerwasser in der That vorhanden, beweisen verschiedene Brunnengrabungen.

Der ganze, aus der Umgebung den Depressionen zugeführte Salzgehalt, dessen Herkunft wir später besprechen werden, muss denselben, sofern sie abflusslos sind, verbleiben, und da das Salz nicht bloss rein mechanisch zusammen mit den andern Bodenbestandtheilen von den Gebirgen nach den Plateautiefen transportirt wird, sondern namentlich im Winter, wenn der Boden durch Regengüsse, bezüglich Schneefälle erweicht wird, in Lösung übergeht, und dann besonders von den Sickerwässern stets nach den tieferen Stellen geführt wird, also schliesslich rascher seinem letzten Bestimmungsort zueilt, als die erdigen, nur mechanisch fortbewegten Bodentheile, so ergibt sich die zunehmende Versalzung der Depressionen des persischen Plateaus von selbst.

Diejenigen Efflorescenzen, welche sich noch ausserhalb der tiefst gelegenen Stellen der Plateaumulden beobachten lassen, bezeichnen gewissermassen die Zwischentappen der von den Gebirgsrändern beständig nachrückenden Salze, welche erst in den tiefsten Depressionen am Ziel ihrer Wanderung anlangen.

Das Hervortreten des Salzes an der Oberfläche ist bei einem porösen Boden dann einfach Folge einer Capillaraction.

Ist also einmal die Configuration geschlossener Terrainbecken gegeben, und ist in der Umgebung der letzteren Salz in irgend welcher Form vorhanden, dann hat man in keiner Weise nöthig, von Meeresarmen oder plötzlich abgesperrten Seen zu reden, dann hat man auch nicht nöthig, wie es Blanford that, grosse climatische Wechsel für jene Gegenden anzunehmen.

Die Mächtigkeit des persischen Steppenlöss kann keine geringe sein, wenn man die Breite der Thaldepressionen, in welchen er auftritt, sowie den Neigungswinkel der Gebirgsabhänge gegen diese Thäler in Betracht zieht. Nun lässt aber die Anwesenheit mächtiger Lössabsätze, nach den Ausführungen v. Richthofen's zu urtheilen, viel eher auf ein trockenes, als auf ein feuchtes Klima für die Epoche von deren Bildung schliessen. Für Deutschland scheinen die Untersuchungen Nehring's (siehe Nature, Nummer vom 5. Juli 1877, p. 195), der bei Westeregeln eine ausgesprochene Steppenfauna auffand, einen neuen Beweis dafür zu liefern, dass zwischen der Eiszeit und der Jetztzeit in welche Zwischenperiode der Schwerpunkt der dortigen Lössbildung fällt, ein Steppenclima bestand. Aus der Natur der Beckenausfüllungen selbst wird man also in Persien auf die lange Dauer eines dem jetzigen ähnlichen Klimas in der Diluvialzeit schliessen dürfen.

Gemäss den Erzählungen alter Schriftsteller, meint Blanford (l. c. p. 500), sei es höchst wahrscheinlich, dass die Bevölkerung Persiens vor 2000 Jahren bedeutend grösser war als heute, und dass es damals mehr cultivirten Boden gab als gegenwärtig. Die Gegend sei also fruchtbarer gewesen, wohl in Folge von grösseren Regenniederschlägen. Auch der Ausrottung der Wälder könne ein Antheil an der

zunehmenden Verschlechterung des Bodens zugeschrieben werden. Ueberhaupt habe wohl im Allgemeinen in Central-Asien ein climatischer Wechsel stattgefunden seit der Zeit, als die grosse Ebene nördlich Persien unter Wasser war, als das schwarze, das caspische Meer und der Aralsee vereinigt waren, und als, wie Loftus gezeigt hat, die Ebenen von Mesopotamien zum persischen Golf gehörten.

Ich lasse hier vorläufig die Discussion der Frage bei Seite, was die grössere Verbreitung von Meeren in der Umgebung Persiens für Folgen in dessen Clima hätte haben können, obwohl wir heute wissen, dass selbst die unmittelbare Nähe des Meeres allein nicht ausreicht, aus einem trockenen Clima ein feuchtes zu machen, oder ein steriles Land in fruchtbaren Boden zu verwandeln (Beweis die kahle Ostküste des Caspisees, welche nach Wojekoff (Die atmosphärische Circulation, p. 26) zu den fast das ganze Jahr regenlosen Gebieten gehört, und das nördliche Afrika); ich beschränke mich, dabei zur thatsächlichen Berichtigung auf den Umstand hinzuweisen, dass der einstige Zusammenhang des caspischen Meeres zur Diluvialzeit mit dem schwarzen überhaupt eine unerwiesene Hypothese ist, deren Widerlegung wir bereits G. Bischoff (Chem.-phys. Geologie, II. Bd., p. 1539) verdanken, und die dann neuerdings auch von Neumayr dahin erläutert wurde, dass die Trennung des pontischen vom aralocaspischen Gebiete schon in der Miocänzeit erfolgte (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1875, p. 32). Hingegen möchte ich auf die von Blandford ausgesprochene Vermuthung mit einigen Worten zurückkommen, dass die Abnahme der atmosphärischen Niederschläge, verbunden mit der Entwaldung, vielleicht schon seit historischer Zeit zur Veränderung des persischen Climas und der weiteren Eintrocknung der supponirten Wasserbecken beigetragen haben könne.

Man hört auch sonst häufig die Meinung äussern, ein Volk, das im Alterthum so grosse Thaten vollbracht, wie das persische, müsse auch in besseren, der Cultur zugänglicheren climatischen Verhältnissen gelebt haben, und es ist eigenthümlich, wie schnell man immer bei der Hand ist, von den üblen Folgen der Entwaldung zu reden, die den Verfall des Landes zu einer Steppen- und Wüsten-Landschaft vermittelt habe.

C. Fraas (Clima und Pflanzenwelt in der Zeit, ein Beitrag zur Geschichte beider, Landshut 1847) meinte von den alten Culturländern, Persien, Klein-Asien, Syrien, Griechenland, Egypten, sie seien von der Civilisation ausgebeutet, ihr Clima sei in Folge dessen verändert worden. Die gewaltige Woge der Civilisation, die sich von Osten nach dem Westen wälzte, habe eine Oede hinter sich gelassen, aus der keine Frucht der Natur und Humanität zur Reife gelangen könne. Mit der Verwüstung, insbesondere der Wälder, sei Trockenheit und Dürre und eine totale Veränderung der Vegetations-Verhältnisse eingetreten.

Ich rede hier nicht von Klein-Asien und Griechenland, wo sich an gewissen Stellen noch heute sehr schöne Waldungen befinden, trotz der beständigen Waldverwüstungen, welche daselbst seit den ältesten Zeiten bis auf heute stattgefunden haben und stattfinden. Und doch hat Fr. Unger (Wiss. Ergebnisse einer Reise in Griechenland, Wien

1862, p. 196) an vielen Beispielen nachgewiesen, dass „Griechenland schon ursprünglich ein wasserarmes Land war und sein Clima bis jetzt sich darin nicht wesentlich veränderte.“ In Egypten, dessen höherer Culturgrad in der Vergangenheit ja zweifellos ist, mussten, wie wir in der Bibel lesen, die Juden Stroh zum Ziegelbrennen benützen, woraus ein früherer Waldreichthum dieses Landes nicht eben hervorgeht.

Für Persien dürfte es noch etwas schwerer sein, aus zuverlässigen historischen Quellen nachzuweisen, dass die kahlen Gebirgsketten, die öden Hochebenen, die wir dort einen grossen Theil des Landes einnehmen sehen, jemals in historischer Zeit wesentlich anders ausgesehen hätten als jetzt.

C. Ritter (Erdkunde, 9. Bd., p. 84) hat zwar gemeint, dass es einst am Elwend bei Hamadan Cedern- und Cypressen-Waldungen gegeben habe, deren Holz zu dem Prachtbau des von Polybius beschriebenen Palastes von Ekbatana verwendet werden konnte.

Nun, der Elwend ist auch heute noch so wasserreich, dass man sich mit einem solchen Gedanken allenfalls befreunden kann; aber es darf nicht übersehen werden, dass die Gegend bei Hamadan und gegen Kurdistan zu, dessen Gebirge auch heute noch mit Wäldern oder Gebüschen geziert sind, zu einem climatisch von den übrigen Theilen des persischen Hochlandes verschiedenen, zum Theil kühleren Landstrich gehört, wie aus den Berichten verschiedener Reisender, unter Anderen auch des abenteuerlichen Honigberger hervorgeht, der Persien von dieser Seite betrat und dort den Eindruck eines unfreundlichen, kalten Landes empfing.

Abgesehen aber von solchen Einzelheiten beweist schon das von Polybius (X, 28, 3) erwähnte eigenthümliche Gesetz über die Benützung der Aquäducte und die Bewässerung der Aecker, welches bei den alten Persern bestand, dass solche Wasserleitungen und solche Bewässerungen der Aecker sich schon im Alterthum als ebenso nothwendig erwiesen haben, als heute, wo dort keine menschliche Ansiedlung ohne dieselben bestehen kann. Während aber bei den alten Persern solche Wasserleitungen gewissermassen prämiirt wurden, scheut sich heute jeder Bauer in Persien mehr zu thun, als für sein unmittelbares Bedürfniss nöthig scheint, da Niemand gern für Andere arbeitet. Auch spricht Polybius (siehe Ritter l. c. p. 467) bei Erwähnung des alten Hekatompylon (Gegend des heutigen Damghan), wo Alexander der Grosse bei seinem Zuge nach Indien einige Zeit weilte, direct von dem Wassermangel jener Gegend, welcher die Bewegungen einer Armee ausserordentlich erschwere, ein Verhältniss, wie es heute noch für Persien gilt, und sehr zutreffend durch den Ausspruch des preussischen Reisenden, Baron v. Thielemann, illustriert wurde, Persien mit einer Armee zu erobern, sei unmöglich, mit einem Regiment schwer, mit einem Bataillon sehr leicht.

Man kann sich hier wohl auch auf einen Ausspruch des Königs Cyrus (siehe Herodot, Ende des 5. Buches) berufen. Dieser König sagte den Persern, die ihn bereden wollten, den Schwerpunkt seiner Macht nach reicheren und fruchtbareren Ländern zu verlegen, es sei besser, in einem armen Vaterlande, als in Ländern zu leben, durch deren Ueberfluss die Bevölkerung verweichlicht und unkriegerisch

werde. Diess sieht nicht darnach aus, als ob Persien damals ein von der Natur sehr begünstigtes Land gewesen wäre.

Wenn man jetzt altpersische Ruinen, z. B. die von Persepolis, in verödeter Gegend findet, so geht daraus nicht hervor, dass die natürlichen Bedingungen jener Gegend einst besser gewesen sind. In einer von Natur aus ungünstigeren Lage, als das heutige Teheran, ist nicht leicht eine grössere Stadt angelegt worden. Die Existenz-Möglichkeit in einer solchen Stadt ist eine künstlich geschaffene. Das war sie auch für die Orte altpersischer Pracht und Herrlichkeit.

Jemand hat auch vor wenigen Jahren in der Monatsschrift für den Orient (Wien 1874) die sonderbare Ansicht ausgesprochen, dass gewisse Aschenhügel, die man in Persien antreffe, den Beweis für ehemalige Waldbestände in diesem Lande liefern. Ernsthaft ist so etwas kaum zu nehmen. Wer würde sich die Mühe geben, und welchen Zweck hätte es, die Asche etwaiger Waldbrände auf einen Haufen zusammenzukehren. Ich selbst habe Hügel, die ausschliesslich aus Asche bestünden, in Persien nicht beobachtet. Es kommen dergleichen aber, wie es scheint, in gewissen Theilen des Landes wirklich vor. Für diese sind die Mittheilungen Blau's (Petermann's geograph. Mitth. 1863, p. 202) über dessen Reise in die Gegend des Urmiasees sehr lehrreich. Hinter Jawschanly sah dieser Reisende die Ruinen eines ganzen Dorfes und in dessen Ecken vier Aschenhaufen. „Wie solche Aschenhügel,“ fährt Blau fort, „deren besonders häufiges Vorkommen in diesen Theilen Aserbeidschans die Tradition, und manche gelehrte Reisende veranlasst hat, in ihnen Reste der Zoroastrischen Feuerverahrung zu erkennen, noch in neuerer Zeit entstehen, hatte ich bei dem nächsten Dorfe Hamzakend zu beobachten Gelegenheit. In den winterlichen Wohnhütten der Dörfler wird ein Loch in die Erde gegraben und 4—5 Fuss tief mit Scheiben getrockneten Mistes gefüllt, der einzigen Feuerung, die man heutzutage hier kennt. Im Frühjahr oder jedesmal, wenn sich zu viel Asche gesammelt hat, räumt man diese Oefen aus und schafft die Asche auf einen abgesonderten Platz ausserhalb der Dorfschaften. Durch fortgesetztes Wachsen während langer Jahrhunderte haben einzelne solcher Hügel einen bedeutenden Umfang erreicht. Sie sind so gewissermassen die sprechendsten Zeugen für das höhere oder geringere Alter einer Ortschaft und deren jeweilige Grösse.“

Die Existenz solcher Hügel wäre also sogar ein directer Beweis für die seit längerer Zeit bestehende Holzarmuth der betreffenden Gegend, denn wenn die Bewohner derselben genöthigt sind, im Mist ein Ersatzmaterial für Holz zu suchen, so muss es mit der Reichlichkeit des letzteren schlecht bestellt sein.

Ich erlaube mir, bei dieser Gelegenheit auf ein Analogon zu jenen Aschenanhäufungen im Gebiete der österreichischen Monarchie hinzuweisen. In der Bukowina habe ich in Dörfern der waldarmen Partien am Dniestr die Sitte gefunden, mit getrocknetem Kuhmist zu feuern, die Asche sodann aber auf einen dem ganzen Dorfe für diesen Zweck gemeinsamen Platz zu werfen. Auf diese Weise entstehen dort kleine Aschenhügel, welche, wenn diese Sitte einige Jahrhunderte hindurch fort dauert, ganz respectable Dimensionen annehmen müssen.

Ich bin natürlich weit davon entfernt, mit allen diesen Ausführungen beweisen zu wollen, dass überhaupt in historischer Zeit kein Rückschritt in der Cultur Persiens erfolgt sei. Mit Recht aber bezeichnet es C. Ritter (Erdkunde 9, p. 33) als lächerliche Uebertreibung, wenn der Dichter Nizami von der Zeit der Blüthe der Sassaniden (4. Jahrh.) sagt, es hätten damals von Isfahan bis Rei die Häuser in dicht gedrängten Reihen gestanden. Auch in Bezug auf andere orientalische Quellen, welche im Preisen gewisser Länder voll überschwänglichen Lobes sind, wird man Vorsicht anwenden müssen. Milch und Honig fliessen nicht überall reichlich, und Phantasie ist eines der besten Erbtheile aller Orientalen. Aerger kann man z. B. der Wahrheit nicht in's Gesicht schlagen, als mit dem noch heut in Persien üblichen Sprichwort, in Iran könne man keinen Schritt thun, ohne eine Blume zu zertreten, wo doch das vielgerühmte Land der Rosen sich als ein wahres Muster der Vegetationsarmuth und Verödung präsentirt. Wohl sind die Zeichen des Verfalls in Persien unbestreitbar, aber dieser Verfall hat ganz andere Ursachen, als climatische Veränderungen, und wenn auch früher einige Procent der Arealen in Persien mehr cultivirt waren, als heute, so spricht das höchstens für eine grössere Arbeitsamkeit und eine bessere Verwaltung in jenen Zeiten, aber das beweist noch immer nicht, dass das Land damals von Wäldern oder Süswasserseen bedeckt war.

Nehmen wir noch hinzu, dass auch die ältesten persischen Sagen (siehe Ritter 8, p. 418) den Gegensatz zu kennen scheinen, welcher auch heute noch in aller Schärfe zwischen den feuchten Küstenstrichen am caspischen Meere und dem persischen Hochlande besteht, indem sie von den bösen Geistern (div's) sprechen, welche in Masenderan gegen Ormuzd aufstanden und selbst das Licht der Sonne bekämpften (eine Anspielung auf die dort selten wie sonst in Persien wolkenlose Atmosphäre), dann dürfen wir glauben, dass seit Menschengedenken kaum ein erheblicher Wechsel in der Natur des Landes eingetreten ist.

Diese waldigen Küstenstriche am caspischen Meere, aus welchem Nadir Schah einst Holz zum Schiffbau bis Buschir bringen liess, weil es eben im ganzen übrigen Persien keines hatte, sind das Hyrkanien der Alten. Strabo (11. 7. Cap. 2) setzt auseinander, weshalb diess Land zu keiner seinem Naturreichthum angemessenen Geltung komme, denn alles Nachbarland (*καὶ ἡ γειτῶν ἅπανα χώρα ληστῶν καὶ νομάδων μεστὴ καὶ ἐρημικῆς*) sei voll von Räubern, Wanderhirten und Wüsteneien. Das verhält sich auch heute nicht viel anders.

Ich weiss nun wohl, dass historische Zeitläufte gegenüber geologischen Vorgängen wenig zu bedeuten haben, aber es handelt sich hier gerade um geologische Vorgänge der quaternären Epoche, und da mag die Berücksichtigung der angeführten Daten immerhin entschuldigt werden, umsomehr, als auch Blanford selbst von den Veränderungen seit historischen Zeiten gesprochen hat.

Denen übrigens, die vom Eintrocknen früher grösser gewesener Seen in Persien reden, lässt sich sogar ein Fall entgegenhalten, der uns zeigt, dass in historischer Zeit daselbst möglicherweise ein See neu entstanden ist oder sich vergrössert hat. Ich meine den Bakh-

tegan-See, welchen, wie Ritter (l. c. 8. Bd., p. 766) hervorhebt, weder Strabo noch Curtius kennen, obschon diesen Autoren die übrige Topographie des betreffenden Theiles von Persien sehr gut bekannt war. Doch lege ich hierauf kein grosses Gewicht.

Wollte man die Frage, ob in Persien in der Quartärepoche ein climatischer Wechsel von Bedeutung stattgefunden habe, in aller Consequenz weiter verfolgen, dann müsste man auch discutiren, ob es dort eine Eiszeit gegeben habe oder nicht. Was Blanford von Spuren der Eiszeit in Südpersien gesagt hat, wird von ihm selbst nur als blosser Vermuthung hingestellt. Für Nord-Persien, auf dessen höchsten Bergen wir heute wohl einige Schneefelder, aber kaum einen ächten Gletscher beobachten, ist es vielleicht meine eigene Schuld, die Schuld unzulänglicher Beobachtung, wenn wir heute von einer Eiszeit in Persien noch nicht mit genügender Sicherheit sprechen dürfen. Mir sind allerdings eigenthümliche Thatsachen bekannt geworden, wie das Vorkommen grosser, gleichsam erraticer Blöcke auf den Schutthügeln bei Sergende nördlich Teheran, oder das Auftreten eigenthümlicher Schuttterrassen in der Gegend des Demavend, ich sah sogar grössere Blöcke von Granit, der offenbar von dem 14,000 Fuss hohen Berge Tacht Soleiman kam, bei Hassankeif bereits im Bereich der von Jurasandsteinen gebildeten Berge unter Verhältnissen liegen, die mir diesen Punkt als den geeignetsten für das etwaige spätere Studium der Frage erscheinen liessen, aber ich wurde vorläufig noch von keiner der genannten Erscheinungen mit zwingender Nothwendigkeit auf die Annahme einer Eiszeit im Albus hingedrängt. Es würde zu weit von unserem Gegenstande abführen, wollte ich hier noch weitere Bemerkungen über diese fraglichen Eiszeit Spuren einschalten. Ich erwähne nur, dass ein italienischer Naturforscher (Filippi, note di un viaggio in Persia, Milano 1865, p. 255) zu der Ueberzeugung kam, dass man im Albus vergebens nach solchen Spuren suchen würde, und wenn z. B. Cotta für den Altai und Hochstetter für den Balkan von einer Eiszeit nichts wissen, dann würde das Fehlen einer solchen im persischen Albus weiter kein Befremden erregen.

Sollte indessen wirklich einst ein derartiger Nachweis geführt werden, dann wäre damit freilich eine Aenderung in den Temperatur- und Feuchtigkeits-Verhältnissen des Gebirges seit jener Zeit erhärtet, dass indessen damit auch eine durchgreifende Aenderung im Steppenclima des persischen Plateaus zusammengehangen haben würde, ist noch nicht so sicher ausgemacht, wenn man bedenkt, dass die trockenen Steppen Tibets die Gletscherkette des Himalaya, oder dass die Steppen der Kalmücken den schnee- und eisbedeckten Kaukasus in der Nachbarschaft haben, ohne eben einen anderen, als den Steppencharakter zu besitzen.

Während nun die Annahme einer Eiszeit die seitherige Zunahme der Wärme in Persien voraussetzen würde, so hat es sogar Stimmen gegeben, welche eine Abnahme der Wärme in diesem Lande haben darlegen wollen, und zwar seit historischen Zeiten. K. v. Baer (Dattelpalmen an den Ufern des caspischen Meeres, sonst und jetzt, mélanges biologiques t. III) hielt die wenigen Palmen, welche man heute bei Sari in Masenderan und auf der Insel Aschuradeh bemerkt, für Reste einer früher weitverbreiteten Dattelpalme. Das Zurückweichen dieser,

sowie anderer Fruchtbäume, z. B. des Oelbaumes im Gebiet des caspischen Meeres, liess ihn auf eine Abnahme der Wärme schliessen, welche er wieder dem Erlöschen der vulcanischen Thätigkeit in jener Gegend zuschrieb. Man wird indessen diesen Ansichten gegenüber sich ebenso reservirt verhalten dürfen, wie wir gegenüber den entgegengesetzten, welche von einer Zunahme der Wärme und Austrocknung des Climas sprechen, es gethan haben. Wie wenig die vulcanische Thätigkeit in einer Gegend mit dem wärmeren Klima derselben zu schaffen habe, ist im Hinblick auf die bekannten Beispiele in Island, Kamschatka und in der Südpolar-Region nicht nöthig, auseinanderzusetzen. Das Zurückweichen der Culturbäume aber wird wohl natürlicher mit einem durch politische und sittliche Gründe bedingten Niedergange der Cultur selbst in Einklang gebracht, als mit der Abnahme der Wärme jenes Landstrichs. Was den Oelbaum anlangt, so spricht übrigens schon Strabo (Buch 11, Cap. 13, 7) von der Seltenheit seines Vorkommens in Persien, indem er sagt, der unterhalb der caspischen Thore gelegene Landstrich erzeuge allerlei Früchte ausser der Olive, und wenn dieselbe auch hie und da wachse, so sei sie mager und trocken, und auch von Baktrien heisst es bei demselben Autor (11. Buch, 11. Cap. 1), das Land trage alle Früchte, die Olive ausgenommen. Andererseits aber bildet dieser Baum im Thale des Sefidrud von Mendschil an bis Rudbar kleine Wälder und gedeiht dort trotz der höheren gebirgigen Lage dieser Punkte und trotz der heftigen, oft rauhen Stürme, die bei Mendschil zu herrschen pflegen, so ausgezeichnet, dass man seine relativ geringe Verbreitung in Persien nicht der Ungunst des Climas zuschreiben kann.

Ich habe mich bei der Abwägung der Gründe, welche meiner Ueberzeugung nach gegen diejenigen Theorien sprechen, welche bei der Erklärung des Steppen-Phänomens in Persien von der Vorstellung erheblicher climatischer Veränderungen ausgehen, etwas länger aufgehalten, als diess mit dem stylistischen Gleichgewicht der Darstellung verträglich sein mag. Doch wollte ich die Gelegenheit nicht ungenützt lassen, um namentlich den Anschauungen Blanford's, als des einzigen geologischen Fachmannes, der vor mir in den allerletzten Jahren Persien zu besuchen Gelegenheit hatte, einige Einwände entgegenzustellen.

Kehren wir aber zur Besprechung des Pošepny'schen Aufsatzes zurück.

Aus dem Vorangegangenen ist wohl ersichtlich, dass eine nennenswerthe Meinungsverschiedenheit zwischen meinem verehrten Freunde und mir nicht existirt, soweit es sich darum handelt, die Annahme von Wasserbedeckungen, als Meeresarmen oder später eingetrockneten Süsswasserseen für die Erklärung der Bildung der Salzsteppen auszuschliessen, und demgemäss auch die Zuhilfenahme aller meteorologischen Hypothesen, die sich auf Climawechsel beziehen, fallen zu lassen. Von diesem Standpunkte, dem Standpunkte der Negation aus, sind wir also vollkommen einig, und sind mir die Anschauungen Pošepny's über die westamerikanischen Salzsteppen vollkommen zugänglich gewesen.

Leider jedoch kann ich mich nicht entschliessen, meinem Freunde auch auf zwei andere Gebiete zu folgen, die er im Verfolg seiner

Studien betritt, deren eines die subaërische Zufuhr des Salzes in die Salzsteppen, und deren zweites die Entstehung aller Salzlager aus Salzsteppen betrifft.

In der That überraschend erschien mir die Annahme Pošepny's, dass die nach und nach aus der Umgebung der abflusslosen Salzsteppen diesen Depressionen zugeführten Salztheile für die Versalzung der betreffenden Gebiete nicht ausreichend seien.

Pošepny hält eine derartige Annahme namentlich dann für ungenügend, wenn es sich, wie hier, um die Erklärung einer so allgemein über verschiedene Erdtheile verbreiteten Erscheinung handle, wie es die Salzsteppen und Salzseen seien. Da müsse auch eine Erklärung gefunden werden, welche sich von der Rücksicht auf locale Verhältnisse ganz emancipire. Ein Transport des Salzes durch die Atmosphäre wird desshalb als wahrscheinlich hingestellt. Der Salzgehalt der Seeluft sei eine Thatsache, mit der die Aerzte schon lange rechnen. „Durch den Wellenschlag, von den Vorgängen auf bewegter See zu schweigen, wird das Meerwasser in die feinsten Theilchen zerschlagen, und diese können ebenso gut mit fortgerissen werden, wie feinvertheilte feste Körper, von denen es bekannt ist, dass sie auf ansehnliche Distanzen von der Atmosphäre transportirt werden.“ Der Verfasser beruft sich übrigens darauf, dass thatsächlich einmal zu Nancy Chlornatrium im Regenwasser nachgewiesen wurde.

Es ist nicht das erste Mal, dass die Ansicht von dem Chlornatrium-Gehalt der Luft ausgesprochen wird. Bereits im Jahre 1868 sagte Dr. W. Knop (Der Kreislauf des Stoffes, Lehrbuch der Agriculturchemie, 1. Bd., Leipzig, p. 228): „Von der Oberfläche des Meeres aber werden stetig geringe Mengen der in ihm enthaltenen Chloride wieder über das Festland verbreitet. Die Wasserbläschen nämlich, welche der Wellenschlag des Meeres erzeugt und in der Luft vertheilt, werden von den Winden, die über das Meer hinwehen, mit fortgerissen, und daher lässt sich auf den Continenten bei uns zur Zeit des Westwindes Kochsalz in den meteorischen Niederschlägen nachweisen, und mit Hilfe des Spectroskops erkennt man die Anwesenheit des Chlornatriums in der Luft an den beiden gelben Linien, welche das Natrium der Flamme ertheilt. Die Verbreitung freier Salzsäure aus vulcanischen Quellen ist von zu geringer Ausdehnung, als dass sie für den Haushalt der Natur in Betracht käme, allein die oben genannte ist bei ihrer Constanz immerhin bemerkenswerth, wenn auf dem angegebenen Wege zur Zeit auch immer nur Spuren von Kochsalz dem Festlande mitgetheilt werden.“

Auch citirt Knop (l. c. 2. Bd., p. 123) einige Analysen von Regenwasser. Nach den Versuchen von Barral auf dem Pariser Observatorium enthält darnach 1 Liter Regenwasser 0.033 Gramm fester Stoffe, bestehend aus Gyps, Kochsalz, Eisenoxyd und einer gelben organischen, krystallinischen Materie, und Marchand fand im März 1850 zu Fécamp im Regenwasser 0.0114 Gramm, im Schneewasser 0.0170 Gramm Kochsalz.

Man sieht, dass die betreffenden Beobachtungen immerhin noch spärlich genug sind. Mir liegt es übrigens sehr ferne, gegen die betreffenden Analysen selbst das Geringste einwenden zu wollen, nur den

einen Hinweis möchte ich mir erlauben, dass Analysen von atmosphärischen Niederschlägen in grossen Städten, wo die Luft durch Exhalationen aller Art, durch Dämpfe chemischer Fabriken verunreinigt wird, nicht völlig ausschlaggebend sein können.

Ohne aber die Möglichkeit eines atmosphärischen Transportes von Salz irgendwie in Abrede zu stellen oder für die von Pošepny in dieser Richtung gelieferten Fingerzeige undankbar zu sein, kann ich doch die Bemerkung nicht unterdrücken, dass viele Salzsteppen zu den regenärmsten Gebieten der Welt gehören, und dass dieselben sich zum Theil in ungeheuren Entfernungen von den Küsten befinden, so dass ein massenhafter Transport des Salzes in jene Steppen durch Regen, und zwar durch Regen, welcher seine Wassertheilchen direct dem Meere verdanken würde, wenig wahrscheinlich ist.

Namentlich sind die Steppen östlich vom Caspi-See fast regenlos. In den südlich vom Albursgebirge gelegenen Theilen Persiens regnet es während 7 Monaten im Jahre (April bis October) beinahe nie und in der übrigen Zeit wenig. In seltenen Fällen beobachtet man am Südrand des Albur bei Teheran während der heissen Julizeit einige kleine Gewitter- oder Strich-Regen, die von dem wolkenschwangeren Himmel Masenderans herüberkommen mögen, welche sich aber in der Regel so genau am Gebirge halten, dass sie Teheran, welches nur 2 Farsach vom Fusse desselben entfernt liegt, nicht erreichen. An einer einzigen Stelle auf der langen Strecke des Plateau zwischen Teheran und Isfahan (es mag nicht uninteressant sein, diess beiläufig zu erwähnen) scheinen auch im Sommer nicht selten Regenfälle einzutreten. Es ist diess das relativ niedrige Gebirge bei Pasengan, südlich Kum am Rande der Salzwüste gegen Sinsin zu, wo ich während des Mai und Juni 1874 zweimal vorüberkam, und jedesmal zu meinem Erstaunen vom Regen überrascht wurde. Wie mir einer meiner Diener berichtete, der öfter schon früher auf diesem Wege gereist war, war auch ihm dieser Punkt als eine merkwürdige Ausnahme in Bezug auf die sonstige Trockenheit der Gegend bekannt.

Die neuerlich von Przewalski durchreisten Gegenden der Wüste Gobi und des nördlichen Tibet erinnern nach dem Urtheil des bekannten Meteorologen Wojekoff (Zum Clima von Inner-Asien, Zeitschrift für Meteorologie, Wien 1877, p. 369), was die Trockenheit der Luft betrifft, an die Plateaus von West-Asien. „Namentlich in dem centralen Theile der Gobi sind die Regen so spärlich und die Hitze und die Trockenheit der Luft so gross, dass die Vegetation von diesen Regen wenig Nutzen zieht.“

Würde endlich Regenwasser mit marinem Salze die wesentlichste Zufuhrquelle für die Salzmengen abgeben, welche sich in abgeschlossenen Becken concentriren, dann dürften die verschiedenen Becken, die hier in Betracht gezogen werden können, nicht so verschiedene Mischungs-Verhältnisse der gelösten oder incrustirten Salze aufweisen, als diess der Fall ist.

Nach Forchhammer hat der nördliche Theil des atlantischen Oceans einen sehr unveränderlichen Salzgehalt. Die Analysen von Meerwasser, welche Bischof (Chem.-phys. Geologie, 2. Bd., p. 1553) zusammengestellt hat, zeigen relativ nur kleine Abweichungen in den

Mengen-Verhältnissen von Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kalk zu einander. Gehen wir aber zur Betrachtung der Binnenseen über, so zeigt gleich das todtte Meer die auffallende Erscheinung, dass dort das Chlormagnesium nach den meisten Analysen (Bischof l. c. p. 1541) das Chlornatrium bedeutend an Menge übertrifft, während es im Meerwasser den 7. oder 8. Theil des Gehaltes an Chlornatrium ausmacht. Im grossen Salzsee von Utah ist nach Pošepny's eigenen Zusammenstellungen das Verhältniss von Chlornatrium zum Chlormagnesium wie 90·65 zu 1·11, im Sevier-See dagegen wie 72·11 zu 11·92, und während im Wasser des grossen Salzsees in 100 Theilen Salz 8·24 Th. schwefelsauren Natrons enthalten sind, ergab die Analyse 15·51 Th. dieser Substanz in 100 Th. Salz aus dem Wasser des Sevier-Sees.

v. Richthofen (China, p. 103) gibt an, dass ein abflussloser Kratersee bei Ragtown in der Humboldtüste (Newada) sogar eine concentrirte Lösung von Gaylüssit (Doppelcarbonat von Kalk und Natron) enthält.

Nach Abich (Vergleichende chemische Untersuchung des Wassers des caspischen Meeres, Urmia- und Van-Sees, mém. de l'acad. de St. Pétersbourg 1859, p. 24) zeigen sich in 100 Th. Salz vom Wasser des Urmia-Sees in Persien 86·37 Th. Chlornatrium, 6·94 Th. Chlormagnesium und 6·08 Th. schwefelsaure Magnesia, während der Van-See in Armenien als Hauptbestandtheile seines Salzes Chlornatrium, kohlen-saures Natron und schwefelsaures Natron in den Verhältnissen von 46·54 zu 31·20 zu 14·84 aufweist und sich dadurch den Natronseen am Ararat, in Ungarn und Egypten anschliesst. Es ist ferner bekannt, dass einige der Natronseen Egyptens Kochsalz, die anderen Natroncarbonat führen. Die Salzausscheidungen am Neusiedler-See aber enthalten 84—85 Percent schwefelsaures Natron und nur 11—13 Percent Kochsalz und kohlen-saures Natron (Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1876, p. 444).

Das efflorescirende Salz der persischen Steppen enthält vielfach grössere Mengen von schwefelsaurer Magnesia beigemennt, das Wasser aller Brunnen oder Cisternen in der Umgebung der Salzwüste südlich vom östlichen Alburs, wie z. B. in der Gegend von Lasghird und Dehi nemek oder sogar das der Quellen, wie am Stakuh oder bei Abischur zwischen Pasengan und Sinsin, hat einen stark bitteren Geschmack. In den Bazaren von Isfahan wird ein unreines Wüstensalz verkauft, welches stark mit schwefelsaurer Magnesia imprägnirt ist, obgleich die Salz-efflorescenzen des Bodens der nächsten Umgebung von Isfahan nach Schlimmer (terminologie médico-pharmaceutique française-persane, Tehéran 1874, p. 529) keine schwefelsaure Magnesia, wohl aber schwefelsaures Natron in grösserer Menge enthalten. Auch Ausblühungen von Salpeter kommen vor, deren Ursprung, wie aus der im Anschluss an meinen Vortrag (Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1877, p. 67) gegebenen Mittheilung Abich's hervorgeht, hauptsächlich in den zahl-reichen, über das persische Plateau zerstreuten künstlichen Tumuli's zu suchen ist.

In dem Boden der westlich vom todtten Meer in Palästina gelegenen Salzwüste fand Marchand (Poggendorf's Ann. Bd. 76,

p. 463) sogar eine reichliche Menge Brommagnesium unter den löslichen Salzen desselben, und bei dem kleinen See Bul-Tsho in Tibet wird sogar Borax gewonnen (v. Richthofen l. c. p. 102).

Diese wenigen Beispiele, welche man nach Bedürfniss leicht aus der diessbezüglichen Literatur vermehren könnte, zeigen genugsam, wie verschieden die Salze geschlossener Terrainbecken je nach den Localitäten sowohl untereinander als auch gegenüber dem Salze des Meerwassers sein können. Gerade diese Verschiedenheit je nach den Oertlichkeiten führt uns mit zwingender Nothwendigkeit dahin, den Salzgehalt jener Terrain-Depressionen mit der localen Umgebung der letzteren in Verbindung zu bringen und gerade aus dieser Umgebung abzuleiten. So sagt auch v. Richthofen (l. c. p. 101): „Es lässt sich von vornherein erwarten, dass der Charakter der Salze je nach den Gesteinen wechseln wird, welche in der Umgebung jedes einzelnen Beckens herrschen.“ Desshalb scheint es keinesfalls zutreffend, dass Pošepny (l. c. p. 14) die Versalzung solcher Becken „vom Untergrunde unabhängig“ nennt, und jedenfalls unnöthig, dass er wegen der grossen Verbreitung des betreffenden Phänomens nach einer allgemein geltenden Quelle für die Zufuhr des Salzes zu diesem Becken sucht. Im Gegentheil wird in jedem gegebenen Falle das Studium der localen Verhältnisse den Ursprung der Versalzung nachzuweisen haben.

Man könnte freilich einwenden, dass einige der Differenzen in den relativen Mischungs-Verhältnissen der Salzarten, wie sie sich beim Vergleich verschiedener Bassins ergeben, nicht auf die Zufuhr verschiedenartiger Substanzen zurückgeführt zu werden brauchen, sondern dass dieselben vielleicht in einer späteren Umwandlung einzelner Salzarten ihre Erklärung fänden. So war v. Kvassay bemüht, die Soda des ungarischen Steppenbodens als aus Chlornatrium entstanden hinzustellen, und Abich (l. c. p. 45) meinte, dass auf der Araxesebene eine lebhafte Vegetations-Thätigkeit der Sodakräuter eine continuirliche Zerlegung der Natronsalze unterhalte, dass dort durch den Verwesungsprocess der alljährlich absterbenden Pflanzenwelt eine fort-dauernde Kohlensäurequelle in den obersten Bodenschichten gegeben erscheine. „Der Einfluss dieser freien Kohlensäure würde hier die chemische Wechselwirkung zwischen Chlornatrium, schwefelsaurem Natron und kohlensaurem Kalk, zumal in einem lockeren und porösen Alluvialboden, sehr wohl bedingen, und die durch Capillaraction unterstützte Efflorescenz des kohlensauren Natron hervorrufen können.“

Indessen sagt derselbe Autor (l. c. p. 42) in Bezug auf die Entstehung des Natroncarbonats, dass es ebenso gut ein Verwitterungsproduct natronhaltiger, ursprünglich krystallinischer Gesteine, welche Thonerde und Natron-Silikate enthalten, als ein Umwandlungsproduct von anderen Natronsalzen sein kann. Da nun beide Bildungsweisen sich möglicherweise auf einem Raum vereinigen können, so wird der Erklärungsversuch der Herkunft des kohlensauren Natrons für eine gegebene Localität niemals auf die Präcision einer erschöpfenden Beweisführung Anspruch machen können. Das möchte ich, im Vorübergehen bemerkt, auch den oben erwähnten Ausführungen Kvassay's entgegenhalten. Für den See am Gügündag kommt Abich unter Erwägung aller Umstände übrigens zu dem Schluss (l. c. p. 44), dass

ihm das kohlen saure Natron ursprünglich von aussen schon fertig gebildet zugeführt wurde.

Auch in Bezug auf das Mengen-Verhältniss beispielsweise vom Chlornatrium zum Chlormagnesium in Binnenseen kann man sich vorstellen, dass es zum Theil nicht von der Art der Salzzufuhr, sondern von dem Sättigungsgrade der Lösungen abhängt, und verhehle ich mir keineswegs, dass hierin eine weitere Schwierigkeit für die von mir versuchte Beweisführung liegt. Die Differenzen in den Mischungsverhältnissen der einzelnen Salzarten im Salzgehalt verschiedener Becken sind aber trotzdem noch immer viel zu gross, als dass man an eine allgemein giltige und von localen Umständen unabhängige Quelle der Salzzufuhr glauben könnte.

Ja sogar innerhalb eines und desselben Beckens können local bedeutende Verschiedenheiten im angedeuteten Sinne statthaben, wie die von Abich gegebene Zusammenstellung von Analysen, des Salzgehalts des caspischen Meeres nach Proben an verschiedenen Punkten seiner Küste zeigt. Wenn sich herausstellt, dass z. B. in dem einen Falle das Verhältniss des Chlornatriums zum Chlormagnesium wie 58·37 zu 10·04, im anderen wie 63·93 zu 0 ist, oder dass in einem Falle unter 100 Th. Salz 7·79 Th. schwefelsaurer Kalk und 19·68 Th. schwefelsaure Magnesia, im anderen aber 24·54 Th. schwefelsaurer Kalk und gar keine schwefelsaure Magnesia sich befinden, so müssen ganz eigenthümliche, rein locale Bedingungen obwalten, um solche Abweichungen der Zusammensetzung zu ermöglichen.

Die Abhängigkeit geschlossener Becken vom Boden ihrer Umgebung in Bezug auf die Art ihrer Salzföhrung wird vielleicht auch dadurch illustriert, dass es einige solcher Becken gibt, die überhaupt fast gar nicht gesalzen sind, denn es soll z. B. der See von Seistan an der Grenze von Persien und Afghanistan, in welchen der Helmund sich ergiesst, nach den Untersuchungen von Goldsmid (Blanford l. c. p. 496) süs ses Wasser föhren. Neuerlichst (Eastern Persia, journeys of the persian boundary commission, London 1876, vol. II, p. 450) hat Blanford im Hinblick auf die älteren Untersuchungen Conolly's diese Angabe freilich etwas eingeschränkt. Allgemein aber ist bekannt, dass der abflusslose Tschad-See in Afrika süs ses Wasser enthält. Ein ähnliches Beispiel soll nach Blanford ein kleiner See bei Dastarjan, westlich von Schiras, abgeben. Es scheinen also in der Umgebung dieser Depressionen keine salzlief ernden Gesteine anzustehen. Nach Pošepny's Hypothese müsste man hier gerade so gut eine Versalzung erwarten, wie anderwärts in abflusslosen Gebieten.

Vielleicht lässt sich auch folgendes Argument gegen jene Hypothese verwerthen. Trotz eines namentlich nach der Tiefe zunehmenden, nicht unbedeutenden Bromgehaltes im Wasser des todten Meeres in Palästina, eines Salzsees, den Hr. Pošepny, wie ich bemerken muss, direct in den Kreis seiner Betrachtung zieht, konnten selbst bei besonderer, diesem Punkt geschenkter Aufmerksamkeit nach Lartet (bull. soc. géol. t. 23, p. 759) Stoffe, wie Silber, Jod, Cäsium, Lithium, Rubidium, in jenem Wasser nicht aufgefunden werden. Da diese Stoffe aber im Meerwasser vorhanden sind, so meint Lartet, der Salzgehalt des todten Meeres könne unmöglich auf die Residuen eines mit dem

wirklichen Meere in Verbindung gewesenen Meeresarmes zurückgeführt werden. In vorliegendem speciellen Fall ist es nun für unsere Frage gleichgiltig, ob das Salz der Steppen und Steppenseen direct vom Meere dort zurückgelassen oder ob es indirect durch die Luft dorthin transportirt wurde. In jedem Falle müsste es dieselben Elemente aufweisen, die im Meerwasser enthalten sind. Ist diess nicht der Fall, dann spricht das Fehlen einiger derselben gerade so gut gegen den subaërischen wie gegen den directen Ursprung des Steppensalzes vom Meersalze.

Wollte man trotzdem in der Nachgiebigkeit gegen die neue Hypothese so weit gehen, dass man die dafür beigebrachten Gründe als ausreichend befände, um ihre akademische Möglichkeit zu etabliren, so ist doch der Nachweis, dass eine Sache möglich ist, noch kein Beweis dafür, dass sie wirklich ist. Dafür müsste der directe Nachweis erbracht werden, und als solchen wird man die wenigen Regen-Analysen, in denen von Chlornatrium gesprochen wird, namentlich im Hinblick auf gewisse, oben erwähnte Fehlerquellen nicht anerkennen. Bleibt man aber in vorliegender Frage auf einem mehr conservativen Standpunkt und versucht man die Salzzufuhr aus irdischen Quellen zu erklären, so hat man das in den meisten Fällen sehr bequem, und es entspricht sicherlich der Methode exacter Naturforschung besser, sich an nahe und offen liegende Ursachen einer Erscheinung zu halten, als deren Erklärung im Wege der Speculation zu suchen, wie anregend und berechtigt auch die letztere an sich sein mag.

Für die Salzsteppen Persiens beispielsweise war ich um die Herkunft des Salzes in keiner Weise verlegen. Die miocäne Salzformation mit ihren stellenweise, wie in den caspischen Thoren, nackt zu Tage tretenden Salzstöcken umsäumt den Nordrand der grossen Salzsteppe und tritt auch sonst an vielen Punkten des persischen Hochlandes auf. Abich (l. c. p. 27) leitet den Salzgehalt des Urmiasees von der theilweisen Auslaugung der tertiären Salzlagerstätten in der Umgebung des See's ab. Ich sah in der um die caspischen Thore herum gelegenen Gebirgsmasse Bäche mit fast gesättigter Kochsalzsoole hervorkommen. An einigen Punkten, wo solch ein Bach über steile Lehnen als Wasserfall herabgestürzt sein mochte, aber während der trockenen Jahreszeit versiegt war, bot sich das Bild in Salz versteinertes Wasserfälle dar.

Die Untersuchungen von Cordier (journal de physique 1816, p. 344) über die Auflösbarkeit des Steinsalzes der nackten Salzfelten von Cardona in Spanien haben gezeigt, dass in 100 Jahren das Wasser von diesen Felten eine Salzschiicht von etwa $1\frac{1}{2}$ Meter entfernt. Das scheint wenig zu sein, indessen handelt es sich da nur um die atmosphärischen Niederschläge. Bäche und Quellen, welche in einem derartigen Gebiet entspringen, werden viel grössere Mengen auflösen, wie das die Höhlungen im Salzstock des Djebel Usdom in Palästina beweisen können. Wir werden also auch in Persien berechtigt sein, die dortigen Salzstöcke für die vorliegende Frage sehr ernstlich in Rechnung zu ziehen.

Aber ganz abgesehen von dieser Quelle der Zufuhr von Salz, fanden sich salzige Efflorescenzen auf vielen Berglehnen oft an nackten Felten bis hoch hinauf im Gebirge in den Landschaften des Plateaus

oder auf der dem Plateau zugekehrten Seite seiner Randgebirge. Namentlich zeichneten sich in dieser Hinsicht die aus trachytischen Gesteinen bestehenden Hügelzüge südlich vom östlichen Albus aus. Ich erwähne die Berge von Kenarigird, von Haus i Sultan, den Kuh i Kaleng, den Siakuh, dann gewisse Berge der Umgebung von Kum als Beispiele. In der Zersetzungsregion der Trachyte auf der Südflanke des Siakuh fand sich unter Anderem auch Alaun vor.

Man darf auf diese Beispiele schon deshalb ein um so grösseres Gewicht legen, als kürzlich von E. v. Kvassay (Ueber den Natron- und Székboden im ungar. Tieflande, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1876) behauptet wurde, dass die Soda, welche vielfach dem Boden des ungarischen Tieflandes beigemischt ist, sich nicht aus verwitterten Trachyten bilden könne. Wir haben aber in den persischen Trachytgebieten den directen Nachweis für die Bildung solcher Salze aus Gesteinsverwitterung. Auch Abich (l. c. p. 45) erinnert speciell daran, dass die Verwitterungsproducte vulcanischer Gebirgsarten sehr wohl örtliche Veranlassung zur Bildung von Natron-Efflorescenzen geben können.

Bemerkenswerth scheint mir auch besonders der Umstand, dass man nicht bloss Salzausblühungen, sondern auch salzige Quellen mehr oder weniger hoch über dem Niveau der persischen Wüste findet, wie die schon erwähnte Bittersalzquelle von Abischur zwischen Sinsin und Pasengan oder die sämmtlich stark salzigen Quellen des Siakuh. Bei solchen Gebirgsquellen kann die Salzbildung nur innerhalb der Gesteine des Gebirges vor sich gehen. Kommen nun noch Fälle vor, wie bei Abischur, wo eine Viertelstunde südlich der Salzquelle eine andere Quelle mit zwar wenigem, aber süßem Wasser auftritt, so wird die locale Begrenztheit der besprochenen Erscheinung und somit deren Unabhängigkeit von allgemeinen Ursachen im Sinne Pošepny's wohl evident.

Auch gewisse Alaunschiefer der jurassischen, Kohlen führenden Formation des Albus zeigten oft ganz weiss incrustirte Gehänge, was mich an die weissen Salzausblühungen der unterjurassischen dunklen Schiefer der Krim erinnerte, welche aber nach Huot (E. Favre, étude stratigr. de la part. s.-ouest de la Crimée, Genf 1877, p. 14) schwefelsaures Natron sind.

Abich (l. c. p. 43) nennt die „allgemeine und durchgehende Verbreitung der schwefelsauren Magnesia in den Schichten der kaukasischen, wie der armenischen Gebirge, welches Salz durch Auswitterung ebenso häufig in den metamorphischen Gesteinen, in den Ablagerungen der jurassischen und Kreideperiode am ganzen nördlichen Kaukasus bis in das Herz von Daghestan zum Vorschein kommt, wie es in den Sandsteinen und gypsreichen Mergeln der Nummuliten- und Molassenperiode in Karthalinien und Armenien sich im Verein mit Glaubersalz efflorescirend zeigt,“ ein wichtiges geologisches Problem.

Wir würden nun wahrscheinlich solchen auf der Zersetzung der Gesteine beruhenden Erscheinungen auch in unseren mitteleuropäischen Gebirgen häufiger begegnen, wenn unser Clima so ausserordentlich trocken wäre, wie es das der öden Steppen- und Wüstenlandschaften Persiens und Armeniens ist, und wenn nicht die ausgewit-

terten Salze sofort durch die Feuchtigkeit unserer Atmosphäre zerfliessen und aufgelöst vom Regen weggespült würden.

Doch können unter ausnehmend günstigen Verhältnissen auch in Europa derartige Erscheinungen direct wahrgenommen werden. Sogar in Torflagern hat Turley (Berg- und Hüttenm. Zeitung 23, p. 265) in der Gegend von Ammeberg in Schweden Ausblühungen von Alaun in traubigen und nierenförmigen Aggregaten beobachtet. Der Natrongehalt der bei Dorozsma in Ungarn ausblühenden Soda stammt nach Szabó (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1877, p. 160) aus Feldpath-Körnern, die dort in massenhafter Anhäufung eine wahre Schicht bilden.

Wer hindert uns nun, anzunehmen, dass auch in Böhmen, wo z. B. jüngere Eruptivgesteine eine grosse Verbreitung besitzen, solche Vorgänge statthaben. Pošepny beruft sich nämlich im Anschluss an die Untersuchungen Breitenlohner's darauf, dass die durch die Elbe jährlich aus Böhmen fortgeführten Salzquantitäten beträchtlich grösser seien, als die von den dortigen Mineralquellen und dem Salzconsum der Bevölkerung repräsentirten Salz mengen, welche bei dem Fehlen älterer Salzlager die einzig nachweisbaren Quellen der dort durch die Gewässer in die Elbe geführten Salze abgeben sollen.

Eine Hauptschwierigkeit für die richtige Erklärung der That sachen, um die es sich handelt, liegt angeblich in dem Umstande, dass ein grosser Theil der betreffenden Salze Chlorverbindungen sind, welche, wie Pošepny meint, sich schwer aus der Zersetzung von Gesteinen ableiten lassen. Ich will nun zwar keine grosse, aber doch eine gewisse bescheidene Berücksichtigung auch für den Umstand in Anspruch nehmen, dass ein Theil der Eruptivgesteine sich als Apatit führend erweist, und dass der Apatit selbst immer kleine Mengen von Chlor enthält. Meist ist freilich dieser Apatit nur auf mikroskopischem Wege zu erkennen, doch sind beispielsweise in Böhmen auch grössere Apatit-Vorkommnisse, wie die von Schlackenwalde im Granit des Erzgebirges bekannt. Auch könnte in manchen der Phosphorite, welche man stellenweise in Böhmen so gut wie anderwärts zur Bodenverbesserung verwendet, etwas Chlor enthalten sein.

Indessen haben wir vielleicht gar nicht nöthig, uns mit solchen subtilen Erörterungen aufzuhalten. Leider hat nämlich Pošepny nicht angegeben, wie er zu der Ziffer von 8000 Tonnen, welche er für den jährlichen Salzconsum der Bevölkerung Böhmens ausgibt, gekommen ist. Bei einer Bevölkerung von mehr als 5 Millionen Einwohnern gäbe das etwa 3 Pfund auf den Kopf. Nach einer Auskunft, die mir im hiesigen k. k. Finanzministerium zu Theil wurde, rechnet man in Wien den jährlichen Verbrauch an Kochsalz zu 10 bis 12 Wiener Pfunden (1 ~~Wiener~~ Pfund gleich ^{1/8} Zollpfund) auf einen Einwohner. Ebendasselbst erfuhr ich auch, dass von der preussischen Militär-Verwaltung 15 Zollpfund jährlichen Salzconsums auf den Mann gerechnet werden. Ich habe nicht ermangelt, auch bei hiesigen Familien Erkundigungen über deren jährlichen Salzverbrauch einzuziehen, und ziemlich übereinstimmend wurde mir diessbezüglich die Ziffer von 12 Wiener Pfunden für den einzelnen Kopf angegeben. Man darf kaum voraussetzen, dass in Böhmen das Salzbedürfniss ein wesentlich geringeres ist. Ich lese in einer „Die

Wiener

Zoll

Bodenverhältnisse Oesterreichs“ betitelten Schrift (Gedenkgabe für die 26. Versammlung deutscher Land- u. Forstwirthe zu Wien 1868, p. 93), dass in Böhmen für einen Knecht, der zwar im Allgemeinen als verheirathet vorausgesetzt wird, 20 Pfd. Salz als jährliches Deputat gerechnet werden, und dass in Slavonien (ebendasselbst p. 129) ein Bauernknecht ausser seinem Lohn und gewissen Deputaten jährlich sogar 50 Pfd. Steinsalz beansprucht.

Aus diesen Angaben geht wohl hervor, dass die Correctheit jener Ziffer von 8000 Tonnen, insolange sie nicht durch officielle Daten erhärtet wird, bezweifelt werden kann, und dass der Ursprung der 25,320 Tonnen Chlornatrium, welche nach Breitenlohner (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1876, p. 172) jährlich durch die Elbe aus Böhmen fortgeführt werden, vielleicht schon aus dem Speisesalzverbrauch der dortigen Bevölkerung erklärt werden könne.

Für die von der Elbe in aufgelöstem Zustande fortgeführten Salzmengen und Chlorverbindungen kommt aber als Zufuhrquelle nicht allein der Speisesalzverbrauch der Bevölkerung in Betracht. Wir müssen auch der Salzmengen gedenken, welche von den Landwirthen als Vieh- oder als Dungsalze in Verwendung gebracht werden. Der Verbrauch an Dung- (namentlich Kali-) Salzen jedoch, welche letztere nach Böhmen hauptsächlich aus Staffurt eingeführt werden, kann in einem so hochcultivirten Lande nicht gering sein. Hierzu ist noch der Salzverbrauch in chemischen und andern Fabriken zu rechnen. Das meiste Chlor, welches sich im Elbewasser findet, schreibt mir Hr. Breitenlohner, rührt von den Fabriken her, zum grössten Theile von den Zuckerrfabriken, deren Abwässer viel Salzsäure, bezüglich Chlorcalcium enthalten. Leider konnte ich mir bestimmte Zahlenangaben über den Consum von Dung- oder Fabriksalzen nicht verschaffen. Es ist aber evident, dass dieser Consum den Speisesalzconsum sehr übertreffen wird.

Von diesen Betrachtungen ausgehend, wird man sich über die Menge der von der Elbe aufgelösten Chlorverbindungen nicht wundern dürfen, und da ein Deficit zwischen Ausgabe und Einnahme von solchen Verbindungen sonach kaum existirt, so wird es nicht erforderlich sein, dieses Deficit auf subaërischem Wege zu decken.

Kehren wir aber zur directen Betrachtung der Salzwüsten zurück.

Für die Umgebung des Wüstenbeckens von Utah gibt Herr Pošepny selbst zu, dass dort sogar ältere Salzlagerstätten anstehen. Sie seien indess mehr ausserhalb des Beckens zur Entwicklung gelangt, und was davon in das Gebiet des Beckens eingreife, könne wohl den Salzgehalt des Utah-Beckens vermehrt haben, keineswegs aber könne es als Ursache des Salzgehalts der übrigen Theile des Wüstenbeckens betrachtet werden. Warum diess „keineswegs“ der Fall sein kann, das wird leider nicht näher erörtert. Warum die directe Zufuhr von Salz aus selbst unbedeutenden älteren Salzlagerstätten weniger ausgeben soll, als die Zufuhr von solchem aus der Luft, das ist doch nicht sofort ersichtlich.

In der That sehen wir auch bei fast allen andern, nur einigermaßen näher studirten Salzwüstengebieten, dass sich ältere präexistirende Salzlager in ihrer Umgebung nachweisen liessen. So kennt man in der Nähe des todten Meeres mächtige Salzstöcke, wie die des

Djebel Usdun. Nach Lartet würden auch salzhaltige Quellen, wie die von Emmaus, welche längs der Axe der grossen, durch die Jordanspalte und das todte Meer bezeichneten Dislocation auftreten, zu der Versalzung jenes Sees beitragen. Der Elton-See in Russland liegt, wie schon de Verneuil betonte, im Gebiet der Entwicklung der bekanntlich oft durch Steinsalzföhrung ausgezeichneten Zechsteinformation. Liest man das bekannte Werk von Murchison, Verneuil und Keyserling über Russland, so wird es in der That ganz klar, dass der Salzgehalt des Bodens in den Kirgisensteppen und in der Gegend von Astrachan in erster Linie auf ältere Steinsalz-Lager zurückzuführen ist. Auch in Bezug auf die Salzquellen jener Gegenden sprachen sich die genannten Autoren dahin aus, dass solche Quellen nur dort bekannt seien, wo Berge eines gewissen rothen Sandsteines, der der dortigen älteren Salzformation angehört, sich aus den weiten Ebenen erheben. Die Basis auch des Bogdoberges besteht aus salzföhrenden Schichten thonigen Mergels. Coquand (*sur l'äge des gisements de sell gemme, sur l'origine des ruisseaux salés et des lacs salés de l'Algérie, bull. soc. géol. 1868, p. 431*) spricht es ganz bestimmt aus, dass die Versalzung der algerischen abflusslosen Depressionen (Schottl's) von der Auflösung und Auslaugung des Salzes der vielfach in Algerien verbreiteten Salzlager herröhre, von welchen die einen nach diesem Autor zum Eocän, die andern zum Pliocän gerechnet werden müssen. Für alle diese Gegenden entfällt also gerade so, wie wir es in Persien gesehen haben, vollständig die Veranlassung oder das Bedürfniss für eine neue und besondere Hypothese, welcher wir vorläufig höchstens die von Giles und Forrest bereisten Salzsteppen West-Australiens preisgeben müssen, insofern die geologischen Verhältnisse jenes Gebietes noch nicht so genügend erforscht scheinen, um über den Ursprung der betreffenden Versalzung ein Urtheil zuzulassen.

Indessen mag man sich immerhin mit der Idee befreunden, dass auch die in der Atmosphäre suspendirten Wasserbläschen von Meerwasser local eine Rolle im fortlaufenden Austausch und in der Wanderung der Stoffe spielen.

Ich will unparteiisch sein. Ich habe mir ausgerechnet, dass die 17,000 Tonnen oder 34 Millionen Pfund Salz, welche nach Pošepny jährlich in Böhmen herunterregnen, und wäre Böhmen abflusslos, dasselbe nach und nach versalzen würden, wohl eine stattliche Ziffer gegenüber dem k. k. Finanzärar vorstellen, dessen Controle sich dieser gegen alle Regeln des Salzmonopols stattfindende Salzimport begreiflicherweise entzieht, dass aber diese Menge Salz im Vergleich zu dem Regenfall in Böhmen doch so unbedeutend ist, dass die Reinheit des Regenwassers dadurch nicht wesentlich alterirt würde. Zieht man das Mittel aus den Untersuchungen von Carl Fritsch (Ueber die Temperatur-Verhältnisse und die Menge des Niederschlags in Böhmen, Sitzb. d. k. k. Akad. d. Wiss., Wien 1851, p. 428), so beträgt der durchschnittliche Niederschlag in Böhmen 23.45 Zoll, das ist beinahe 2 Fuss. Das gäbe 1152 Mill. Cubikfuss Wasserniederschläge auf eine Quadratmeile. Dieser bedeutenden Wassermenge würden, da Böhmen 900 Quadratmeilen hat, 37,777 Pfund, d. i. 18.888,500 Gramm Salz

gegenüberstehen. Bei dieser Ziffer von 18 Mill. Gramm Salz käme also nur 1 Gramm Salz auf 64 Cubikfuss Wasser. Das ist gewiss nicht viel. Das ist sogar noch weniger als bei dem Verhältniss von 1 Gramm zu 1 Cubikmeter, welches Pošepny auf Grund anderer, wahrscheinlich genauerer Voraussetzungen herausrechnet. Es fehlt aber nur eines, und das ist der directe Nachweis, dass, alle Zufälligkeiten und Irrthumsquellen¹⁾ abgerechnet, dieses 1 Gramm Salz sich wirklich in den 64 Cubikfuss Regenwasser vorfindet. Bis dieser Nachweis geführt ist, wird man der neuen Hypothese gegenüber einige Zurückhaltung beobachten dürfen.

Viel schwerer noch wird man sich aber die Anschauung aneignen, dass auch grosse Salzlagerstätten im älteren Gebirge direct oder indirect subaërischen Ursprungs seien, wie diess Pošepny behauptet.

Es mag gestattet sein, hier an eine andere Publication desselben Verfassers (Verhandl. d. k. geol. R.-A. 1876, p. 104) über das Salz von Bex in der Schweiz zu erinnern. Dasselbe alternirt nach den Beobachtungen Pošepny's mit Kalkschiefern, in denen sich liassische Ammoniten verschiedener Niveaus befinden. Welchen unglaublichen Grad der Elasticität der Erdrinde müsste man da voraussetzen, wollte man hier bald die Erhebung des Landes zu abgeschlossenen Wüstenbecken, bald dessen Untertauchen unter das Meer in raschem Wechsel annehmen!

Der Verfasser bezieht sich aber im vorliegenden Falle auf die Salzlagerstätten der Karpathen und Siebenbürgens, die er sich in ähnlicher Weise in gänzlich geschlossenen Binnenbecken gebildet denkt, wie die Salzkrusten der Salzwüsten und die Salzausscheidungen in Salzseen in der Mitte solcher Wüsten.

Bekanntlich ist das Alter der Salzlagerstätten am Nordabhange der Karpathen auf Grund der in Wieliczka darin „in ziemlicher Menge und Mannigfaltigkeit“ gefundenen marinen Petrefakten als der unteren Abtheilung der Mediterranstufe entsprechend bestimmt worden. Natürlich verträgt sich das Vorkommen mariner Petrefakten nicht mit der Annahme eines subaërischen Ursprungs der betreffenden Salzlagerstätten. Pošepny hält deshalb diese Petrefakten für später aus praeexistirenden Schichten eingeschwemmt und nimmt dann consequenter

¹⁾ Zu diesen Irrthumsquellen ist auch der Umstand zu rechnen, dass den atmosphärischen Niederschlägen fein vertheilter Staub beigemischt sein kann, in welchem schliesslich auch auflösbare Salze enthalten sein können. Von Interesse sind deshalb die Untersuchungen Tissandier's (compt. rend. 1875, 80, 58), welcher den atmosphärischen Staub, den der Schnee aufnimmt, analysirte. Ausser Kieselsäure und Thonerde wurden dabei auch Chlorüre gefunden. Da es nun denkbar ist, dass schon während eines Regenfalles ein Theil der in den festen Staubtheilchen enthaltenen Salze aufgelöst wird, so wird die genannte Fehlerquelle sogar schwer zu eliminiren sein. Das würde namentlich für die directesten Versuche gelten, welche man zur Prüfung der Pošepny'schen Hypothese anstellen könnte, nämlich für die Untersuchung der Regenfälle in Salzsteppengebieten. Gerade hier können von Winden, welche die atmosphärischen Niederschläge begleiten oder ihnen vorangehen, ansser den gewöhnlichen Staubtheilchen auch Salztheilchen unmittelbar aufgewirbelt und in der Atmosphäre suspendirt werden. Das Salz, welches man dann bei einer diessbezüglichen Regenanalyse finden könnte, würde gewiss nicht zum grössten Theil von salzhaltigen Meerwasserbläschen herrühren, die mit dem Regen sich niederschlagen.

Weise auch ein jüngeres Alter für die karpathischen Salzlager an, die er der sarmatischen Stufe zuweist. Zwei Arten der betreffenden Petrefakten sollen zudem mit sarmatischen Arten übereinstimmen und diese Altersdeutung unterstützen. Es sind diess *Bythinia Frauenfeldi* Hoern. und *Ervilia podolica* Eichw.

Ich erlaube mir über das Paläontologische dieser Frage kein Urtheil, sondern möchte nur fragen, wie es denn kam, wenn das Terrain von Wieliczka zur sarmatischen Zeit eine gänzlich vom Meer getrennte, der Versalzung anheimfallende Terraindepression nach Art der westamerikanischen oder asiatischen Wüstenbecken vorstellte, dass dann Individuen dieser beiden Arten über Berg und Thal ihren Weg in jene Depression fanden. Es ist da ein Widerspruch vorhanden, der im Sinne des Verfassers nur dadurch gelöst werden könnte, dass man auch schon sarmatische Schichten in der Umgebung der Salzlager als präexistirend annimmt, den letzteren aber ein noch jüngeres Alter, etwa im Niveau der Congerienschichten des Wiener Beckens anweist. Auch der von Pošepny angeführte Umstand, dass in Siebenbürgen sarmatische Schichten über der Salzformation liegen, scheint mir kein Beweis dafür, dass die letztere selbst sarmatisch sei.

Doch lassen wir das bei Seite. Jedenfalls gehört die Hauptmasse der Petrefakten von Wieliczka in die Mediterranstufe, und wird etwa dem Schlier von Ottwang parallelisirt. Die gute Erhaltung dieser Petrefakten scheint dem Verfasser kein Grund gegen die Annahme einer Einschwemmung durch Bäche aus älteren Schichten in das Salzbecken zu sein. „Nehmen wir an“ (so heisst es l. c. p. 29), „dass die Reste ursprünglich, wie es scheint, in einem feinen Schlier eingebettet waren, so konnte der mit den Petrefakten gleichzeitig transportirte Schlamm gewissermassen schützend gewirkt haben.“ Wo aber, darf man fragen, ist heute dieser Schlier, welcher mit seinen Fossilien das Material für die Einschwemmung geliefert haben soll, warum ist er seitdem spurlos verschwunden? Ueberhaupt setzt die Annahme von vor der Salzablagerung der Karpathen präexistirenden Schichten der Mediterranstufe voraus, dass sich in der Umgebung, und zwar im Liegenden dieser Salzstöcke, doch noch etwas von diesen Schichten vorfinden liesse. Dieser Nachweis fehlt aber bis jetzt. Allerdings ist das angeregte Bedenken dem Verfasser nicht entgangen, und er meint deshalb von den Liegendsanden von Wieliczka, dass sie vielleicht mit den weiter nördlich an der Krakau-Wieliczkaer Eisenbahn anstehenden, Ostreen, Cerithien, Cardien etc. enthaltenden und Aequivalente des Leithakalks, der Pötzleinsdorfer oder Neudorfer Sande vorstellenden Schichten zusammenhängen, in welchem Falle sie „den Boden des abgeschlossenen Beckens vorstellen“ würden. Aber gerade diese Zusammengehörigkeit der Liegendsande von Wieliczka mit den an der Eisenbahn zwischen Krakau und Wieliczka anstehenden Schichten ist vorläufig noch zu erweisen. Wahrscheinlich gehören die betreffenden Schichten eher in's Hangende, als in's Liegende der Salzformation.

Uebrigens, um noch einmal auf die Art der Erhaltung der Fossilien von Wieliczka zurückzukommen, führt Pošepny selbst an (l. c. p. 28), dass in der Sammlung des k. k. Hofmineralien-Cabinets sich ein Exemplar von *Solenomya Doderleini* befindet, dessen beide Schaa-

lenhälften aufgeklappt neben einander liegen. In diesem Zustande kann das Fossil doch unmöglich aus einer älteren Ablagerung eingeschwemmt worden sein. In der Sammlung der hiesigen Universität befinden sich Versteinerungen aus Wieliczka, welche mitten im reinsten Steinsalz selbst liegen. Wären diese Sachen eingeschwemmt, dann müsste sich doch auch Detritus von Sand oder Thon dabei erkennen lassen.

In unseren Studien in der Sandsteinzone der Karpathen (Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1877, p. 67, 95, 122, 127) haben Paul und ich ganz besonders darauf hingewiesen, dass die Salzformation auf der Nordseite der Karpathen sich tectonisch und in Bezug auf die damit verbundenen Sandsteine auch petrographisch völlig an die Karpathensandsteine anschliesst, so dass immerhin eine gewisse Continuität der Bildung angenommen werden kann, wenn auch, wie wir nachgewiesen haben, die Hauptmasse der Karpathensandsteine bereits in der Richtung der heutigen Kette gehoben war, als die Bildung der Salzformation statt hatte. Es ist letztere diejenige Bildung, welche unmittelbar auf das System der eocänen Menilitschiefer folgt, ohne Zwischenschiebung von Leithakalk-artigen Schichten oder dergleichen.

Die eigenthümlichen Conglomerate, die wir z. B. bei Kossow, Sloboda Rungurska und Delatyn in dieser Formation nachgewiesen haben, liessen zwar in Bezug auf die Herkunft der darin enthaltenen Geschiebe noch manche Zweifel bestehen, sind aber doch Beweise grösserer Wasserwirkungen, und weder mit einer subaërischen Entstehungsart der Salzlager, noch überhaupt mit der Form, in der sich die Bildungen der Salzsteppen absetzen, vereinbar. In der Grube zu Kossow hat man mitten im Salzstock Bänke eines festen Sandsteins angefahren. Die Materialien aber, aus denen das Terrain der Salzsteppen besteht, sehen ganz anders aus.

Auch den Ablagerungen der persischen Salzformation fand ich bei den caspischen Thoren Conglomerate untergeordnet. Man könnte nun freilich fragen, ob sich nicht auch in versalzten Binnenseen Conglomerate bilden konnten. Da aber die meisten dieser Seen ausserordentlich flach sind (etwa das todtte Meer ausgenommen) und selten felsige Ufer haben, so wird die Bildung von Geröll-Ablagerungen in denselben meist als ausgeschlossen zu betrachten sein.

Ueberlagert wird die karpathische Salzformation in Ostgalizien von zum Theil Braunkohlen führenden, meist aus losen Sanden bestehenden Schichten, in denen ausser einer anscheinend zum grossen Theil aus Ahornarten bestehenden Flora auch marine Versteinerungen vorkommen. Stur (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1874, p. 402) hat aus der fossilreichen Schicht in der Nähe des Braunkohlenflötzes von Novosielica folgende Arten bestimmt: *Buccinum miocenicum* Mich., *Cerithium lignitarum* Eichw., *Cer. pictum* Bast., *Nerita Grateloupana* Fér., *Tellina cf. ventricosa* Serr., *Modiola Hoernesii* Reuss. *Ostrea digitalina* Eichw., *Cardium* sp., *Mytilus* sp. und *Rotalia Boccaria* d'Orb. Namentlich scheint *Cerithium lignitarum* vorzuherrschen. Stur hält diese Ablagerung für eine brakische Facies der marinen Stufe und nimmt an, dass sie dem oberen Braunkohlen-Niveau unmittelbar unter

den Leithakalk-Bildungen angehöre und insbesondere dem durch Czižek bekannt gewordenen Vorkommen bei Mauer gleiche.

Diese Schichten liegen nun evident im Hangenden der karpathischen Salzformation und zeigen ausserdem sehr flache Lagerung, welche erst unmittelbar am Gebirgsrande (Paul und Tietze l. c. p. 96 u. 97) in eine steil aufgerichtete übergeht, während die Schichten der Salzformation nach allen Richtungen gestört sind und fast überall am Karpathenrande sogar unter die älteren Karpathen-Sandsteine einzufallen scheinen, wie diess ja auch Pošepny für Wieliczka selbst betont, wenn er von dem südlichen Fallen innerhalb der Salzformation spricht. Jedenfalls beweisen die angeführten Lagerungs-Verhältnisse vollkommen, dass die karpathische Salzformation nicht allein älter ist als sarmatisch, sondern auch älter als die obere Abtheilung der Mediterranstufe, der Leithakalk.

Man wird also wohl die zu Wieliczka in dieser Formation gefundenen marinen Versteinerungen, welche der Hauptsache nach ganz zu dem Niveau passen, welches die Salzformation in ihren Lagerungs-Verhältnissen thatsächlich einnimmt, als nicht aus älteren Schichten eingeschwemmt, sondern zu der Formation selbst gehörig betrachten müssen. Damit fällt der wesentlichste Grund fort, die karpathischen Salzablagerungen für Producte eines Wüstenbeckens zu halten.

Ich will gerne zugestehen, dass sich kleinere Salzablagerungen auch älterer Perioden finden lassen können, welche sich auf die Absätze von Salz in geschlossenen Wüstenbecken, das heisst, aus den in der Mitte solcher Becken existirt habenden Salzseen zurückführen liessen. In solchen Fällen müsste nur auch ermittelt werden, dass die äussere Gestaltung des Landes in jener Zeit die Bildung solcher abflussloser, d. i. von allen Seiten mit Gebirgsumwallungen oder Boden-Anschwellungen umgebener Depressionen, welche in unserem Falle die Karpathen in einem grossen Bogen umgeben hätten, ermöglichte. Warum aber soll die Möglichkeit eines solchen Vorkommens andere Möglichkeiten des Salzabsatzes ausschliessen, warum soll sich Salz in grösseren Mengen nicht auch aus isolirten Meerestheilen niederschlagen können. Herr Pošepny legt den diessbezüglichen Vorgängen der Jetztzeit keine grosse Wichtigkeit bei. Nach ihm ist es höchstens möglich, den Absatz gering mächtiger Lagerstätten „aus der unerschöpflichen Quelle, dem Meere,“ zu erklären, weil die betreffenden Meerestheile, in denen sich solche Absätze vollziehen könnten, wie beispielsweise die Limans am Asow'schen Meere, viel zu flach seien, um grosse Mächtigkeiten zuzulassen. Eine Wassersäule von 100 Meter liefere eingedämpft erst 1·4 Meter Salz, und die grösste bekannte Meerestiefe von 13,620 Meter repräsentire erst 191 Meter Salz. „Auf diese Art sind die mächtigen Salzabsätze nicht zu erklären“ (l. c. p. 12), und so wird denn, da ein mächtiger Absatz des Salzgehaltes des Meeres auf directem Wege nicht plausibel erscheint, dieser Absatz auf indirectem Wege mittelst des Transports durch die Atmosphäre zu erklären versucht.

Zunächst möchte von Neuem der Hinweis gestattet sein, dass wohl die meisten der uns aus der Jetztzeit bekannten Salzsteppenseen ebenfalls ihrer Natur nach ausserordentlich flach sein müssen. Sie befinden

sich, wie der Salzsee, den ich in der persischen Salzwüste südlich vom Siakuh beobachtete, in der Mitte äusserst mässig geneigter Mulden. Die grösste Tiefe des Urmiasees fand Monteith (Abich l. c. p. 29) zu 45 Fuss und ist die mittlere Tiefe dieses Sees nach Rawlinson nur 12 Fuss. Der Tso-Gyaghár, welchen v. Richthofen (l. c. p. 139) als ein Beispiel der Salzseen von Tibet abbildet, zeigt einen breiten sandigen Uferstrand, welcher durch das allmälige Eintrocknen des Wassers blossgelegt wurde. „Die öde Natur, die sanfte Verflächung des Bodens und die Schuttbedeckung der Berggehänge treten hier, wie bei allen abflusslosen Salzseen hervor.“ Die Salzbank, welche sich am Grunde der Bitterseen auf dem Isthmus von Suez befindet, hat nach Lesseps (ann. chim. phys. 1874, 3, 129) eine durchschnittliche Mächtigkeit von nur 9'68 Meter. Dabei sind die einzelnen wirklichen Salzlagen dieser Bank, welche von einander durch dünne Sandschichten geschieden werden, meist nur 6—10 Cm. dick. Solche Seebecken sind gewiss nicht geeigneter, mächtige Ablagerungen von Salz zu erzeugen, als Meerestheile, wie beispielsweise der Golf von Karabugas an der Ostküste des Caspisees, den wir als Muster der Jetztzeit für die marine Ablagerung von Salz ansehen können.

Man darf auch die Berechnung der Salz mengen, welche sich aus Meerestheilen niederschlagen können, nicht in der von Pošepny angegebenen Weise einfach mit dem Verhältniss der Höhe der Wassersäule zu der Höhe der dieser entsprechenden Salzsäule anstellen. Durch die schmale Meerenge, welche den Golf von Karabugas vom caspischen Meere trennt, strömt das Wasser des letzteren beständig mit der bedeutenden Geschwindigkeit von $3\frac{1}{2}$ Seemeilen pr. Stunde ein, ohne je zurückzukehren. Ein unterseeischer Gegenstrom scheint wenigstens bis jetzt nicht nachgewiesen zu sein. Die starke Verdunstung auf der Oberfläche dieses von trockenen Steppengebieten umgebenen Golfes hält dieser Wasserzufuhr das Gleichgewicht. Das mit dem Meerwasser beständig hineingeführte Salz jedoch verbleibt dem betreffenden Becken, welches auf diese Weise einen Condensator für das Salz viel grösserer Meerestheile vorstellt, als des eigenen Cubikinhalts an Meerwasser.

Die Frage, ob die Muscheln oder andere Seethiere, deren Reste man eventuell in den Absätzen solcher Meerestheile finden kann, in einem concentrirten Salzwasser gelebt haben können, und der Einwand, den man aus der verneinenden Beantwortung dieser Frage gegen die marine Natur solcher Absätze herleitet, kommt gar nicht in Betracht, denn mit einer solchen Strömung, wie diejenige, welche den Golf von Karabugas mit stets neuen Salzquantitäten versieht, können selbstverständlich auch Meeresthiere aller Art eingeführt werden. Eine eigene Fauna brauchen solche concentrirte Salzlösungen gar nicht zu besitzen und damit würde der Umstand stimmen, dass die Salzlagerstätten meist an Fossilien relativ sehr arm sind.

Auch der Salzgehalt des Mittelmeeres geht nach Bischof (l. c. p. 1561) einer weiteren Concentrirung entgegen. Der einströmende Strom bei Gibraltar hat das Uebergewicht über den ausströmenden. Wenn sich auch nach Bischof (l. c. p. 1717) auf dem Boden dieses Meeres gewiss noch kein Steinsalz abgesetzt hat, so bleibt doch die

Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der in einer Tiefe von 4020 Fuss gefundene Salzgehalt von 17·3 Procent nach und nach immer höher heraufrückt.

Ich konnte nicht umhin, an solche Dinge zu erinnern, um zu zeigen, dass die Verhältnisse, unter denen sich aus Meerestheilen Salz absetzen kann, nicht immer so kleinlich sind, wie sie mein verehrter Freund darstellen möchte, und dass im Vergleich dazu die Verhältnisse in den Salzsteppen und den dazu gehörigen Salzseen viel eher als kleinliche bezeichnet werden dürfen.

Erst jetzt, wo ich diesen Aufsatz abschliesse, wird mir die soeben erschienene Arbeit von Ochsenius über die Bildung der Steinsalzlager (Halle, 1877) zugänglich. Dieser Autor kommt (p. 43) zu dem Ausspruch, dass alle Bedingungen für den Absatz mächtiger Salzlager gegeben seien, wenn man sich einen Meerbusen mit entsprechender Barre, dazu ein trockenes, hinreichend warmes Clima und eine süsswasserarme Umgebung denke. Die Verhältnisse des Mittelmeeres beweisen übrigens, dass jene Trockenheit und Süsswasserarmuth nicht immer übertrieben auffällig zu sein brauchen.

Da Hrn. Pošepny die älteren Salzlagerstätten als Producte versalzener Wüstenbecken gelten, so sucht er die Meinung, als könne die Versalzung solcher Becken durch das Auftreten älterer Salzlagerstätten in der Umgebung solcher Becken mit in erster Linie bedingt werden, dadurch ad absurdum zu führen, dass er darlegt, endlich müsse man doch einmal für die ältesten und ersten solcher Becken ein Ursalzlager annehmen, dessen Auslaugung der Versalzung als Grundlage gedient habe. Ein solches Ursalzlager sei aber nicht bekannt und seine Annahme ein Unding. Darin hat er Recht, indessen bedarf es aber einer solchen Annahme gar nicht, wenn man die Entstehung von Salzlagern aus Meerestheilen zugibt. Den Salzgehalt des Meeres aber müssen wir als etwas Gegebenes voraussetzen (das thut schliesslich auch mein geehrter Freund). Wie dann das Meer selbst zu diesem Salzgehalt gekommen sein mag, darüber zu speculiren ist vorläufig ganz müssig.

Es erübrigt uns zum Schluss nur noch, einen besonders eigenthümlichen Punkt aus der Reihe der Pošepny'schen Ausführungen hervorzuheben. Der Verfasser spricht sich (l. c. p. 20) im Verlauf seiner Auseinandersetzung gegen die von Einigen geäusserte und wohl nur von Wenigen mehr gehegte Ansicht aus, dass die Salzlagerstätten Sublimations-Producte von Vulcanen seien, und nimmt bei dieser Gelegenheit Anlass, die Chlorverbindungen im Innern der vulcanischen Herde, wo daraus unter Mitwirkung von Wasserdampf und Glühhitze Salzsäure entwickelt werden könne, „abermals am leichtesten und ungezwungensten aus atmosphärischen, salzhaltigen Niederschlägen“ abzuleiten. „Diese Erklärung,“ schreibt er, „wird allerdings Jene nicht befriedigen, welche die Vulcane als dii ex machina in Anspruch nehmen, allein es dürfte doch von Werth sein, eine allen Vulcanen zu statten kommende Salzquelle zu besitzen, statt, wie es früher nothwendig war, eine Verbindung mit dem Meere oder die Existenz von tief liegenden Salzlagerstätten annehmen zu müssen.“

Da wäre doch die Frage gestattet, ob auch die riesigen Wassermengen, welche beispielsweise durch die beständig aus dem Vesuv, dem

Stromboli und anderen thätigen Vulcanen aufwirbelnden Dampfvolken repräsentirt werden, auf eingesickertes Regenwasser zurückzuführen sind. Uebrigens wird auch die Thatsache, dass thätige Vulcane stets mehr oder minder in der Nähe der Küsten auftreten, vorläufig noch immer berücksichtigt werden müssen, um so mehr, als durch die jüngsten Untersuchungen Muschtekoff's (Les volcans de l'Asie centrale, bull. acad. Pétersb. Bd. 23) im Anschluss an die früheren Beobachtungen Semenow's und Venukoff's die Nichtexistenz der von Humboldt seinerzeit in Central-Asien angenommenen Vulcane erwiesen wurde. Auch hier liegt demnach noch keine Nöthigung vor, den Gedankengang Pošepny's zu acceptiren.

Wenn man sich also auch daran wird gewöhnen müssen, den subaërischen Bildungen eine grössere Bedeutung als bisher in der Geologie zuzugestehen, so ist doch, wie ich in vorstehenden Bemerkungen zu zeigen versuchte, keine Veranlassung gegeben, die Theorie vom Absatz aus der Atmosphäre sogleich auf so verschiedene Gebiete zu übertragen, wie diess in der besprochenen Schrift geschehen ist. Man könnte dadurch der Verbreitung eines an sich so fruchtbaren, aber immer noch Widerstand findenden Gedankens eher hinderlich als förderlich sein.

Nichtsdestoweniger können wir den von Pošepny bei der letzten Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft (Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1877, p. 223) ausgesprochenen Satz, dass die Salzlagerstätten gewissermassen meteorologische Daten über die Beschaffenheit des Klima's früherer Formationsalter repräsentiren, nur auf das Dankbarste acceptiren. Es ist wahrscheinlich, dass dieser Gedanke einst noch sehr ausgebeutet werden und uns Anhaltspunkte zur Beurtheilung vergangener Epochen an die Hand geben wird, an die wir kaum noch gedacht haben.

So z. B. war man auf Grund der weiten Verbreitung der sich in ihrem Charakter überall ziemlich gleichbleibenden und von den Breitengraden unabhängig scheinenden Flora der paläozoischen Formation vielleicht geneigt, für jenes Zeitalter sich eine Atmosphäre als herrschend zu denken, die ungefähr der feuchten Luft unserer Treibhäuser ähnlich gewesen sein könnte. Der Umstand, dass es selbst paläozoische Salzlager, z. B. in Amerika gibt, entspricht einer solchen Vorstellung von der allgemeinen Verbreitung eines derartigen Treibhausklima's nicht, sobald wir uns die Salzlager (und namentlich die grösseren Salzlager) in Meerestheilen gebildet denken, deren Umgebung ähnlich wie am Kara Bugas so trocken ist, dass die Verdunstung auf der Oberfläche als eine ganz enorme gelten kann, oder bei deren Umgebung wie am Mittelmeer wenigstens an solche meteorologische Verhältnisse gedacht werden muss, wie sie den vielbesungenen schönen Himmel Italiens und Griechenlands bedingen.
