

Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges in Persien.

Von Dr. Emil Tietze.

Bei dem erhöhten Interesse, welches neuerdings der tektonischen Geologie als solcher entgegengebracht wird, mag ein kurzes Eingehen auf die Tektonik auch der persischen Gebirge gerechtfertigt erscheinen, und will ich desshalb versuchen, die diessbezüglichen Verhältnisse des Albursgebirges zu skizziren, soweit die immer noch lückenhafte Kenntniss, welche ich von dieser Kette gewinnen konnte, mir diess gestattet.

Doch muss ich zunächst vorausschicken, was man unter dem Namen Alburs verstehen könne. Insoferne die geographische Bezeichnung eines Gebirges sich sowohl nach dessen natürlicher Begrenzung als, wenn möglich, nach dem Sprachgebrauch der dasselbe umwohnenden oder bewohnenden Völker zu richten hat, ist die Definition der in Rede stehenden Gebirgskette keine ganz einfache.

Auf die wichtige Rolle, welche der Albordj, der Berg der Berge, in der Kosmogonie der alten Perser spielt, hat C. Ritter (Asien, Erdkunde, Bd. 8, p. 42) ausführlich hingewiesen. Vorerst entstand Albordj, darauf die übrigen Berge der Erde. Er ist der älteste der Berge, denn er wuchs, als die Erde geschaffen war, auf das Geheiss des Ormuzd aus des Mitte der Erde empor, in 200 Jahren bis zum Sternenhimmel, in andern 200 bis zum Mondhimmel, in den dritten 200 bis zum Sonnenlichte, und in den vierten bis zum Urlichte, so dass er 800 Jahre zu seiner Vollendung gebrauchte (l. c. p. 45). Er ist der Lichtberg, der Nabel der Erde. Alle Gestirne kreisen um ihn.

Aus dem Namen Albordj, welcher der Grosse, der Erhabene bedeutet, ging der Name Alburs hervor.

Ritter macht nun darauf aufmerksam, dass dieser Name sich ursprünglich auf das hohe Gebirgsland im Norden Indiens bezog, durch die Arier jedoch späterhin auf westwärts davon gelegene Localitäten übertragen wurde, wie man denn mit diesem Namen auch die Zagroskette belege, und wie auch der Name des höchsten Gipfels des Kaukasus, Elbrus, hierher bezogen werden könne.

Vielleicht erinnert nicht minder der Name unserer europäischen Alpen noch an diese uralte Bezeichnung.

Bei den Schriftstellern des classischen Alterthums, Plinius und Strabo, macht das heutige Albursgebirge einen Theil ihres Taurus aus, der für sie von Klein-Asien bis Indien sich erstreckte. Ritter hat das Grossartige dieser Auffassung anerkannt durch den bezeichnenden Ausdruck des taurischen Gebirgssystems, aber er warnt doch andererseits (l. c. p. 551) vor den Missverständnissen, welche aus einer Zusammenfassung von freistehenden Gebirgsketten mit Randgebirgen von Hochplateaus entstehen können.

Bei dem heute in Persien üblichen Sprachgebrauch wird die Bezeichnung Alburs in erster Linie auf die hohe, zwischen den Thälern des Talakhan und des Alamud sich erhebende Kette angewendet, für welche Grewingk in seiner Schrift über die orographischen und geognostischen Verhältnisse des nördl. Persien (Petersb. 1853) den Namen Alamudhöhen vorgeschlagen hat, ein Vorschlag, der als Auskunftsmittel zur vorläufigen Verständigung seine Berechtigung haben mochte, aber doch insofern misslich ist, als er vom Sprachgebrauch der Eingebornen nie acceptirt werden dürfte. Hier, zwischen Talakhan und Alamud, haben wir also den Alburs par excellence. Indessen ist der Name auch für den grössten Theil der Kette, welche den Nordrand Persiens bildet, im Gebrauch.

Man darf übrigens nie vergessen, dass die Bergnomenclatur der Eingebornen in Persien, wie anderwärts, eine ziemlich verschwommene ist, und dass, wenn es sich um allgemeine Bezeichnungen von grösseren Gebirgen und Gegenden handelt, diese Bezeichnungen selten einem präcis definirten Begriff entsprechen.

Der Geograph oder der Geologe müssen in solchem Falle etwas willkürlich dem Sprachgebrauch nachhelfen.

Mit dem Namen des Albursgebirges wollen wir desshalb jenen Theil des nördlichen Randgebirges des iranischen Plateaus bezeichnen, welcher im Westen durch die Thalfurche des Sefidrud und vom Char-sanpass begrenzt wird.

Der Sefidrud trennt hier den Alburs von den von Grewingk sog. Ghilan- und Talysch-Alpen, welche freilich eine der des Alburs in vieler Beziehung ähnliche Zusammensetzung zu besitzen scheinen, indessen von dem Sprachgebrauch kaum mehr unter dieser Bezeichnung verstanden werden. Der Sefidrud (der weisse Fluss) ist der einzige Fluss, der das caspische Randgebirge des persischen Plateaus vollständig durchquert, und der einzige, in den Caspi-See gehende persische Fluss, welcher nicht in diesem Randgebirge seinen Ursprung nimmt, sondern aus dem Inneren des Landes kommt. Seine Thalfurche ist daher als Scheidelinie zweier Gebirge in unserem Fall bedeutungsvoller als jede andere. Dazu tritt für uns noch der Gesichtspunkt, dass gerade die zwischen der Linie Kaswin-Mianeh einerseits und der Küste von Ghilan und Lenkoran andererseits gelegenen Gebirgssysteme ziemlich verwickelt werden, und namentlich das geologische Verhalten solcher Ketten, wie der Bulguschkuh zu der nordwestlichen Fortsetzung des Alburs noch nicht deutlich erkannt werden konnte. Es mag also zweckmässig sein, ganz unzulänglich Bekanntes vorläufig von der Betrachtung auszuschliessen.

Nicht minder schwierig ist es, die Ostgrenze des Alburs zu fixiren. Wir wissen, dass er durch die Gebirgszüge im Norden Chorassans und Afghanistans mit dem Paropamisus und dem Hindukusch zusammenhängt, aber es ist bei der immer noch sehr ungenügenden Kenntniss, welche wir von diesen Gebirgszügen haben, misslich zu sagen, wo der Abschnitt am passendsten gemacht werden soll.

Der Engländer Conolly (A. Conolly, *journey overland to north India*, London 1834, vol. I, p. 289) setzte die Grenze zwischen Alburs und Paropamisus etwa in die Mitte zwischen Herat und Mesched. Hier soll in der Gegend von Scherifabad eine Lücke, eine Einsenkung zwischen beiden Gebirgen vorhanden und die Verbindung derselben nur durch niedrige Berge hergestellt sein.

C. Ritter (l. c. p. 260) wiederum setzte die Ostgrenze des Alburs in den Meridian von Asterabad, da erst hier der nördliche Grenzwall des iranischen Hochlandes bedeutendere Verhältnisse annehme, während die Bergzüge im Norden Chorassans relativ niedrig und unbedeutend seien. Diese Auffassung scheint mir jedoch nicht begründet. Im Meridian von Asterabad ist keinerlei irgendwie beträchtliche Einsenkung der Gebirgskette wahrzunehmen. In dieser Gegend erhebt sich im Gegentheil der imposante Schabkuh, der zu den höchsten Gipfeln der Kette gerechnet werden kann, und östlich der Gebirgspässe, die man auf dem Wege von Asterabad nach Schahrud passirt, erhebt sich das Gebirge nicht viel niedriger, als westlich davon.

Am zweckmässigsten mag es, so weit ich die Sache nach den eingezogenen Erkundigungen zu beurtheilen vermag, vorläufig sein, die Ostgrenze des Alburs in die Gegend von Budschnurd oder Kutschan zu setzen, da bis dorthin der zwischen Asterabad und Schahrud entwickelte Gebirgszug seinen geschlossenen Charakter bewahren soll. Ich gebe übrigens gerne zu, dass ein längerer Streit über die Grenzen eines Gebirges, welches nach beiden Enden hin Fortsetzungen hat, ziemlich müssig wäre. Wer vermöchte z. B. die Grenze zwischen See-Alpen und ligurischen Apenninen genau anzugeben oder wer könnte einen scharfen Schnitt zwischen den Karpathen und den transsylvanischen Alpen ziehen, obwohl diess sogar Gebirge von verschiedener Richtung der Kammlinien sind.

In der von uns vorgeschlagenen Begrenzung besitzt der Alburs bei einer durchschnittlichen Breite von mehr als 15 geographischen Meilen eine Länge von 90—100 solchen Meilen. Seine Passhöhen übersteigen häufig 7000 Fuss. Manche seiner Gipfel oder Kammhöhen liegen zwischen 9000 und 14,000 Fuss über dem Meere. Sein höchster, allerdings vulcanischer Gipfel, der Demavend, von welchem manche Messungen sogar die Höhe von 20,000 Fuss angeben, lässt die höchsten Gipfel der Alpen weit hinter sich zurück, und könnte sich den hohen Kegelbergen der südamerikanischen Cordilleren würdig an die Seite stellen. So erscheint der Alburs dem Hochgebirge im Centrum unseres Welttheils, den Alpen mindestens ebenbürtig, und könnte sich ausser den Alpen kein anderes europäisches Gebirge mit ihm an Bedeutung messen.

Der Alburs ist kein einfacher Gebirgszug, sondern besteht aus Reihen untereinander mehr oder minder paralleler Ketten, welche sich in ihrer Bedeutung als Wasserscheiden oder höchste Kammerhebungen

ablösen, bisweilen jedoch untereinander durch Querjoche verbunden erscheinen. Diese Querjöcher sind als Wasserscheiden einzelner Flusssysteme oft von Wichtigkeit.

So spielt z. B. die hohe Schemirankette nördlich Teheran, welche an Höhe ihre nördlich vorliegenden Parallelketten wie diejenige des Kendemun (Kendewan) übertrifft, als Wasserscheide gar keine Rolle, insofern alles an ihren nördlichen Flanken entspringende Wasser, sei es westlich durch den Keretschfluss, sei es östlich durch den Dschedscherud nach Süden, nach dem Wüstenlande abgeführt wird. Dagegen bildet ein zwischen den Ortschaften und Thälern von Scharistonek und Ahar sich erhebender Querriegel nördlich vom Schemiran die Wasserscheide zwischen dem Keretschgebiet und dem Dschedscherudgebiet. Die vorhin erwähnte hohe Kette zwischen den Thälern des Talakhan und des Alamud bildet eben nur zwischen diesen beiden Thälern eine Wasserscheide, die sich aber nach Westen nicht fortsetzt, die Vereinigung der beiden Flüsse nicht hindert, welche als Schahrud dem Sefidrud zueilen und so ihr Wasser in's caspische Meer führen. Nur in der Gegend der Stadt Demavend ist die mächtige Kette, über welche der Pass von Imamsadeh Haschim führt, zugleich höchste Kammerhebung und Wasserscheide zwischen dem caspischen Meere und dem Wüstenplateau.¹⁾

Die Wasserläufe des Gebirges folgen in der Regel anfangs den zwischen den Parallelketten sich erstreckenden Längsthälern, um dann in oft engen, wilden Querthälern das Gebirge zu durchschneiden, und entweder wie Tschalus, Heras, Talar und Tedschen einen Ausweg nach der caspischen Seite zu suchen oder wie der Keretsch, der Dschedscherud und der Hablerud auf der Seite des Hochlandes in's Freie zu gelangen.

Halten wir ausserdem fest, dass der Alburzug sich als Randgebirge des persischen Hochlandes zwischen diesem einerseits und dem caspischen Meere, bezüglich der zur caspischen Depression gehörenden Turkmenensteppe andererseits hinzieht, so haben wir die allgemeinsten Grundlinien seines Verhaltens gegeben.

Ehe wir aber auf Einzelheiten eingehen, wie sie im Aufbau dieser Kette uns entgegentreten, müssen wir noch einiger Eigenschaften des Alburzuges gedenken, welche sein allgemein landschaftliches Verhalten betreffen, soweit dasselbe von geologischen Beziehungen bestimmt wird.

Nicht zu vernachlässigen bei der tektonisch-geologischen Schilderung eines Gebirges sind die Formen seiner landschaftlichen Conturen, da die Linien, mit welchen ein Gebirge vom Horizont sich abhebt, nicht allein von der Erosion, sondern auch von der Natur des Materials,

¹⁾ Hier darf ich wohl einen Irrthum berichtigen, der sich bei Ritter in der Auffassung dieser Gegend eingeschlichen hat. Derselbe sagt nämlich (l. c. S. Bd., p. 505): „Die Stadt Demavend, am Südost-Fusse des hohen Demavendpik, sendet ihren Gebirgsfluss, den Demavend, der vom gleichnamigen Pik herabströmt, südwärts in die Ebene von Veramin.“ Nun aber entspringt der bei Demavend fließende Fluss an den Südabhängen jener Wasserscheide, während der Demavendberg nördlich derselben steht. Die Hauptmenge der vom Demavendberge kommenden Wasseradern fließt zum Heras, der nach Masenderan geht. Ein Theil der an der westlichen Flanke des Berges entspringenden Wasser aber scheint in den Dschedscherud zu gehen.

welches die Gebirgsmasse zusammensetzt, und namentlich des Materials, aus dem die Gipfel und obersten Kammtheile bestehen, abhängt, sowie von der Natur der Störungen, denen diese Massen unterworfen waren. Wie verschieden solche Conturen sein können, wird z. B. der Reisende ermessen, welchem der Anblick der Alpen bei Salzburg bekannt ist, und der sich dann nach Schlesien oder Galizien begibt, um sich den Karpathen, sei es von Oderberg, von Lemberg oder von Stanislaw aus zu nähern. In dem einen Falle hat er eine pittoreske Mannigfaltigkeit der Gebirgsformen bewundern können, in dem anderen wird er überall dieselben langgezogenen Linien wiederfinden, welche für den äusseren Anblick der karpathischen Sandstein-Zone vom Flachlande aus so bezeichnend sind.

Ich möchte nun sagen, dass sich beim Anblick der Alburskette vom persischen Hochlande aus ein landschaftlicher Typus wahrnehmen lässt, der zwischen den beiden oben geschilderten Gegensätzen ungefähr die Mitte hält. Eine rückenförmige Gestalt der Gebirgskämme, die mit einfachen Linien den Horizont begrenzen, ist ziemlich charakteristisch für das Albursgebirge; allein die Höhendifferenzen in den einzelnen Theilen dieser Rücken sind dennoch meist bedeutender, als bei dem äusserst monoton aussehenden Walle, den die Karpathen vom galizischen Flach- und Hügellande aus vorstellen. Andererseits fehlen dem Alburs die phantastisch wilden Formen unserer Kalkalpen in den meisten Fällen. Seine meist durch Verwerfungs-Spalten getrennten Parallelkämme bieten allerdings oft schroffe Gehänge dar, an gähnenden Abgründen von ungeheurer Tiefe führen oft die Saumpfade im Innern des Gebirges vorüber, in wilden Schluchten durchbrechen reissende Gebirgsflüsse die Felsmassen, aber so grossartig die Scenerie im Innern des Gebirgszuges in Folge dessen sein mag, so gewaltig sie namentlich durch die Massen wird, welche uns natürlich in einem so hoch aufragenden Gebirge entgegentreten, so vermissen wir doch bei der Annäherung an dasselbe von aussen her jene zackigen Gipfel, jene unruhig schroffen Kämme, wie sie uns aus den Dolomitbergen Tirols, aus den Kalkgebirgen Salzburgs bekannt sind und wie sie sogar in der granitischen Tatra emporragen.

Doch gibt es einige Ausnahmen von dieser Regel. Zu diesen Ausnahmen gehört der dolomitische Gipfel des Hesorbende im Gebiete des Lowrathales, gehören die Hörner des Baru Mirsa bei Rute im oberen Dschedscherud-Gebiete, einige Kuppen am Keretschthale in der Nähe von Duab (das ist in einem Gebiet, in welchem, wie später nochmals erwähnt werden soll, fächerförmige Schichtenstellungen auftreten), endlich einige kleinere Ketten im Süden des Weges von dem Karawanserai Delitschai nach Aminabad (zwischen Stadt Demavend und Firuskuh). Auch der Serin-Kuh, vom kleinen Taar-See aus gesehen, kann hier genannt werden.

Dass schliesslich der Vulcan Demavend mit seiner kegelförmigen Gestalt in den Rahmen der hier geschilderten Landschaft gar nicht hineinpasst und ganz fremdartig für seine Umgebung aussieht, braucht nicht besonders betont zu werden.

Einen grossen landschaftlichen Gegensatz des Alburs zu unseren Alpen bezeichnet das beinahe völlige Fehlen der Seen. Mir sind in

diesem ungeheueren Gebirgszuge nur wenige und zwar kleine Gebirgsseen bekannt, und von diesen habe ich nur zwei selbst gesehen. Es sind das die Seen¹⁾ von Taar, auch Seen von Mumetsch genannt. Sie befinden sich nordöstlich von der Stadt Demavend ziemlich hoch im Gebirge, auf der Südseite der dort in dem Kuhl-Mas gipfelnden Hauptkette des Alburs, zwischen dieser und dem Serinkuh, und zwar liegt der grössere dieser Seen, wie ich besonders zu bemerken bitte, in einer tiefen Einsenkung mitten auf dem Querjoch, welches die Kette des Kuhl i Mas mit der Erhebung des Serin-Kuhl verbindet. Diese Position ist sehr merkwürdig. Morier (Sec. voy. Paris 1818) ist der Erste, der uns eine kurze Kunde von der Existenz dieses Wasserbeckens gegeben hat, ohne jedoch Einzelheiten über seine Lage mitzuteilen. Mit dem Demavendvulcan stehen diese Seen in keinerlei irgendwie gearteter Verbindung, wie ich betonen muss, weil man nach Ritter, welcher (l. c. 8. Bd., p. 564) dieselben unmittelbar bei Besprechung des Demavendkegels abhandelt, an eine solche Verbindung glauben könnte.

Die Seen liegen mitten im Kalkgebirge, dessen Basis rother Sandstein ist, wie er auch am untersten Rande des grösseren Sees zum Vorschein kommt.

Der grössere See hat etwa, wie Morier sagt, eine Stunde Umfang. Er zeigt vier Buchten. Die grösste dieser Buchten geht nordwärts gegen das Hauptgebirge. In dieselbe mündet ein kleiner Bach. Eine südliche Bucht ist gegen den Serinkuh zu gerichtet. Ausserdem ist östlich und westlich je eine Ausbuchtung des Sees wahrzunehmen. Eine ziemlich spitze Bergkuppe ragt an der Nordwestseite des Sees, zwischen dessen nördlicher und westlicher Bucht hervor, deren Gipfel von dunklem Kalk eingenommen wird, während unten in der Nähe des Wasserspiegels rother Sandstein ansteht, der sich auch unten am Nordrande und an der Ostbucht des Sees fortzieht.

Der See, dessen Spiegel von tiefblauer Farbe ist und so einen seltsamen Farbencontrast mit den hellen, kahlen Berglehnen, die ihn einschliessen, aufweist, hat keinen sichtbaren Abfluss, doch entspringt westlich vom See bei Taar ein Bach mit ziemlicher Wasserstärke, anscheinend unter dem Niveau des Seespiegels und es ist möglich, dass dieser Bach, der sich später mit dem Thale von Gelariwar vereinigt und nach der Stadt Demavend geht, seinen Ursprung einem unterirdischen Abflusse des Sees verdankt.

Eine halbe Stunde nordöstlich vom grösseren befindet sich der kleinere der beiden Taarseen, dessen Wasser grün erscheint. Er entspricht einer längsgestreckten, nordöstlich gerichteten Terrainfurchen, welche nach Westen etwas concav gebogen ist. Etwa in der Mitte des östlichen Ufers springt ein Felsen vor, der zwei kleine Buchten von einander scheidet. Dieser Felsen ist indessen bei höherem Wasserstande, der im Frühjahr eintreten mag, von Wasser bedeckt. Die Uferlinien bezeichneten jedenfalls einen mitunter 5—6 Klafter höheren Wasserstand, als derjenige war, den ich dort im Herbste beobachtete.

¹⁾ Der Perser hat kein besonderes Wort für See. Er nennt einen Gebirgssee Dario und mit demselben Worte bezeichnet er auch das Meer.

Auch die Existenz einer Schlammkruste, mit welcher jener Felsen stellenweise überzogen war, kann zur Unterstützung dieser Ansicht dienen.

Die Scenerie ist geschlossener, als beim grösseren See. Im Norden erheben sich die steilen Wände des Kuh i Mas, von welchem ein kleiner Bach herabkommt, und in den ebenfalls anscheinend abflusslosen See sich ergiesst, im Süden erblickt man die von hier aus etwas zackigen Kämme des Serinkuh. Der rothe Sandstein, der am grösseren See zum Vorschein kommt, ist hier verschwunden.

Eine Region stärkerer und schwächerer Quellen oder nasser Plätze, die man etwas weiter abwärts gegen Mumetsch zu, aber noch oberhalb des Angers Tschemendo antrifft, und welche als der Ursprung des Delitschai angesehen werden können, könnte einem unterirdischen Abfluss dieses kleinen Sees entsprechen.

Eine Ansicht über die Art der Entstehung dieser Seen, welche weniger den grossen Seen der Alpen, als den Meeräugen der Karpathen und den Gebirgsteichen der Sudeten (Riesengebirge) zu vergleichen wären, habe ich mir nicht gebildet.

Dieser Vergleich soll übrigens nur rein äusserlich das landschaftliche Verhalten dieser Wasserbecken bezeichnen, ohne ein Präjudiz für deren Erklärung zu bilden.

Diejenigen, die immer bei der Hand sind, unsere Alpen-Seen mit Glacialwirkungen in Verbindung zu bringen, würden auch hier geneigt sein, ähnliche Ansichten auszusprechen. Die Ansicht indessen, dass die Seen der Alpen mit den tektonischen Verhältnissen der betreffenden Gebirgsteile zusammenhängen, hat bekanntlich nicht minder ihre Vertreter gefunden. E. Favre hat auch besonders darauf hingewiesen, dass in der Kette des Kaukasus, obwohl dort Spuren der Eiszeit nachgewiesen wurden, sich doch nur äusserst wenige Gebirgs-Seen befinden (wie z. B. der kleine See von Duschet nahe der Strasse von Tiflis nach Wladikawkas), und dass dieses Fehlen der Seen daselbst ein Beweis für die Unabhängigkeit des Phänomens der Seebildung von Glacialwirkungen sei.

Wollen wir aber eine tektonische Erklärung der Bildung der Taar-Seen versuchen, so wäre zu bemerken, dass ihr Auftreten kaum einen directen Zusammenhang mit einer der grossen tektonischen Linien jener Gegend erkennen lässt, denn obschon sie beide südlich von der dortigen Hauptkette des Alburs stehen, längs deren Südrand sich, wie wir später erkennen werden, eine Bruchlinie andeutet, so ist doch die Lage des grösseren Sees gerade auf einem quer gestellten Verbindungsjoch zweier Gebirgsmassen etwas befremdlich.

Bei einem Kalkgebirge wird man gern an durch Unterwaschungen bedingte Einstürze denken. Dieser Gedanke wird aber in unserem Falle etwas gestört durch die Wahrnehmung, dass die Unterlage des betreffenden Kalkgebirges ein zu Aushöhlungen wenig disponirter Sandstein ist, wie er auch am Grunde des grösseren Seebeckens hervorkommt.

Von anderen Seen im Albursgebirge wäre noch der Istalch-See im westlichen Alburs zu erwähnen, welcher nach der Grewingk'chen Karte sich in dem Gebirgsstück befindet, welches durch den Winkel

den der Schahrud mit dem Sefidrud bildet, bezeichnet werden kann. In der Nähe von Viljabad, im Gebiete des Tschalusthales soll sich einer mir gewordenen mündlichen Mittheilung zufolge ebenfalls ein See befinden. Seine Lage muss ziemlich seitlich vom Tschalusthal anzu nehmen sein, denn an dem Karavanenwege, welcher längs desselben dort nach Masenderan führt, ist von dem See nichts zu bemerken.

In den von uns nicht mehr in die Betrachtung gezogenen Talysch-Alpen sah Fraser (narr. and adventures p. 292) einen kleinen See bei seinem Marsche nach Ardebil.

Ueber die tektonische Bedeutung dieser Seen sind vorläufig keinerlei Vermuthungen zulässig.

Wir wollen nun die Verhältnisse der Gebirgsbildung im Alburs betrachten nach dem Gesichtspunkt der räumlichen Vertheilung und Entwicklung der einzelnen Formationen und nach dem Gesichtspunkt der Schichtenstellungen und Lagerungsverhältnisse. Da die uns verfügbaren Beobachtungsergebnisse im Vergleich zur Grösse des Gebirges wohl noch gering zu nennen sind, so dürfen wir freilich ein allgemein befriedigendes Ergebniss der von uns anzustellenden Discussion kaum erwarten, denn die Lücken unserer Kenntniss sind bei Behandlung tektonischer Fragen noch viel gefährlichere Irrthumsquellen, als sie es bei stratigraphischen sein werden. Wir sind zufrieden, wenn es gelingt, gewisse, zum Theil untereinander noch unvermittelte Züge eines Bildes festzuhalten, dessen Ausführung und Colorirung Anderen überlassen werden muss.

Zum Verständniss des Folgenden muss ich hier kurz die Formationen aufzählen, aus deren Gesteinen sich der Alburs zusammensetzt. Eine vollständige und genaue Beschreibung dieser Bildungen, wie sie nach den von mir mitgebrachten Gesteinsproben und Versteinerungen möglich wäre, kann ich hier begreiflicher Weise nicht bringen, da diese Beschreibung von Einzelheiten petrographischer oder paläontologischer Art mit der Darstellung tektonischer Verhältnisse nichts zu thun hat. Ich skizzire die Sachen nur ganz kurz.

Von altkrystallinen Gesteinen sind die Granite oder Syenite zu nennen, wie sie beispielsweise im Keretschthale, am Tacht i Soleiman und wohl in Verbindung mit krystallinen Schiefen im nordwestlichen Alburs gegen den Sefidrud zu auftreten, dann darf der azoischen, zum Theil vielleicht altsilurischen Schiefergesteine der Gegend von Asterabad gedacht werden.

Paläozoische Gesteine spielen in dem Gebirge eine grosse Rolle. Zunächst muss hier ein alter rother Sandstein erwähnt werden, der nicht selten in Verbindung mit älteren Grünsteinen auftritt, und auf welchen ein System von meist dunklen Kalken und Schiefen zu folgen pflegt, in welchem Petrefakten des Devon und stellenweise des Carbon gesammelt werden können.

Dann fand ich eine theils kalkige, theils sandige, häufig aus tuffartigen Gesteinen bestehende Schichtenreihe, deren Glieder nicht selten an die sogenannte pietra verde der Trias Tirols erinnern, und welche überhaupt durch die grüne Farbe ihrer Gesteine höchst charakteristisch ausgezeichnet ist. Diese Schichten sowohl, welche ich als die „grünen Schichten des Alburs“ bezeichnen möchte, als gewisse, meist hellfar-

bige Kalke und Dolomite, welche in ähnlichen Lagerungs-Verhältnissen über den paläozoischen Bildungen und unter dem Jura angetroffen werden, bin ich geneigt, als Aequivalente der Trias anzusehen. Augit- und Labradorporphyre, sowie andere Grünsteine, treten im Bereich der genannten Bildungen, namentlich der „grünen Schichten“, auf.

Versteinerungen der Trias sind freilich bisher im Alburs nicht gefunden worden. Doch wäre es voreilig, die Existenz dieser Formation daselbst leugnen zu wollen. Im Kaukasus gilt die Trias allerdings als fehlend. Dafür ist uns ihre Entwicklung aus dem Himalaya bekannt, so dass a priori die Möglichkeit einer westlichen Fortsetzung dieser Formation bis in's nördliche Persien hinein nicht undenkbar wäre. Ich will hier einiger Lagerungs-Verhältnisse gedenken, welche für die von mir vorgeschlagene vorläufige Deutung beweiskräftig sein mögen.

Am Hesorbende bei Haimadscha im Gebiet des Keretsch- und Lowrathales liegen über den in ihren oberen Lagen eine obercarbonische, bezüglich permocarbonische Fauna enthaltenden dunklen paläozoischen Kalken, die ihrerseits von rothem Sandstein unterteuft werden, zunächst helle Kalke, und über diesen folgen helle, grob geschichtete Dolomite als Gipfelgesteine des Hesorbende. Man sieht dieselben deutlich unter die nördlich davon entwickelten Liassandsteine einfallen. Sie setzen mit anscheinend verringerter Mächtigkeit fort nach dem unmittelbar westlich vom Hesorbende gelegenen Gipfel des Serijud, wo man dieselbe Reihenfolge der Formationen beobachten kann.

Ein ganz ähnliches Profil kenne ich im Dschedscherud-Gebiet oberhalb Uschon, das Seitenthal von Rute aufwärts. Ueber dem nördlich fallenden rothen Sandstein kommen die Kalke des mit mächtigen Zacken und Hörnern aufsteigenden Baru Mirsa, zuunterst dunkler paläozoischer Kalk, darüber helle Kalke und Dolomite, und schliesslich mit nördlichem Fallen darüber lagernd der Liassandstein des Berges Ladschini.

Nördlich der Stadt Demavend sammelt man auf der Südseite des Imamsadeh-Haschimpasses bei Muschah paläozoische Petrefakten in dunklen Kalken, welche ihrerseits auf rothem Sandsteine auflagen. Auf der Nordseite des Passes tritt im Hangenden der dunklen Kalke Liassandstein auf, in der Nähe der dortigen, nur wenig unterhalb der Passhöhe gelegenen kleinen Karavanserai. Hier scheinen dieselben Kalke, von denen wir sprechen, verdrückt zu sein durch ein discordantes Uebergreifen des Sandsteins. Bachabwärts in der Richtung nach dem Herasthal zu sieht man dann aber helle Kalke mit steiler, vielfach gewundener Schichtenstellung anstehen, über welche dann weiter nördlich wieder Liassandsteine folgen.

Eine andere Wiederholung dieser Verhältnisse erkannte ich in dem Profil vom Gedukpass nordöstlich Firuskuh, abwärts in das Thal des Talar. Während das Joch des Passes alten rothen Sandstein mit Dioritdurchbrüchen zeigt, welcher von dunklen paläozoischen Kalken überlagert wird, kommen, wenn man nordwärts geht, noch vor dem Dorfe Abassabad in der Nähe einer alten pittoresken Burgruine, welche als mansil i div i sefid (Wohnung des weissen Geistes) bezeichnet wird, die hellgrauen Kalke im Hangenden der vorher genannten Gebilde, und

im Liegenden des bei Abassabad anstehenden Liassandsteins zum Vorschein. Das Streichen dieses Formations-Complexes geht, wie ich an mehreren Kalkbänken beobachtete, von WSW nach ONO, und sind die Schichtenstellungen hier oft äusserst steile. Weiter nördlich am Wege von Abassabad nach Urin, den Talar abwärts, kommt dann ein neuer Aufbruch des hellgrauen, triadischen Kalkes zum Vorschein. Auf einer seiner Felshöhen steht abermals die Ruine eines sog. mansil i div i sefid. Theilweise stellt der Kalk, wie ich ganz beiläufig anführe, hier eine Breccie vor, ähnlich gewissen Kalkbreccien der Alpen, wie z. B. am Semmering, wo ganze Kalkfelsen eine derartige Breccienstructur zeigen. Die Dislocation war hier übrigens nicht mehr energisch genug, noch die paläozoischen Schichten mit an die Oberfläche zu bringen.

Diese Beispiele von Lagerungsverhältnissen werden vielleicht genügen, meine Muthmassung vom Alter dieser Kalke zu rechtfertigen. Vielleicht ist später Jemand so glücklich, vom paläontologischen Standpunkte aus darüber urtheilen zu können. Es darf nicht überraschen, wenn man vorläufig noch nicht aus allen Schichten der asiatischen Hochgebirge mit Versteinerungen aufwarten kann. Wer ohne die nach und nach von zahlreichen Gelehrten und Liebhabern aufgefundenen Fundorte der alpinen Triaspetrefakten zu kennen, eine erste Reise in die Alpen machen würde, dem würden die mächtigen Kalke und Dolomite, die wir dort jetzt als der Trias angehörig erkennen, so gut wie versteinierungsleer erscheinen.

Was die grünen Schichten anlangt, zu denen ich beispielsweise die Bildungen rechne, welche die Höhe des Schemirankammes am Tochtschalpass nördlich Teheran zusammensetzen, so ist es mir weniger leicht geworden, ebenso deutliche und sichere Profile aufzufinden, aus denen ihre relative Lagerung sich ergeben könnte, als bei den besprochenen hellen Kalken. Doch erwähne ich die folgenden Beobachtungen.

Auf dem Wege, den ich von der Stadt Demavend zu den Seen von Taar machte, traf ich vor dem Dorfe Deschtimeso den grünlichen Sandstein der Liaskohlenformation; bei dem Dorfe Deschtimeso treten sodann die grünen Schichten auf, und auf der Nordflanke des Bergrückens, an dessen Südseite das Dorf Deschtimeso liegt, sah ich die dunklen Kalke der paläozoischen Formation, und nördlich unter denselben in dem engen, kurzen Längsthale, welches der östlichen Fortsetzung des später zu erwähnenden Sattelaufbruchs von Muschah entspricht, den alten rothen Sandstein zum Vorschein kommen. Aus diesem Profile, in welchem der alte rothe Sandstein und der Liassandstein die Endglieder sind, ergibt sich die Lage der grünen Schichten zwischen der paläozoischen und jurassischen Formation. Auch die Fallrichtung der Schichten stimmt mit dieser Auffassung. Wohl kommen in den dunklen Schichten nördlich Deschtimeso nördliche Neigungen vor. Dieselben sind jedoch als ganz locale, wohl durch Rutschungen bedingte Störungen aufzufassen, denn man braucht nur einen erhöhten Aussichtspunkt zu gewinnen, um zu bemerken, dass die dunklen Kalke und die sie überlagernden grünen Schichten im Grossen und Ganzen hier überall südsüdöstlich, das ist unter den vorerwähnten Liassand-

stein einfallen. Auch am Serinkuh, südlich der Taar-Seen, ruhen diese grünen Schichten unmittelbar über den dort sehr versteinungsreichen paläozoischen Schichten.

Bei der Aehnlichkeit indessen, welche einzelne Gesteine der grünen Schichten mit gewissen, später zu erwähnenden grünen Tuffen, die ich zur oberen Kreide rechne, besitzen können, wird man in Fällen undeutlich erkannter Lagerung sich vor Verwechslungen zu hüten haben.

Noch wären manchmal ziemlich mächtige Gypslager zu erwähnen, welche sich stellenweise den älteren Schichtcomplexen des Albus eingeschaltet finden, und die ihren Platz an der Grenze der grünen Schichten nach unten gegen die älteren Kalke und Schiefer haben. Bei Scharistonek und namentlich östlich von Scharistonek bei Ahar, sowie zwischen Dschowistan und Getterde sind derartige Gypse zu beobachten.

Von grosser Bedeutung für die Zusammensetzung des Gebirges ist ferner eine durch Kohlenführung ausgezeichnete Sandsteinformation, welche ich in meinen Reisebriefen aus Persien dem Lias zugerechnet habe.¹⁾

Gewisse helle, zum Theil Hornstein führende Kalke und Mergelschiefer der Demavend-Gegend, sowie gewisse dunkle Schiefer des Herasthales rechne ich vorläufig zur oberen Hälfte des Jura.

Die Kreideformation ist durch helle petrefaktenarme Kalke, durch gewisse Schichten mit Seeigeln und anderen Versteinerungen (nach Grewingk), sowie durch gelbe sandige Mergel mit Inoceramen vertreten, welche ich im Thal des Talar auffand. Ebenso rechne ich hierher gewisse grüne Tuffe, die zum Theil an die „Palla“ Siebenbürgens erinnern.

Die Nummuliten-Formation ist theils durch Conglomerate, theils durch Kalke repräsentirt. Petrefaktenreiche Eocänschichten kommen beispielsweise im Siakuh vor, allerdings schon ausserhalb des Albus. Die Salz führende Miocän-Formation ist am Südrande des Gebirges sehr verbreitet. Eine Partie sarmatischer Schichten sah ich in Masenderan. Auch am Südrande des Albus kommen einige Bildungen vor, welche etwas jüngeren Tertiärstufen angehören können.

Rechnet man hiezu noch einige Punkte, wo, wie am Demavend oder zwischen Talakhan und dem Berge Esselik, jüngere Eruptivgesteine auftreten, dann sehen wir, dass die meisten der grossen Formations-Abtheilungen mit grösserer oder geringerer Sicherheit im Albus als vertreten anzunehmen sind, wenn auch im Einzelnen zugestanden werden muss, dass für eine Menge enger begrenzter Formations-Abtheilungen der Nachweis noch fehlt. Das ist das Material, aus welchem das Gebirge sich aufgebaut hat. Die räumliche Vertheilung dieses Materials bietet Gelegenheit zu manchen nicht uninteressanten Wahrnehmungen.

Was das Hervortreten der einzelnen Formationen im Albursgebirge anlangt, so ist das zunächst wichtige Moment ohne Zweifel das Fehlen einer Axe altkrystallinischer Gesteine oder, wenn man sich anders ausdrücken will, einer fortlaufenden ununterbrochenen Zone älterer,

¹⁾ Die fossile Flora dieser Formation hat nach den von mir mitgebrachten Stücken Hr. Prof. Dr. Schenk in Leipzig gütigst zur Bearbeitung übernommen.

primitiver Felsarten, sei es als mediane, sei es als seitlich stehende Axe des Alburs.

Man kann ganze Durchschnitte durch das Gebirge machen, ohne eine hierher gehörige Felsart anzutreffen. Das ist z. B. der Fall, wenn man von der Stadt Demavend nach Amol reist, oder wenn man von Firuskuh über den Gedukpass und längs des Talarthales nach Masenderan geht. Dasselbe gilt für den Durchschnitt von Teheran über die Pässe des Tochtschal, des Kendewan und des Hesortschem nach der Mündung des Tschalus.

Eine derartige Thatsache mag bei einem grossen Gebirge immerhin befremdlich erscheinen, bleibt aber nicht ganz ohne Analogie. Russeger (N. Jahrb. 1837, p. 38) berichtete, dass er den kleinasiatischen Taurus kreuz und quer durchstreifte und den Centralzug dieser merkwürdigen Alpenkette ganz ohne sogenannte Primitivgebilde fand. Dasselbe gilt für die Apenninen in gewissem Sinne ebenfalls.

„Zunächst fällt es auf,“ sagt Suess (Ueber den Bau der italienischen Halbinsel, Sitzb. Akad. Wiss. 65. Bd., Wien 1872), „dass dem ganzen Appennin, im strengen Sinne der Kette des Gran Sasso, der orographischen Hauptlinie Italiens jedes Gestein fehlt, welches sich mit den älteren Gesteinen der Alpen vergleichen liesse.“

Am ehesten wird man noch für den Nordrand des Alburs eine in der Mitte ihrer Erstreckung indessen verschwundene Zone älterer Gesteine sich reconstruiren können, im Westen aus Graniten, Syeniten und krystallinischen Schiefeln bestehend, im Osten bei Asterabad durch seien es vorsilurische, azoische, seien es altsilurische Schiefergesteine markirt.

In dieser Beziehung zeigt die Alburskette eine gewisse Analogie mit dem Kaukasus, welcher ebenfalls im Norden, aber freilich mehr in dem mittleren Theil seiner Erstreckung, eine Zone altkrystallinischer oder überhaupt älterer Gesteine besitzt. Doch spielen derartige Formationen im Alburs augenscheinlich eine viel untergeordnetere Rolle als im Kaukasus.

Die meisten Gesteine dieser Art sind im Alburs, wahrscheinlich auf der Seite von Ghilan, vorhanden. Der französische Reisende Trezel (A. Jaubert, voyage en Arménie et en Perse, suivi d'un mém. sur le Ghilan et le Masenderan par M. Trezel, Paris 1821) fand östlich Sukhtaser, östlich Rescht Granitfelsen unmittelbar am Meere. Nach Grewingk (l. c. p. 124) kommen bei Massula im Ghilangebirge, welches die unmittelbare nordwestliche Fortsetzung des Alburs bildet, Thonkalkschiefer mit Quarzgängen vor. Unterhalb Massula folgen denselben Glimmerschiefer und Granit, die sich bis in die Gegend des Sefdrud ziehen.

„Dieselben und verwandte Gesteine,“ fährt Grewingk fort, „treten dann auch noch weiter am Fusse des Gebirges und entlang der Küste bis zum Tschalus auf. Ihr Vorkommen ist uns am Kuh i Derfek, bei Lahidschan, Lengerud, am Ausgange des Kachrudthales, im Kilischwaldgebirge $1\frac{1}{2}$ Werst von Abigerm, und mehr in's Land hinein, 3 Werst von Kasamli an der Südwestseite eines Ausläufers des Churmoberges bekannt geworden.“

Von diesen Punkten habe ich nur den Kuh i Derfek und auch diesen nur aus einiger Entfernung gesehen, nämlich von der Tschaparchane (Posthaus) von Rustemabad am Sefidrud aus. Man genießt hier eine der wundervollsten Gebirgsansichten in Ghilan, als deren Hintergrund sich eben der bewaldete, 7000 Fuss hohe Kuh i Derfek präsentirt. Der Berg hat in der That ganz das Aussehen einer Granitkuppe und weicht im Habitus jedenfalls von den Conturen der rücken- oder kammförmigen Ketten des Alburszuges ab.

Ferner vermag ich das Auftreten syenitischer und granitischer Gesteine am Tacht i Soleiman anzugeben, dem zweithöchsten Berge des Alburs, und dem höchsten, wenigstens nicht ausschliesslich vulcanischen Gipfel dieses Gebirges, dessen Höhe auf 14,000 Fuss angegeben wurde, und der bisher, so viel ich weiss, nur vom Botaniker Kotschy besucht wurde. Dieser Autor (Der westliche Elbrus, Mitth. d. geogr. Ges., Wien 1861, p. 98 und 99) gibt im Gebirgsstock des Tacht i Soleiman Trachyt- und Porphyrmassen, sowie Serpentin an. Ohne das Vorkommen solcher Gesteine daselbst im Geringsten bestreiten zu wollen, wozu ich kein Recht hätte, da ich den Tacht i Soleiman nicht bestieg, möchte ich doch bemerken, dass Kotschy gar nicht die Absicht hatte, mit den in seiner botanischen Reisebeschreibung zerstreuten geologischen Notizen einen vollständigen Abriss der Geologie des Tacht i Soleiman zu geben, und dass deshalb sehr wohl noch andere Gesteine ausser den von ihm erwähnten in jene Gebirgsgruppe gehören können. Ich wenigstens fand bei Hassankeif, welches an der Mündung eines ziemlich grossen, vom Tacht i Soleiman kommenden Thales in das Kesselthal von Kelardescht gelegen ist, zahlreiche Blöcke eines Syenits von altem Aussehen umherliegen, welche durch eben jenes Thal ihren Weg nach Hassankeif genommen haben, also von der Nordseite des Tacht i Soleiman herabgekommen sein mussten. Ich bedaure, dass ich bei meiner Anwesenheit in jener Gegend durch die Verhältnisse genöthigt war, eine Verfolgung dieser Beobachtung zu unterlassen, und dass ich den imposanten Thron des Salomon (Tacht i Soleiman), ähnlich wie den Kuh i Derfek auch nur von unten und par distance gesehen habe. So war es mir auch nicht möglich, die Erzählung einiger Leute aus Hassankeif zu prüfen, welche am Tacht i Soleiman ein Mineral beobachtet haben wollten, das beinahe wie Silber oder Gold glänze, und sich in sehr dünne und sehr grosse Blättchen spalten liesse. Man kann diese Beschreibung wohl nur auf grossblättrigen Glimmer deuten, der wahrscheinlich einem Granit angehört.

Der Tacht i Soleiman liegt auch noch westlich von der Tschaluslinie. Ich entdeckte indessen einige Meilen östlich der Mündung des Tschalus am Meeresstrande noch ein ziemlich grosses Geschiebe eines schönen Syenits. Es wäre also möglich, dass in den Bergen der Nordseite des Alburs, die zunächst östlich der Tschaluslinie gelegen sind, noch eine räumlich beschränkte Partie jenes Gesteines vorkäme. In gewissen, wahrscheinlich eocänen Conglomeraten des unteren Talar-Gebietes, also in einem bedeutend östlicheren Theile des Alburs, will Bell (siehe Grewingk l. c. p. 110) auch Granitgeschiebe gefunden haben. Im ganzen östlichen Alburs ist mir kein anstehender Granit bekannt. Möglich also, dass zur Eocänzeit noch eine Partie dieser

Felsart in jener Gegend emporragte. Uebrigens befinden sich die besprochenen Vorkommen ebenfalls auf der Nordseite des Alburs.

Doch ist mir eine Ausnahme bekannt von der Regel, dass altkrystallinische Gesteine im Centrum oder auf der Südseite des Alburs nicht vorkommen sollen.

Diese Ausnahme beobachtete ich im westlichen Alburs im Thale des Keretschflusses, welcher 6 oder 7 deutsche Meilen westlich von Teheran aus dem Gebirge in das Plateau tritt, dort wo das Dorf gleichen Namens und das Schloss Suleimanieh gelegen sind. Begehen wir das wildromantische Thal zwischen Suleimanieh und dem Duab (Zweiwasser) genannten Punkte. Bei Duab fliesst der Keretsch aus dem Lowraflusse und dem von Scharistonek kommenden Bache zusammen. Geht man von da flussabwärts, so durchquert man zuerst ein System älterer, zum Theil von älteren Grünsteinen durchbrochener Schichtgesteine, und trifft dann bei dem Dorfe Koschkebolo einen aus weissem Orthoklas und schwärzlichgrüner Hornblende bestehenden Syenit von oft sehr granitischem Habitus. Das Dorf Koschkebolo liegt am rechten Keretschufer, am oberen Ende einer durch zahlreiche Baumgärten gezierten Thalerweiterung.

Eine kleine Strecke mehr abwärts befindet sich am linken Ufer des Flusses der Marktflecken Warion. Gleich unterhalb dieser Ortschaft verengt sich das Thal zu einer wilden Schlucht, welche wiederum von Syenit gebildet erscheint. Dieser Syenit ist in jedem Falle älter als die paläozoischen Kalke des Alburs, denn weiter flussabwärts, wo das Thal sich etwas zu erweitern beginnt, liegen diese dunklen Kalke in durchaus regelmässiger Ueberlagerung über demselben und fallen mit südlicher mässiger Neigung davon ab. Der Syenit erscheint hier durchaus als passives Gebirgsglied, als das älteste Gestein eines Faltenaufbruchs.

Man kommt jetzt nach Chosenkale. Das kleine Dorf liegt am linken Ufer des Flusses, der hier eine Biegung nach Westen macht. Bald sieht man das Dorf Aderan vor sich. Zwischen Chosenkale und Aderan liegen die paläozoischen Schichten ausserordentlich flach, oft geradezu horizontal. Diese Beobachtung beruht, wie ich ausdrücklich betone, nicht etwa auf Täuschung, die etwa dadurch hervorgerufen werden könnte, dass wir hier eine Strecke lang im Streichen des Gebirges gehen. Der Charakter der Flussufer wird hier ein ganz anderer. Der Keretsch schneidet sich tief in die Schichtmassen ein, welche mit nahezu senkrechten, gleich hohen, deutlich stratificirten Wänden zu beiden Seiten über dem Flusse aufragen, in der Weise, dass zwischen diesen Uferwänden eben nur für den Fluss selbst Platz bleibt, ein Verhalten, welches an die Ufer des Dniestr bei Onuth erinnert. Ein von der linken Seite unterhalb Chosenkale kommender Zufluss, der kurz vor seiner Vereinigung mit dem Keretsch einen hübschen Wasserfall bildet, zeigt ähnliche Aufschluss-Verhältnisse wie der Keretsch selbst. Ich erwähne diese flache Lagerung hier zum Theil deshalb, um zu zeigen, dass unser Syenit keinen Antheil an der Gebirgs-Erhebung dieses Theiles des Alburs besitzt. Dann ist es auch an und für sich auffallend, dass mitten in einem von oft sehr intensiven Störungen betroffenen Gebirge sich einzelne Parteen sogar älterer Schichtgesteine in ruhiger Gleichgewichtslage erhalten konnten.

Gleich unterhalb Aderan befindet sich der unbedeutende, nur aus wenigen Häusern bestehende Ort Einistan. Dann verengt sich das Thal von Neuem bis Bina, wo abermals der Syenit auftritt, der unterhalb Bina ein mächtiges Massiv bildet, durch welches der Fluss in einer engen Schlucht sich hindurchzwängt. Dann kommen wieder bis Keretsch ältere Kalke und Grünsteine.

Die Syenite des Keretschthales bilden jedoch, wie schon aus unseren früheren allgemeinen Bemerkungen über das Urgebirge im Alburs hervorgehen kann, keine langgedehnten Gesteinszonen, da sie weder östlich vom Keretschthal im Schemiran-Gebirge, noch westlich davon zwischen dem Talachan und dem Südrande des Alburs angetroffen wurden. Ueberhaupt stellen sie den einzigen, mir bekannten Fall vor, wo ein altkrystallinisches Gestein auf der südlichen Seite der Alburskette wahrgenommen wurde.

Das Vorkommen von altem rothen Sandstein in Persien ist in mancher Hinsicht recht bemerkenswerth. Man kennt allgemein die Stellung des englischen oldred sandstone im Rahmen der Devon-Formation. Man weiss, dass ähnliche Gesteine von ungefähr gleichem Alter sich in den baltischen Gebieten Russlands finden, dass das Silur am Dniestr bei Zaleszczyky von rothen Devonsandsteinen bedeckt wird, und man weiss, dass auch in Armenien (vgl. Grewing k l. c. p. 36) rothe und braune Sandsteine in Verbindung mit Kalken gesehen wurden, deren Fossilien devonische Formen sind.

Nun gelang es mir, das Auftreten von rothen Sandsteinen im Liegenden von Kalken und Kalkschiefern nachzuweisen, die durch ihre Fossilien sich ebenfalls als devonisch herausstellen. Wir haben also eine eigenthümliche Verbreitung dieses Typus gegen Osten zu constatiren.

Die Sache würde an Interesse noch gewinnen, wenn sich herausstellen möchte, dass gewisse rothe Sandsteine der älteren Schichtgruppen des Himalaya hierher bezogen werden könnten. Doch scheint es, dass man dort über die zur sog. Krol-Gruppe gehörigen Gesteine noch zu keiner sichern Meinung gelangen konnte.

Im Albursgebirge selbst tritt aber unser Sandstein mehr in dessen westlichen als in dessen östlichen Theilen auf. In der Gegend des Lowrathales, am Fuladkuh u. s. w., ist er bedeutend entwickelt. Weiter östlich sah ich ihn aber noch in den Gebirgen östlich von Firuskuh und zwischen Asterabad und Scharud, so dass seine Verbreitung selbst dort noch nicht abgeschlossen erscheint. Merkwürdig erscheint das Fehlen unseres rothen Sandsteines in denjenigen Theilen des Keretschthales, in welchen, wie bei Koschkebolo und Bina, der Syenit auftritt, denn hier hätte man ihn vielleicht zwischen dem Syenit und den darüber lagernden Kalken erwarten können. Es lässt das auf Discordanzen zwischen den erwähnten Formationen schliessen.

Die paläozoische, theils dem mittleren oder oberen Devon, theils dem Kohlenkalk entsprechende Formation mit kalkiger oder schiefriger Facies, sowie der Kohlen führende Lias sind in der ganzen Kette von ziemlich allgemeiner Verbreitung.

Beschränkter ist die Verbreitung der zwischen diesen beiden Abtheilungen eingeschalteten Bildungen der „grünen Schichten“ und der

hellen, wahrscheinlich triadischen Kalke und Dolomite. Hier ist des besonderen Umstandes zu gedenken, dass die grünen Schichten mehr auf den westlichen Theil der Kette beschränkt erscheinen, während jene hellen Kalke dem Osten oder den mittleren Theilen des Gebirges anzugehören scheinen. Man könnte fast an eine gegenseitige Vertretung dieser beiden Bildungen denken. Doch liegen sie sich in den mittleren Theilen der Kette dazu zu genähert. Dazu kommt, dass die melaphyrartigen Gesteine und die Augit- und Labradorporphyre, welche im westlichen Albus, z. B. im Keretschthale und südlich vom Talakhan, massenhaft auftreten, im Osten ebenfalls fehlen. Hier haben wir eines der wichtigsten geologischen Probleme des Albus vor uns, dessen Lösung späteren Beobachtern, die bei grösserer Freiheit der Action als mir verstattet war, auch systematischer vorgehen können, nahe zu legen wäre.

Noch ist hervorzuheben, dass die betreffenden Kalke zwischen dem Liassandstein von Tasch und den paläozoischen Schichten von Kelbehede im Profil zwischen Schahrud und Asterabad nicht beobachtet wurden, was auf ein Auskeilen dieser Bildungen im Osten schliessen lässt. Das wäre um so auffallender, als uns doch im Himalaya und im Karakorum triadische Kalkbildungen bekannt geworden sind.

Jurassische Gesteine jüngeren Alters als die Kohlen führende Formation wurden nur sporadisch nachgewiesen, sofern man nach unseren nicht durch paläontologische Nachweise gestützten Angaben das Alter der betreffenden Ablagerungen überhaupt als jurassisch anerkennt.

Es verdient nun besonders hervorgehoben zu werden, dass nur Gesteine obercretacischen Alters im Albus gefunden werden konnten, dass die Glieder der unteren oder mittleren Kreide weder von mir, noch von Andern in diesem Gebirge beobachtet wurden. Ist man auch nicht berechtigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass solche Glieder im Albus völlig fehlen (ein solcher negativer Schluss wäre gewagt für ein riesiges Gebirge, in welchem zahlreiche Punkte noch nie von einem Geologen besucht wurden), so gewinnt die hervorgehobene Thatsache des mangelnden Nachweises der unteren und mittleren Kreide im Albus ein gewisses Interesse durch den Umstand, dass für eine Menge Gebiete Europa's, Asien's und Nordamerika's eine weitgehende Transgression der oberen Kreide über ältere Formationen bekannt ist, was E. Suess (Entstehung der Alpen, 6. Abschnitt) umfassend auseinandergesetzt hat.

Da diese Frage der transgredirenden Lagerung der oberen Kreide von allgemeiner Wichtigkeit ist, so möchte ich hier kurz der Angaben gedenken, welche wir von dem Auftreten der Kreideformation in anderen Theilen Persiens besitzen. William Ainsworth (researches in Assyria, Babylonia and Chaldäa forming part of the labours of the Euphrates expedition, London 1838, p. 232) spricht von Belemniten, Ammoniten und Turriliten, in den von ihm als persische Appenninen bezeichneten Gebirgen zwischen Schiras und Buschir. Diese Angaben sind zu allgemein, als dass mit Sicherheit das nähere Niveau jener Kreideschichten sich entnehmen liesse. Ebensowenig gewinnen wir diese Sicherheit aus den diessbezüglichen Angaben von Loftus (Turco-persian frontier, quat. jrn. London 1855, p. 286 und 289). Indessen

scheint aus den neuesten Beobachtungen von Blanford (Eastern Persia, an account of the journeys of the persian boundary commission vol. II, London 1876, p. 457) hervorzugehen, dass im südlichen Persien Hippuritenkalke sehr verbreitet sind, in denen man gern mit Wahrscheinlichkeit eine Vertretung der oberen Abtheilung der Kreideformation annehmen wird. Uebrigens beschrieb schon Woodward im quaterly journal (1855, p. 58) Hippuriten aus Persien. Wenn dann Blanford viele der von Loftus noch dem Eocän zugerechneten Kalke zur Kreide stellt, so möchte für diese Schichtglieder doch eher ein obercretacisches als ein untercretacisches Alter angenommen werden dürfen.

Gewisse helle Mergel, die ich zwischen Kuhrud und So (nördlich Isfahan) unter rothen Eocän-Conglomeraten beobachtete, rechne ich ebenfalls zur oberen Kreide.

Die Eocänschichten oder die vorläufig hierher zu beziehenden Gesteinspartieen des Alburs sind sowohl auf dem Nord- als auf dem Südabhange des Gebirges wahrzunehmen. Ihre Verbreitung ist jedoch bereits eine beschränkte. Manche der hierher gehörigen Bildungen zeigen ausserdem schon eine gewisse Selbstständigkeit der Verbreitung, wie z. B. die jüngeren Eocän- (Oligocän-) Schichten vom Typus der Bildungen, wie sie auf der Nordseite des Siakuh entwickelt sind. Herr Th. Fuchs, der die daraus stammenden Versteinerungen zur Bearbeitung freundlichst übernommen hat, findet, dass diese Schichten in ihrer Fauna durchaus den Schio-Schichten Oberitaliens entsprechen. Um so merkwürdiger erscheint es, dass ein solcher europäischer Typus sich allem Anschein nach auf der Nordseite des Alburs nicht findet.

Die Schichten der miocänen Salzformation fehlen jedenfalls auf der Nordseite der Alburskette gänzlich. Für die Südseite des Alburs jedoch gehört ihr Auftreten zu den bezeichnendsten Erscheinungen, obschon sie diesen Südrand nicht in einer ununterbrochenen Zone einsäumen, sondern längs desselben nur stellenweise entwickelt sind. Es ist dieselbe Formation, die in Aserbeidschan und Armenien auftritt, und deren Alter bereits von Abich in seiner Arbeit über die geologische Stellung des Steinsalzes in Armenien (mém. de l'acad. Pétersbourg 1859) als dem Miocän angehörig angenommen wurde.

Das Vorgebirge des Alburs zwischen Aiwane Keif und Kischlak, über welches die Pässe der sog. caspischen Thore (pylae caspiae), auch Sirdara- (richtiger Ser i dere) Pässe genannt, führen, zeigt sich hauptsächlich als aus der tertiären Salzformation bestehend zusammengesetzt. Es sind bunte, namentlich rothe, seltener grünliche oder bläuliche Mergel mit Gyps und Salzlagern. Auch Conglomerate kommen vor. Einen mächtigen Stock von grauem Steinsalz sieht man dort ganz entblösst. Eine Kunde von diesen Salzfeldern scheint schon vor einigen Jahrhunderten nach Europa gedrungen zu sein, denn der Jesuit Kircher spricht in seinem umfangreichen Mundus subterraneus (3. Aufl., Amsterdam 1678, p. 321) davon, dass die caspischen Berge aus Salz bestünden.

Ich sah dieselbe Salzformation bei Lasghird. Sie scheint auch in dem Vorgebirge des Alburs zwischen Semnan und Kusche verbreitet zu sein. Nach Fraser (narrative of a journey into Chorassan p. 342) kommen bunte Sandsteine mit rothen Mergeln, welche Gyps und Stein-

salz einschliessen, am ganzen Nordrand der Salzwüste von Schahrud bis Herat vor, was auf eine riesige Ausdehnung der persischen Salzformation bis nach Afghanistan hinein schliessen lässt.

Auf der Nordseite des Alburs treten jüngere Tertiärschichten auf. Namentlich scheint eine Partie sarmatischer Schichten bemerkenswerth, die ich am Ausgange des Talar-Thales auffand. Diese Schichten, welche sich eine Viertelstunde unterhalb der kleinen Ansiedelung Bessel (oder Beschel) aufgeschlossen finden, zeigten ein fast genau nordsüdliches Streichen mit einem östlichen Einfallen von ungefähr 26 Graden.

Gemäss diesen Ausführungen, die wir über die räumliche Verbreitung der verschiedenen Formationen im Alburs gemacht haben, scheint es, dass dieses Gebiet während eines grossen Theiles der paläozoischen Periode und der Triaszeit unter Wasser war. Doch lässt sich aus den Unregelmässigkeiten, die wir für die wahrscheinlichen Aequivalente der Trias angedeutet haben, der Schluss ziehen, dass hier bereits Aenderungen sich vorbereiteten. Mit dem Auftreten der Kohlen führenden unterjurassischen Bildungen scheint dann ein Wendepunkt in dem Verhalten des heutigen Albursgebietes bezeichnet zu sein. Einmal deuten die an einigen Punkten zu dieser Formation gehörigen Conglomerate die Anwesenheit oder die Nähe von Festland in jener Zeit an, eine Andeutung, die wir nicht minder aus dem Auftreten der Kohlen selbst und der fossilen Pflanzen jener Epoche ableiten müssen. Dazu kommt dann das nur sporadische Auftreten oberjurassischer Bildungen. Doch ist zu bemerken, dass diese letzteren am Demavend noch bis 9000 Fuss Meereshöhe hinaufgehen.

Die Kreide bleibt schon unter dieser Höhe zurück. Das wahrscheinliche Fehlen untercretacischer Bildungen würde mit der immer deutlicher werdenden Anlage des Festlandes in dieser Gegend zusammenhängen. Dem jüngeren Kreidemeer gelingt es dann noch einmal, in Buchten in dieses Festland einzudringen und dasselbe theilweise zu überfluthen. Aber schon der Wechsel verschiedenartiger Facies der Kreidebildungen bekundet, dass eine allgemeine gleichmässige Ueberfluthung nicht mehr möglich war.

Die Eocänbildungen bestehen theilweise wieder aus Conglomeraten, welche den Widerstand, welchen das Meer an Küstenlinien fand, beweisen.

Zur Zeit der Ablagerung der Salzformation jedoch ist der Alburs schon als trennende Kette zwischen dem caspischen Gebiet und dem Gebiet des heutigen Plateau vorhanden, denn diese Formation findet auf der caspischen Seite kein Analogon. Bei den Höhenpunkten freilich, welche sie über dem heutigen Meeresspiegel einnimmt, ist anzunehmen, dass das Gebirge selbst noch nicht bis zu seiner heutigen Höhe aufgerichtet war. In der That finden sich auch noch vielfach gestörte Schichtenstellungen bei der Salzformation, welche beweisen, dass die gebirgsbildenden Kräfte nach dem Absatz derselben noch fortgewirkt haben.

Es liegt nahe, hier an die Karpathen zu erinnern, deren Salzformation, wie Paul und ich hervorgehoben haben (Jahrb. d. k. geol. R.-A. 1877, p. 128), auf der Nordseite dieser Kette eine randliche Zone bildet, während die Eocänschichten dort noch allenthalben

mitten im Gebirge auftreten. Die Karpathen standen schon da, ehe die Salzformation von Wieliczka, Bochnia und Kossow sich ablagerte, und doch beweisen die intensiven Störungen in dieser Formation die Fortdauer der Gebirgsbildung bis in jüngere Zeiten hinein.

Auf der Nordseite des Alburs sahen wir sogar sarmatische Schichten, obschon ganz randlich gestellt, doch noch Schichtenstörungen aufweisen.

Es darf übrigens nicht übersehen werden, dass die jüngeren Tertiärbildungen auf der caspischen Seite des Alburs sich in ziemlich niedrigen Seehöhen halten, während nach Blanford im südlichen Persien pliocäne Schichten noch in einer Seehöhe von 7000 Fuss, eocäne sogar in 10,000 Fuss Seehöhe angetroffen werden. Jedenfalls sind die Miocänschichten am Südrande des Alburs einige Tausend Fuss über dem Meere befindlich. Es ist, als ob während der jüngeren Tertiärzeit der Wall des Albursgebirges der Intensität der im persischen Hochlande zum Ausdruck gelangten Bodenaufreibung nach Norden zu eine Schranke gesetzt habe.

Wir finden wohl in den soeben kurz skizzirten Verhältnissen des Albursgebirges einen Beweis mehr für die Annahme, dass sich grosse Gebirge schwerlich auf einmal bilden. Solche Gebirge sind nicht das Product der Erdrinden-Bewegung während einer einzigen, geologisch kurzen Epoche, sondern das Resultat einer durch mehrere Epochen fortgesetzten derartigen Bewegung.

Auch für die Alpen haben manche Beobachter schon vor Jahren eine ähnliche Ansicht geäußert. So sagte Brunner v. Wattenwyl (Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. für die ges. Naturw. Zürich 1857, p. 37): „Je mehr man die Alpen in Betreff ihrer Hebevverhältnisse studirt, desto mannigfaltiger häufen sich die Thatsachen, welche für ein langsam gleichförmig fortwirkendes Agens sprechen.“

Viel schwerer wird es in jedem gegebenen einzelnen Falle zu ermitteln sein, ob diese Bewegung stets eine gleichmässige war, und ob sie namentlich immer denselben Richtungen entsprochen habe.

Betrachten wir nun die Schichtenstellungen und Streichungslinien im Alburs.

Abich (Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus, wie der armenischen und nordpersischen Gebirge, mém. acad. Pétersb. 1859, p. 490) sagt: „Die Ketten- und Tafelzonen, welche das nordpersische Randgebirge zusammensetzen, gliedern sich nach Erhebungsrichtungen von OW nach Erhebungsrichtungen von SW-NO, nach Erhebungsrichtungen von SO-NW.“ Im Ganzen sind also bei der orographischen Gestaltung ostwestliche Richtungen massgebend.

Im Allgemeinen beschreibt der uns zunächst beschäftigende Theil des Albursgebirges zwischen dem Sefidrud und dem Meridian von Schahrud einen gegen das caspische Meer zu concaven Bogen, dessen Concavität noch mehr hervortritt, wenn man die nordwestliche Verlängerung des Gebirges in den Gebirgen von Ghilan und Talysch mit in Betracht zieht.

Schon dem Strabo (lib. 11, Anfang des Ca. 7) war diese halbmondförmige Gestalt des caspischen Randgebirges bekannt. (Τοῦτον

δέσσει μνησείδης τὸ εγγύμα κατὰ τὰς ὑπορείας, καὶ τελευτῶσαι πρὸς ἀλάτταν ποιοῦσι τὸν μυθὸν τοῦ κόλπου.)

Suess (Entstehung der Alpen, p. 126) hebt besonders hervor, dass man in Europa mit Ausnahme der Beugung der Alpen bei Wien keine grössere Gebirgslinie kenne, welche nach Süd convex wäre. In Asien sei dies anders. Dort beschreibe sowohl der Himalaya, wie die ihm im Pendschab vorgelagerte Salt-Range eine nach Süden convexe Curve. „Mit geringer Krümmung und nur allmäliger Abänderung setzt sich dieser Verlauf des Streichens bis weit in die auseinandertretenden hohen Ketten Central-Asiens fort.“

Im caspischen Randgebirge hätten wir nun einen analogen Fall vor uns. Doch scheint dies Gebirge in seiner Fortsetzung östlich von Schahrud gegen Afghanistan zu einen Bogen im umgekehrten Sinne zu beschreiben. Das wäre der Verlauf der orographischen Hauptlinien des Gebirges.

In manchen Fällen werden die Streichungslinien der Schichten eines Gebirges mit den orographischen Hauptlinien desselben übereinstimmen. Man wird diese Voraussetzung in der Regel auch machen. Wir lernen jedoch in der Alburskette Thatsachen kennen, welche dieser Voraussetzung nicht entsprechen, und ich glaube diesen Umstand ganz besonders hervorheben zu müssen.

Wir constatiren, dass die Richtung der Gebirgsketten mit der Streichungslinie der Schichten nicht ganz zusammenfällt, z. B. für die Hauptkette des Gebirges nördlich von der Stadt Demavend. Beim Imamsadeh Haschimpass treten die Sandsteine und die ihnen untergeordneten Schichten des Lias nördlich von der Passhöhe auf. Weiter östlich noch vor den Seen von Taar, nämlich im oberen Werinthale, tritt diese Formation schon auf die Südseite des nämlichen Gebirgskammes herüber, man sieht sie etwas vor der Höhe des Taarpasses auf eben dieser Seite, aber noch in ziemlicher Höhe, und noch weiter östlich jenseits der Taarseen treten sie ganz am Fusse der Fortsetzung jener Gebirgserhebung auf, um dann sogar theilweise auf die andere Seite des südlich des Kammes demselben parallelen Thales überzugehen.

Das lehrreichste Beispiel im angedeuteten Sinne ist jedoch der schmale Kamm des Schemiranberges am Tochtschalpasse. Der Berg selbst erhebt sich in ziemlich genau ostwestlicher Richtung, während die ihn zusammensetzenden Schichten in hora $8\frac{1}{4}$ mit nördlichem Fallen streichen, so dass man auf dem scharfen schmalen Kamme einerschreitend immer wieder auf andere Gesteinsbänke trifft.

A. v. Humboldt legte auf derartige Thatsachen ein grosses Gewicht. Man dürfe, sagte er (Central-Asien, Uebersetzung von Mahlmann, 1. Bd., p. 181), nicht glauben, dass die Ursachen, welche die Richtung der Kammlinien (den Winkel, unter welchem die Axe der Kette den Meridian schneidet) bestimmen, nothwendig mit den Ursachen verbunden sind, von denen das Streichen und Fallen der Schichten abhängt. Er führt verschiedene Beispiele an, welche nach ihm darthun, dass zwischen beiden Richtungs-Phänomenen keine Abhängigkeit stattfinde. In den Ebenen fern von Gebirgen seien die Schichten oft ebenfalls stark geneigt und bildeten denselben Winkel mit dem Meridian, wie im Innern der Ketten. Es sei also wahrscheinlich, dass in

allen diesen Fällen die Aufrichtung der Schichten viel früher stattgefunden habe, als die Hebung der Gebirge oder grossen Rücken.

Gegen diese Folgerung wird sich nichts einwenden lassen, und es scheint fast, als ob bei den Theorien über Gebirgsbildung in neuerer Zeit die hier besprochene Kategorie von Thatsachen wenig berücksichtigt worden sei. Bei Gebirgen, die ihre Gestalt ausschliesslich Schichtenfaltungen, und zwar Schichtenfaltungen in einem und demselben Sinne verdanken würden, möchte man allerdings eine Uebereinstimmung von Kammlinien und Streichungslinien voraussetzen. Wenn aber Faltungsacte von verschiedener Tendenz oder Verwerfungen und Brüche die Erhebung der Gebirgskämme bestimmen, dann kann eine Kreuzung dieser Linien sehr wohl gedacht werden. Warum soll auch eine Verwerfung mit mathematischer Genauigkeit der Richtung vorausgegangener Faltung folgen? Auffällig, und ich möchte sagen unbequem bleibt die Thatsache solcher Kreuzungen immerhin. In unserem speciellen Falle wird aber daraus klar, welche Rolle das tektonische Moment der Verwerfungen im Alburs spielt.

Uebrigens stehen Thatsachen wie die besprochenen, nicht ganz vereinzelt da. Abgesehen von den schon bei Humboldt erwähnten Fällen aus Sibirien, fand auch Ami Boué (siehe den 74. Bd. der Sitzb. d. k. k. Akad. d. Wiss. 1876, Ueber die Fortschritte des Wissens etc. p. 19) im Hämus eine Stratification, die nicht parallel mit der Kette ging, sondern dieselbe in einem schiefen, gegen Osten gerichteten Winkel durchschnitt. Im nördlichen Griechenland (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1876, p. 219) gewannen österreichische Geologen, unter Anderem „das unerwartete und sehr sonderbare Ergebniss, dass die Structur der Gebirge von dem orographischen Streichen der einzelnen Ketten und Inseln quer durchschnitten wird und die geographische Karte folglich kein richtiges Bild von dem Verlaufe der grossen tektonischen Linien gibt.“ Ganz ähnliche Verhältnisse beschreibt Gaudry (mém. soc. géol. de Fr. 1863, p. 165) von dem Gebirge der Insel Cypren. In der Sandsteinzone der Karpathen habe ich mehrfach Gelegenheit gehabt, bei den Schichten der unteren Kreide den sogenannten Ropiankaschichten wahrzunehmen, wie ihre Schichtenstreichungs-Linien ganz andere waren als das Hauptstreichen der Gebirgsketten und habe mir das in diesem Falle durch die Annahme präexistirender Hebungen erklärt, welche einer anderen Richtung folgten als die es war, welche später zu überwältigender Geltung gelangte. Denn wollte man hier überall an locale Stauungen und Ablenkungen der Bewegung denken, dann müssten ja die überlagernden Schichten davon auch betroffen sein.

Paul und ich (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1877, p. 49) sahen am Wege von Bochnia nach Sandec an einer Stelle ein auffallenderweise nordsüdliches Schichtstreichen, obwohl der Gebirgsrücken, dem diese von uns dem mittleren Karpathensandstein zugetheilten Schichten angehören, eine ungefähr ostwestliche Erstreckung besitzt.

Aehnliche Verhältnisse haben in der sog. Klippenzone der Karpathen den Geologen schon viel zu denken gegeben.

Nach Robert Shaw scheint es, dass auch in der Pamir-Gegend die Schichten oft anders streichen als die Gebirgskämme.

Es ist vielleicht nicht unnütz, bei dieser Gelegenheit auch an den Umstand zu erinnern, dass, wie Suess bei Untersuchung der Erdbeben in Niederösterreich gezeigt hat, gewisse Erdbebenlinien, denen gewisse Verhältnisse der Gebirgsbildung entsprechen können, verschiedenartige Gesteinszonen quer durchsetzen.

Das Phänomen, um welches es sich hier handelt, tritt übrigens nicht bloss in den mittleren Theilen des Alburs, zu denen die erwähnten Berge bei der Stadt Demavend, und den Taarseen, sowie der Schemiran bei Teheran gehören, auf, sondern es zeigt sich namentlich auch im östlichen Alburs, wo es durch verschiedene Umstände ein vielleicht noch höheres Interesse gewinnt.

Der östliche Alburs hat nämlich nicht dieselbe Richtung als Gebirgszug, wie der westliche. Er erstreckt sich statt in einer nordwest-südöstlichen in einer südwest-nordöstlichen Richtung. Ich habe bereits von Persien aus in einem Briefe an Hrn. Stur (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1875) Gelegenheit genommen, hervorzuheben, dass man am Wege von der Stadt Demavend nach Firuskuh. auf der Höhe von Aminabad stehend, sehr deutlich das Abschwenken der Höhenzüge nach der nordöstlichen Richtung wahrnimmt.

Untersuchen wir nun, inwieweit das Streichen der Schichten durch diese Schwenkung beeinflusst wird.

Auf dem Wege von Firuskuh über den Gedukpass nach dem Talarthale sieht man die dortigen Kalkbänke oberhalb des Dorfes Abasabad an verschiedenen Stellen von WSW nach ONO streichen. Weiter nördlich thalabwärts fallen die Kalkschichten, welche die Felsen und den kleinen Engpass dicht oberhalb Urin bilden, südostsüdlich ein und streichen ebenfalls von WSW nach ONO. Noch weiter abwärts unterhalb Salare fallen bei der dortigen Thalverengung die Schichten bei ähnlichem Streichen nordwestnördlich, wie an dem hohen Berge auf der rechten Thalseite deutlich wahrzunehmen ist.

Es erscheint sonach unzweifelhaft, dass im Gebiete des Talarthales das Streichen der Schichten in der Hauptsache eine dem veränderten Streichen des Gebirgszuges ganz entsprechende Richtung hat. Dieses Verhältniss hält aber nicht lange an. Geht man nämlich vom Austritt des Talar aus dem Gebirge an weiter nach Osten längs des Nordrandes des Alburs nach Asterabad, so constatirt man die eigenthümliche Thatsache, dass dieser Nordrand keineswegs von einer und derselben Formation oder Gesteinszone gebildet oder begleitet wird, sondern dass nach und nach immer andere Formationen an der Zusammensetzung dieses Randes theilnehmen. Die wenig geschichteten hellen Kalke, welche $1\frac{1}{2}$ Stunden östlich von Pul i Nika in plumpen Felsen hervortreten, machen gegen Safiabad und Aschref zu deutlich geschichteten Kalken der Kreideformation Platz. Oestlich von Aschref verlässt die Zone der Kreidekalke den Gebirgsrand und zieht sich mit ostwestlichem oder nordwest-südöstlichem Streichen quer in das Gebirge hinein. Es treten schwarze Dachschiefer, dann ältere Trappgesteine auf, bis in der Gegend südlich von Asterabad Talkschiefer, ältere Thonschiefer und zum Theil auch Versteinerungen führende paläozoische Kalke an den Gebirgsrand treten. Die Gesteinszonen und Schichten sind also nicht mehr parallel der veränderten Längsrichtung der Gebirgs-

erhebung angeordnet, sondern behalten die Tendenz einer Richtung bei, welche im westlichen Alburs auch für die Längsrichtung der Gebirgserhebung zum Ausdruck gekommen war.

Bei den Liassandsteinen von Tasch zwischen Schahrud und Astarabad sah ich wieder das im westlichen Alburs gewöhnliche Streichen der Schichten in Stunde 8. Ebenso spricht Grewingk (l. c. p. 115) von einem grauen, nicht näher gedeuteten Kalkstein mit kleinen Bivalven-Abdrücken aus der Gegend von Radkann (nördlich Damghan), dessen Bäuke mit 15—20° nach NNO fallen und demgemäss ein WNW—OSO-Streichen besitzen müssen.

Auch noch weiter nach Osten scheint sich die Sache ähnlich zu verhalten. Nach Fraser und Burnes (siehe Ritter l. c. p. 247) erhebt sich in der Nähe von Schirwan am Wege von Kutschan nach Budschnurd eine kleine Reihe zerrissener felsiger Berge, deren Schichten mit 30—40° gegen N und NO fallen.

Eine weitere Analogie für die zuletzt geschilderten Verhältnisse können wir wieder den Karpathen entnehmen. Am Nordrande dieser Kette sah ich ganze Gesteinszonen, wie z. B. die Menilitschiefer bei Sołotwina, in die Ebene hinausstreichen, während die Linie des Gebirgsrandes eine etwas andere Richtung verfolgte. In dem eben citirten Falle aus der Gegend von Sołotwina taucht die betreffende Gesteinszone in ihrer Fortsetzung sogar noch einmal aus der Ebene auf, indem sie den isolirten Berg Kleba zusammensetzt, in ähnlicher Weise wie auch in der Ebene bei Aschref in Masenderan noch einige kleine Hügel auftreten, welche aus dem bei Aschref entwickelten Kreidekalk bestehen.

Ich kann die Besprechung der Fälle auffälliger und unerwarteter Streichungslinien nicht abschliessen, ohne der Störungen in mehr oder weniger meridianer Richtung zu gedenken.

In der Vorgebirgsgruppe der sog. Ahuwanpässe zwischen Semnan und Kusche beobachtete ich ein solches nordsüdliches Streichen, welchem sogar die jüngeren der dort entwickelten Schichtglieder, nämlich die tertiäre Salzformation, unterworfen waren. Diese Gebirgsgruppe stellt eine Bodenanschwellung vor, welche den Südrand des Alburs mit einer demselben südlich vorgelagerten, anscheinend wie die Hauptkette, ostwestlich streichenden Bergreihe quer verbindet. Auch in der Umgebung von Hif kommen local untergeordnet ausser ostwestlichen auch nordsüdliche Streichungslinien innerhalb der dortigen Kohlen führenden Formation vor.

Am Wege von Dschowistan nach Getterde (das ist im oberen Talakhan-Gebiet gegen den Berg Esselik zu, den von Südosten kommenden Zufluss des Talakhan aufwärts) passirt man zuerst ein Gebiet älterer, zum Theil mit Tuffen und groben Conglomeraten verbundener Trappgesteine, welche an einer Stelle von jüngeren Trachyten durchbrochen werden. Der Fluss zwingt sich durch diese Gesteine in engen und wilden Schluchten hindurch. Dann wird das Terrain flacher, das Thal breiter, und man erblickt Tuffsandsteine von intensiv grüner Färbung mit stellenweise mehr thonigen Zwischenlagen, den „grünen Schichten des Alburs“ angehörig. Dieselben streichen anfangs von N nach S mit westlichem Fallen, später aber in Stunde 4 mit westlichem Fallen bei einer Neigung von durchschnittlich 30 Graden. Dann

kommt man an eine Zone von schneeweissem Gyps, endlich auf dunkle, zum Theil papierdünne Schiefer und Kalkgesteine, welche schliesslich wieder das normale Streichen anzunehmen scheinen.

Nach Grewingk (l. c. p. 85) fallen bei Mendschil die dort von ihm zur Kohlen führenden Formation gerechneten Sandsteine am linken Ufer des Sefid rud meist nach NNW ein, während sie am rechten Ufer beinahe senkrecht stehen und von N nach S streichen.

Noch auffallender, weil mitten im Hochgebirge auftretend, ist ein anderer Fall nordsüdlichen Schichtstreichens, den ich am Wege von Asterabad nach Schahrud zwischen den Pässen von Kusluk und Dschilin-Bilin bemerkte. Genauer gesagt, findet das Streichen dort nach Stunde 1 statt, wie ich das für die westlich fallenden Bänke des Kohlenkalkes etwas nördlich vom Dschilin-Bilinpasse ermittelte. Auch die orographische Plastik jenes kleinen Gebirgsstückes zeigt sich in Uebereinstimmung mit dem angegebenen Schichtenstreichen, obwohl südlich davon im Thale von Kelbehide und bei Tasch wieder die allgemeinen Regeln der Kamm- und Thalrichtungen Platz greifen. Hier aber zwischen Dschilin-Bilin und Kusluk oder genauer zwischen Dschilin-Bilin und dem Karavanserai Robot i sefid, zieht sich ein gegen Norden sanft aufsteigendes, östlich und westlich von Bergkämmen begrenztes Hochthal von südnördlicher Erstreckung hin, welches erst westlich vom Dschilin-Bilinpasse in eine mehr ostwestlich verlaufende Schlucht endigt.

Bei genauerer Untersuchung dürften solche Beispiele von Störungen in mehr oder weniger meridianer Richtung im Alburs noch häufiger aufzufinden sein. Wir müssen jedoch festhalten, dass diess immer nur Ausnahmefälle sein können.

Sie treten untergeordnet und gleichsam mehr versteckt auf. Dennoch ist ihre Anwesenheit vielleicht von besonderem Interesse, insofern sie im Kleinen schliesslich ein Gegenstück liefern zu den gewissen meridianen Bodenanschwellungen Central-Asiens. Allerdings hat sich die Humboldt'sche Ansicht vom sog. Bolor-System als einer nordsüdlich streichenden Kette nicht aufrecht erhalten lassen. Nach Robert Shaw (vgl. Petermann's geogr. Mitth. 1873) verlaufen die höchsten Käme der Pamir-Region mehr von Ost nach West, und doch scheint in jener Region eine den Kammrichtungen entgegengesetzte, dieselbe in unregelmässiger Weise durchschneidende meridiane Bodenanschwellung zu bestehen, welche als Wasserscheide für die einerseits nach Westen und andererseits nach Osten abfliessenden Gewässer betrachtet werden darf, denn die grossen Ketten selbst stellen dort keine nennenswerthen Wasserscheiden vor. Auch Fedtschenko (Mittheil. d. Vereins für Erdkunde, Leipzig 1872), obschon er ebenfalls betont, dass es einen meridionalen Gebirgszug Bolor-Dagh nicht gebe, hebt doch die Bedeutung der Pamir-Region als meridionale Wasserscheide ausdrücklich hervor.

Der Umstand, dass die sarmatischen Schichten von Bessel in Masenderan, wie wir schon bei einer früheren Gelegenheit erwähnten, ein nordsüdliches Streichen besitzen, weist darauf hin, dass die in dieser Richtung sich aussprechende Bewegungstendenz noch in, geologisch gesprochen, jüngerer Zeit sich geltend machte.

Im Uebrigen ist die Frage, ob diese oder jene Erhebungsrichtung im Alburssystem früher oder später zum Ausdruck gekommen sei, eine ziemlich verwickelte. Denn man kann immerhin glauben, dass mehrere Bewegungstendenzen sich in einem und demselben Gebiete gleichzeitig in Wirksamkeit befunden haben.

Aus den von Suess in seiner Arbeit über Erdbeben in Nieder-Oesterreich (Denkschr. Ak. Wiss. 1873) gemachten Darlegungen geht z. B. hervor, dass ein und dasselbe Gebiet von Schütterlinien verschiedener Richtung betroffen sein kann innerhalb einer und derselben Periode, und solche Erdbebenlinien scheinen ja, wie schon gesagt, oft mit tektonischen Linien zusammenzufallen.

Indessen zufolge der geschilderten Verhältnisse im östlichen Alburs sind wir wohl zu der Vorstellung gelangt, dass die nordwest-südöstliche Richtung, wie sie im Streichen der Schichten oder Formationen sich bekundet, einer im Allgemeinen älteren Kraft entspreche, als es die der südwest-nordöstlichen Richtung ist, welche in den Gebirgskämmen daselbst vorwaltet oder als es die der Ostwest-Richtung ist, welche in einigen Kämmen des mittleren Alburs, z. B. in der Gegend von Teheran zum Ausdruck gelangt.

Oberhalb Abigerm am Abhang des Demavend befindet sich bei der Localität Dariotsche in einer jungen vulkanischen Breccie eine ziemlich tiefe, 3—4 Fuss breite klaffende Spalte, die in ungefähr nordost-südwestlicher Richtung verläuft. Hier entspringt ein Eisensäuerling. Jedenfalls ist die Kraft, welche diese Spalte hervorbrachte, erst in geologisch jüngster Zeit wirksam gewesen.

Es nennt uns Grewingk (l. c. p. 81) eine bemerkenswerthe Thatsache aus der nordwestlichen Fortsetzung des Alburzuges, dem Ghilan-Gebirge. In den Thonkalkschiefern nämlich, welche 7 Werst von Massula anstehen und dort nach WSW fallen, treten mächtige Quarzgänge auf, in welchen Brauneisensteine und Schwarzmanganerz mit Feldspathon brechen, und welche von Westen nach Osten streichen, wie schon Gmelin (1770) bemerkte.¹⁾ Hier würde also die Kraft der rein ostwestlichen Richtung sich nur in der Bildung von Spalten und Gängen bethätigt haben, während in der Schemirankette dieselbe Kraft die Richtung der Kette bestimmte. In beiden Fällen jedoch erscheint die NW-SO-Streichungsrichtung der Schichten der genannten Gebirge als präexistirend gegenüber der in ostwestlicher Richtung zur Geltung gelangten Störungstendenz.

Wenn also die Annahme, dass die Entstehung der Gebirgsketten keinem einmaligen kataklismatischen Act entspricht, überhaupt noch eines Beweises bedürfte, dann könnten wir die soeben betrachteten Thatsachen ebenso gut für diesen Beweis verwenden, als wir diess mit

¹⁾ Aehnliche Verhältnisse scheinen sich bis nach dem fernen Aserbeidschan hinein zu wiederholen, denn es heisst bei Grewingk (l. c. p. 48) gelegentlich der Beschreibung des Weges von Astamal nach Ardebil: „20 Werst vor Angert steht am linken Ufer des Sarmüsachlü ein aus Dioritporphyr entstandener Thonstein-ähnlicher, brauner Porphy an, welchen ein Granat führender, 12 Faden mächtiger Feldspathgang von WO durchsetzt, in dem Rothkupfererz, Kupfergrün und gediegenes Kupfer brechen.“

den Ergebnissen der Betrachtung der Formations-Vertheilung im Alburs gethan haben.

In einem Briefe, den ich aus Teheran an Herrn v. Hochstetter richtete (Mitth. d. geogr. Ges. Wien 1875, p. 264), hatte ich bereits Anlass genommen, einige charakteristische Eigenschaften der Tektonik der nordpersischen Gebirge zu betonen. „Ich möchte,“ so schrieb ich, „bei dieser Gelegenheit hervorheben, dass in den von mir bis jetzt untersuchten Theilen des nördlichen Persien die Fallrichtung der Schichten nach Norden unendlich häufiger vorkommt als die Fallrichtung der Schichten nach Süden, und dass bei einer Menge von Bergen und Gebirgen diese Fallrichtung nach Norden bemerkt wird, ohne dass ein südlich davon gelegenes Gebirgsstück die entgegengesetzte Fallrichtung aufwies. Diess gilt z. B. für den nach Lemm bis zu 12247 Fuss sich erhebenden Kamm des Kuh i Schemiran im Norden der Ebene von Teheran und für den hohen Steilabfall des Alburs nördlich der Ebene von Keretsch (Suleimanieh), der dieser Ebene seine Schichtenköpfe zukehrt, diess gilt für mehrere hohe Parallelketten des Alburs in der Umgebung des Demavendberges, und dieselbe Beobachtung macht man bei den Bergen von Schahabdulasim. Es ist gewiss nicht ohne Wichtigkeit, zu constatiren, dass in einem grossen Gebiete die Faltenbildung beim Aufbau der Gebirge fast ausgeschlossen erscheint und beinahe völlig durch Verwerfungen ersetzt wird, aber Verwerfungen im grossartigsten Massstabe.“ Ich fügte indessen in jenem Schreiben sofort hinzu, dass mir immerhin einige Fälle von Sattel- und Muldenbildung im Albursgebirge bekannt seien, überhaupt Punkte, welche auch südliche Fallrichtungen erkennen liessen.

So z. B. fallen die Diorittuffe und die Conglomerate, aus denen der Charsan zwischen Mesrah und Mendschil (Weg von Kaswin nach Rescht) zusammengesetzt ist, südwärts gegen das Plateau zu. Wenn man freilich die nicht unbedeutenden, ihrer Zusammensetzung und ihrer Tektonik nach noch unbekanntem Gebirgsketten berücksichtigt, welche sich südlich und südwestlich vom Charsan aus dem Plateau erheben, so erkennt man leicht, dass die Betrachtung der tektonischen Verhältnisse in diesem Theile des nordpersischen Gebirgslandes mit der Kenntniss der Fallrichtung am Charsan noch nicht abgeschlossen ist. Sonst konnte ich weiter östlich bis in die Gegend von Schahrud hin am Südrande der Kette das Hervortreten der abgebrochenen Schichtenköpfe als die allgemein herrschende Regel erkennen, in der Art, dass sich die Grenze des Alburszuges gegen das Plateau in den meisten Fällen als ein Bruchrand herausstellt.

Es ist wohl nicht befremdlich und stört auch die aus Thatsachen abstrahirte allgemeine Regel wenig, wenn am Südrande des Alburs hie und da Spuren des in die Tiefe gesunkenen Gegenflügels der diesen Rand bildenden Massen wahrnehmbar sind.

Eine derartige Beobachtung liess sich sogar an einer Stelle am Südfusse des Schemiran, und zwar bei Derike machen. Das Dorf Derike liegt am Fusse des westlichen Theils des Südabhanges der genannten Kette. Bei dem Dorfe selbst sind die Berggehänge zu beiden Seiten des kleinen Baches, der dort aus dem Gebirge tritt, durch kantigen kleinen Gehängeschutt maskirt. Doch treten die anstehenden Gesteine

trotzdem an einigen Punkten hervor. Z. B. sieht man am linken Ufer des Baches gleich geradeüber dem oberen Theile des Dorfes Felsen eines älteren Trapps, welcher von Klüften mit Rotheisenstein durchschwärmt erscheint. In der Nähe befinden sich unsere „grünen Schichten“. Weiter nördlich sieht man an demselben Ufer diese Schichten steil aufgerichtet, doch mit einer Andeutung zur Neigung nach Süden. Noch etwas weiter nördlich fallen oberhalb der Dukemerun genannten Localität die grünen Schichten nördlich. Dann findet eine Strecke nördlicher, aber noch unterhalb des Punktes, wo der Bach von Derike aus seinen beiden Quellbächen zusammenläuft, ein Umkehren des Einfallens statt, und die grünen Schichten, welche von dem Bach hier in kleinen Cascaden durchsetzt werden, fallen südlich oder vielmehr südwestlich bei einem Streichen in Stunde 8, wie es genau dem sonst in der Schemirankette üblichen Schichtenstreichen entspricht. Dann erst steigt im Norden das Gebirge plötzlich steil an, der Ebene von Teheran seine abgerissenen Schichtköpfe zukehrend.

Nebenbei will ich hier bemerken, dass am ganzen Südabhang der Schemirankette, namentlich auch bei Passgalae, ältere Grünsteine auftreten, welche die unteren Partien einnehmen. Höher finden sich dann schwärzliche Kalke und Schiefer, denen die von mir (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1874, p. 378) aufgefundenen Kupfererz-Lagerstätten untergeordnet sind, und die oberen Partien werden von den dort in sehr wechselvoller petrographischer Gestaltung auftretenden grünen Schichten gebildet.

Eine nicht unbedeutende Sattelbildung der Schichten an der Südseite des Alburs konnte ferner in der Umgebung der Stadt Demavend constatirt werden. Dieser kleine Ort liegt am Südrande eines nach Süden geneigten, gut angebauten und relativ baumreichen Kesselthales. Die im Norden dieses Thales aufragenden Berge sind die Hauptkette des Alburs, die Wasserscheide zwischen den dem caspischen Meere und den der Wüste zueilenden Gewässern. Ueber diese Kette, die, nebenbei gesagt, die Aussicht auf den Berg Demavend völlig verdeckt, führt von der Stadt Demavend aus ein Weg über den Imamsadeh Haschimpass hinüber in das Flussgebiet des Heras, wie schon bei andern Gelegenheiten angedeutet wurde. Zunächst kommt man auf diesem Wege über das am Nordwestrande dieses Thales gelegene Dorf Tscheschmikalak nach dem Hochplateau von Muschah. Von dort erst steigt man direct nach Imamsadeh Haschim hinauf. Das Dorf Muschah besteht aus zwei Ansiedlungen, deren eine mehr unten am Bach, näher an Tscheschmikalak, deren andere oben auf dem eigentlichen Plateau liegt. Dieses Plateau ist ein breites Parallelthal der Alburskette, welches im Westen höher, nach Osten flach geneigt ist.

Die Oberfläche dieses Hochthales ist durch Gebirgsschutt nivelirt, die beiden Bergketten aber im Norden und Süden von Muschah bieten zusammen das Bild eines in der Mitte aufgebrochenen Sattels, eines Luftsattels, wie man ihn deutlicher nicht in dem als Lehrbeispiel bekannten Thale zwischen Quedlinburg und Halberstadt studiren kann. An beiden Flügeln des Hochthales tritt als tiefstes Gestein der alte rothe Sandstein des Alburs hervor, dem hie und da hellere, etwas quarzitishe Bänke untergeordnet sind. Dieser Sandstein (man über-

sieht das z. B. deutlich, wenn man gegen Imamsadeh Haschim aufsteigt, von der Höhe aus) nimmt nach Westen hin an den Berglehnen bedeutendere Höhen ein, während er nach Osten hin in niedrigere Niveaus herabsinkt. Der Aufbruch in der ostwestlichen Medianlinie des Hochthales ist also gleichzeitig mit einer nordsüdlich gerichteten Bodenanschwellung auf der Westseite desselben verbunden. Ueber dem Sandstein sah ich, nach Imamsadeh Haschim aufsteigend, zuerst gelblich verwitternde Bänke eines hellgrauen Dolomits. Dann kommt, natürlich nördlich fallend, ein dunkler Kalk, der die Höhen krönt, und von dem massenhaft Blöcke und Schuttmassen den steilen Abhang heruntergefallen sind, in denen man dann stellenweise paläozoische Petrefakten sammelt. Erst jenseits des Passes auf der Nordseite des Gebirges kommen die Sandsteine des Lias über den Kalken zum Vorschein. Auf der Südflanke des Thales ist eine dem entsprechende Reihenfolge der Schichten vorhanden. Macht man von der Stadt Demavend eine Excursion nach den Seen von Mumetsch (auch Taar-Seen genannt), also in nordöstlicher Richtung, so trifft man vor dem Dorfe Deschimeso den grünen Liassandstein. Bei dem genannten Dorfe trifft man die „grünen Schichten des Alburs“ und etwas dahinter auf der nördlichen Seite des Bergrückens, an dessen Südseite jenes Dorf liegt, sieht man, bevor man noch in das Bett des dort fließenden Baches hinabsteigt, dunkle Kalke und schwarze Kalkschiefer der paläozoischen Gruppe, von welchem Profil wir schon bei einer früheren Gelegenheit reden mussten. An jenem Bache, der ostwärts fließt, kommt dann auch der ältere rothe Sandstein heraus, und nördlich davon in der Hauptkette des Gebirges fallen dann alle die vorher berührten Schichten in entgegengesetzter Reihenfolge nördlich.

Das Hochthal von Muschah liegt in der directen westlichen Fortsetzung des Punktes, von dem unsere Beschreibung handelt. Der Sattelaufbruch, der dort noch sehr breit war, ist hier bereits ausserordentlich schmal, um noch weiter östlich am grossen Taarsee und unter dem Passe, der den südlich von der Hauptkette sich erhebenden Serinkuh von ersterer trennt, unter den von beiden Seiten zusammentretenden Kalkbildungen gänzlich zu verschwinden. Dort ist der Sattel dann wenigstens in den tieferen Gliedern seiner Schichten geschlossen und hört auf, ein Luftsattel zu sein, wie bei Muschah. Das Einfallen der Schichten auf der südlichen Flanke des Sattels ist hier auch eher südöstlich als südlich, wie man sich von einem beliebigen erhöhten Standpunkte aus, von dem aus man eine Total-Uebersicht über die Configuration des Gebirges genießt, leicht überzeugen kann, und solche Punkte, wo man ein nördliches Fallen bemerkt, wie z. B. am Abstieg von jenem Rücken, der das Dorf Deschimeso von dem zuerst erwähnten Bache trennt, erscheinen dann als ganz locale, durch Absturz an Gehängen bewirkte Abweichungen.

Noch vor dem Absteigen nach dem Bache von Gelariwar auf dem ferneren Wege nach Taar hat man eine grossartige Aussicht nach Westen, nach der Gegend von Muschah. Zwischen den nördlich und südlich von Muschah gelegenen Bergen wird der mächtige Kuh i Schemiran sichtbar, den man hier nicht mehr als den langgestreckten Wall erblickt, wie bei Teheran, sondern als einen, schärfere Formen anneh-

menden Kegel, da man fast nur seine schmalere Ostflanke sieht. Das Profil des Sattels von Muschah ist von hier in seinen grossen Zügen sehr deutlich zu erkennen.

Man darf nun nicht übersehen, dass der Nordflügel der Sattelbildung von Muschah und Taar, welcher den Hauptkamm, die höchste Erhebung des Alburs in dieser Gegend vorstellt, an absoluter Höhe die zu dem Südflügel gehörigen Berge sehr überragt, und dass dieser Südflügel zwischen Taar und Muschah in der Mitte seiner Erstreckung fast völlig eingesunken erscheint. Die Tendenz eines Bruches ist dadurch schon angedeutet. Dass aber hier in der That eine Bruchlinie verläuft, ergibt sich auch aus dem schon früher erwähnten Umstand, dass hier die Formation des Gebirges nicht mit dem Schichtenstreichen zusammenfällt.

Spuren von Sattelbildung lassen sich auch in der Gegend östlich von Firuskuh noch am Südrande des Gebirges wahrnehmen.

Einen starken halben Farsach östlich von Firuskuh befindet sich die Quelle Maschur auf der Nordseite eines Berges gleichen Namens. Dieser Berg besteht der Hauptmasse nach aus einem dioritischen Gestein. An seinem Nordabhange bei der Quelle sieht man gelblich-grauen Dolomit in nördlich gegen die kesselförmig geschlossene Hochebene von Firuskuh fallenden Bänken. Ein nördlich davon in der Hochebene sich erhebender niedriger, aus Conglomeraten bestehender Höhenzug zeigt ebenfalls nördliches Fallen seiner Bänke. Die Höhe an der Südseite des Maschur erscheint von kalkigen Schichten eingenommen, welche sich bis Firuskuh von dort fortsetzen und daselbst in steilen Auswaschungs-Wänden gegen das Thal grenzen und auf der andern Seite fortsetzen. Geht man von Firuskuh abwärts dem Flusse entlang in südlicher Richtung, so überzeugt man sich bald von der südöstlichen Fallrichtung der Schichten des Kalkes, die namentlich an der Spitze eines Berges der linken Thalseite ein deutliches Profil bieten. Bald darauf kommt ein stellenweise scheinbar horizontal geschichtetes, dann aber wieder deutlich nach Südosten einfallendes grobes Conglomerat, welches durch das allerdings seltene Vorkommen der *Nummulina cf. laevigata* als eocän bezeichnet wird, in mächtigen Massen zum Vorschein, ungefähr dort, wo im Thalbett das Auge des Wanderers an einigen hübschen Gärten einen Ruhepunkt findet.

Auch im Innern des Gebirges und namentlich gegen die Nordseite desselben hin liessen sich Beispiele von regelmässiger Faltung und demgemäss auch von südlichen Fallrichtungen ausser den nördlichen auffinden. Ich erinnere zunächst an die vorhin gegebene Darstellung von dem Auftreten des Syenits und älterer Kalke zwischen Chosenkale und Warion im Keretschthale.

Ein anderes Beispiel der Art bieten die Lagerungs-Verhältnisse des Gebirges bei Schahsadeh am unteren Heras. Eine Strecke oberhalb Schahsadeh, etwa schrägüber von dem Dorfe Halim, befindet sich eine Thalerweiterung. Flussabwärts gehend trifft man bald auf ein mächtiges System von Kalkschichten, welche südlich fallen. Doch markiren sich auch in dieser Gebirgsmasse zahlreiche Verwerfungen, ungefähr längs dem Streichen der Schichten. Den Fluss entlang gehend, sieht man im Profil des Gebirges zahlreiche grössere und

kleinere Einschnitte und Kuppen, welche diesen Verwerfungen entsprechen. Man glaubt hier bei der plötzlich geänderten Fallrichtung einem bedeutungsvolleren Wendepunkt in den Gebirgs-Verhältnissen gegenüberzustehen. Nördlich von Schahsadeh stellt sich aber wieder das regelmässige Fallen nach N oder NO ein, wenn auch flussabwärts noch einige kleine Faltenbildungen untergeordnet bemerkt werden.

Auch am unteren Tschalus ist dergleichen zu constatiren. Wenn man von der Küste den Tschalus aufwärts verfolgt und das niedrige Schwemmland verlassen hat, tritt man zunächst in ein Gebiet lehmiger Hügel. Dann steht bald ein gelbgrauer Kalkstein an, der nördlich fällt, welche Fallrichtung auch einige Zeit anhält. Etwas vor der Brücke aber, die auf das rechte Ufer des Tschalus führt, wird das Fallen ein umgekehrtes. Weiter aufwärts sieht man an dem Gehänge die blauen und grauen Färbungen des Lias-Kohlensandsteins. Darauf kommt im scheinbaren Hangenden desselben ein heller, etwas gelblicher Kalk, darauf Mandelsteine und geschichtete Diabastuffe mit immer noch südlichem Fallen. Darüber kommen wieder dunkle Kalke, welche bald jedoch wieder von Diabas-Gesteinen in grösserer Mächtigkeit abgelöst werden. Augenscheinlich ist das Auftreten zum wenigsten der Grünsteine und der dunklen Kalke im scheinbaren Hangenden des Lias einer Verwerfung zuzuschreiben.

Bei der Sugolischah genannten Thalerweiterung treten zu beiden Seiten des Thales Trümmergesteine auf. Hier geht der Weg westlich nach Kelardesch. Noch vor Kelardesch ist in der Umgebung des Dorfes Sennar eine sattelförmige Stellung der dortigen Kalkschichten wahrzunehmen. Das Streichen daselbst ist in hora $10\frac{1}{2}$, zeigt also eine viel grössere Abweichung nach N und S, als das gewöhnliche NW-SO-Streichen der Schichten in hora 8.

Immerhin wird die Beobachtung, dass hier im unteren Tschalusthale, ähnlich wie wir diess soeben für das untere Herasthal gesehen haben, Fallrichtungen auftreten, welche denjenigen, die in den südlich davon gelegenen Gebirgstheilen herrschen, entgegengesetzt sind, zu einer besonderen Frage Veranlassung geben. Ich kann indessen nichts thun, als diese Frage andeuten, da die zwischen Tschalus und Heras liegenden Gebiete erst studirt werden müssten, ehe man sich aussprechen dürfte. Dann wird sich vielleicht herausstellen, ob die besprochene Aenderung der Tendenz der Aufrichtung auf der Nordflanke des Gebirges einer bedeutenderen tektonischen Linie entspricht.

So wenig wie regelmässige Sattel- oder Muldenstellungen im Alburs fehlen, ebenso wenig fehlen auch diejenigen Schichtenstellungen, die man fächerförmige genannt hat. Namentlich im oberen Keretschgebiet, oberhalb Duab im Lowrathale sind mir hierher gehörige Beispiele bekannt geworden. Recht interessant ist auch das Vorkommen horizontaler Falten oder Schlingen, wie ich sie bei Haimadscha zwischen dem Hesorbende und dem Serijud beobachtet. Den Sandsteinen der Liasformation in jener Gegend sind feste Quarzitbänke untergeordnet, welche der Verwitterung grösseren Widerstand leisten, als die mürberen Sandsteine, und demgemäss leicht an den Bergabhängen verfolgt werden können, wo sie gewissermassen einen Leitfaden für das Detail der Störungen abgeben, von denen jene Sandstein-Formation

betroffen wurde. Diese Quarzitbänke bilden nun dort evident horizontale Schlingen, deren Convexität nach Süden, deren Concavität nach Norden gerichtet ist. Man kann sich ein derartiges Phänomen wohl nur durch einen Seitendruck erklären, welcher local merkwürdigerweise in der Richtung der Gebirgsaxe und nicht senkrecht auf dieselbe gewirkt hat, wie man das doch sonst für die gewöhnlichen Schichtenfaltungen annehmen muss.

Auch in den Liassandsteinen bei Iro östlich Ask in der Demavendgegend habe ich ähnliche Erscheinungen wahrgenommen.

Bei dieser Gelegenheit mag auch einer anderen Thatsache gedacht werden, die ich gleichfalls in der Umgebung des Demavend beobachtete. Den Bergen von Newoh, östlich vom Demavend, liegt durch das Thal von Amideh getrennt ein aus Kalk bestehender Gebirgszug nach Norden zu vor, dessen Schichten nördlich fallen und der ungefähr ostwestlich streicht. Vom Demavend aus übersieht man sehr gut den Verlauf dieser Kette. Da zeigt sich denn sehr deutlich eine wellenförmige wiederholte Biegung des Streichens der Kammlinie, wie wenn diese Kette einen vom Osten oder Westen kommenden Seitendruck erlitten hätte.

Wie das in der Natur der Sache liegt, hat die Aufzählung einzelner Ausnahmen der Schichtenstellung mehr Raum in Anspruch genommen, als die Feststellung der Regel. Diese Regel ist aber für den Albur, wir wiederholen es, das nördliche, bezüglich nordöstliche Fallen der Schichten.

Nicht überflüssig erscheint vielleicht die gewissermassen anhangsweise Zusammenstellung einiger, obgleich spärlicher Angaben über Schichtenstreichungen und Fallen in den andern persischen Gebirgen, weil daraus unter Umständen ein gesetzlicher Zusammenhang der Tektonik jener Gebirge mit der Tektonik des Alburzuges gefolgert werden könnte.

Es ist bekannt, dass die Richtungen der persischen Gebirgszüge, wenigstens in der Art, wie sie auf unsern Karten dargestellt sind, im Allgemeinen einen merkwürdigen Parallelismus aufweisen, und zum wenigsten im westlichen Theil Persiens eine ostwestliche, meist sogar mehr oder minder nordwest-südöstliche Richtung besitzen und dem westlichen Theil des Alburzuges parallel gehen.

Ehe ich dabei zur Besprechung der vom Albur entfernten Ketten schreite, möchte ich noch einiger Beispiele gedenken, welche das Verhältniss der unmittelbar südlich vom Steilabfall des Albur entwickelten und zum grössten Theile durch die Plateau-Ausfüllungen maskirten Schichtmassen illustriren können.

Bei Deh i Mullah (4 Farsach westlich Schahrud), unmittelbar südlich vom östlichen Albur, erblickt man gleich im Norden des Dorfes und nordwestlich von dem dort befindlichen isolirten alten Karawanseraï gegen das Gebirge zu einen ganz niedrigen Kalkhügel rückenartig aus der steinigen, vom Gebirge her langsam abfallenden Hochebene emportauchen. Derselbe streicht dem Gebirgsrande parallel. Er stellt augenscheinlich eine Art Klippe vor, welche den höchsten Gipfel einer im Uebrigen durch quaternären Schutt versteckten, dem

Gebirge parallelen, niedrigen Kette bildet. Der Name dieses interessanten Hügels ist Wertschemkuh.

In gewissem Sinne wären hier auch die Berge südöstlich von Teheran zu erwähnen, für die ich in einem Briefe an Hrn. Stur (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1875, p. 129) den Namen Gebirge von Schahabdulasim vorgeschlagen habe. Diese Berge gehören insofern noch zum Albursgebirge, als sie die Ausläufer eines aus der Gegend südwestlich der Stadt Demavend herkommenden, vom Dschedscherud-Fluss, etwa in der Mitte seiner Ausdehnung durchschnittenen Gebirgs-Systems sind, welches östlich von Teheran mit der Hauptmasse des Alburszuges in directer Verbindung steht durch das hügelige und bergige Terrain, über welches der Weg von Surchhasar nach der Stadt Demavend führt.

Von Teheran aus gesehen macht aber das Gebirge von Schahabdulasim den Eindruck einer relativ niedrigen Parallelkette des Alburs, insofern die im engeren Sinne so zu nennende Ebene von Teheran sich zwischen dem durch den Schemiranberg gebildeten eigentlichen Südabfall des Alburs und jener Kette befindet.

Andererseits aber muss bemerkt werden, dass die Ebene von Teheran sich nach Osten hin verschmälert und bei Surchhazar, wo eben die Gebirge des unteren Dschedscherud-Thales anfangen, ganz aufhört. Sie stellt sich demnach als eine in das Gebirge eindringende Bucht der grossen Teheran-Kaswiner Hochebene dar, welche den Gebirgstheil, dessen westlichste Ausläufer die Berge von Schahabdulazim bilden, von der Hauptmasse des Alburs abtrennt.

Diese Berge von Schahabdulasim werden gegen diese Stadt oder genauer gegen die Ruinen von Rei hin immer niedriger und verschwinden daselbst unter dem Niveau des Plateau's. Nichts ist wahrscheinlicher, als dass sie westlich von Rei unter den Ausfüllungsmassen des Plateau fortsetzen und dort einen sozusagen unterirdischen Höhenzug bilden.

Das Streichen der Kalksteinbänke, aus welchen die Berge von Schahabdulasim der Hauptmasse nach bestehen, fand ich fast genau ostwestlich und mit dem Gebirgsstreichen ungefähr übereinstimmend. Es verläuft nach Stunde 6 oder wie in der Nähe der dortigen seinerzeit bereits von Czarnotta (Jahrb. geol. R.-A. 1852) erwähnten Erzgruben in Stunde 6 $\frac{1}{2}$. Da jedoch, wie früher erwähnt, die Schichten am Schemiran unter Stunde 8 streichen, so stellt sich heraus, dass der Parallelismus des Schichtenstreichens zwischen den Ketten südlich und nördlich der Teheraner Ebene kein absoluter ist.

Dagegen zeigen die Berge von Schahabdulazim sich insofern als eine Wiederholung des tektonischen Typus, der durch die Schemirankette repräsentirt wird, als auch sie ihren Steilabfall auf der Südseite haben. Dort treten die abgerissenen Schichtenköpfe hervor, wie man unter Anderem sehr gut in der Nähe jener alten Erzgruben bemerken kann, von denen ich auch in dem citirten Briefe (Verh. 1875, p. 133) gesprochen habe. Das Fallen der Schichten war dort mit etwa 60 bis 70 Graden nach Norden. An anderen Stellen des Gebirges mag das Fallen minder steil sein. Doch geht die Richtung desselben immer nach Norden.

Von anderen kleineren Gebirgen zunächst südlich vom Alburs wäre der Siakuh zu erwähnen, dessen Erhebung ebenfalls eine ost-westliche ist, und dessen stratificirte Gebilde ein nördliches Fallen haben. Die Hügelkette am Nordrande der grossen Salzwüste längs dem Fusse des Gebirges von Rischm besteht nach Grewingk (l. c. p. 112), der hier den Angaben des Botanikers Buhs e folgt, aus grauen, gelblichgrauen und rothbraunen, an der Oberfläche verwitterten und mit Salzausblühungen versehenen Kalkmergelschichten, deren Einfallen häufig 45° Süd ist. Demnach kommt dort also wenigstens eine ost-westliche Streichungsrichtung zur Geltung.

Von grosser Wichtigkeit wäre eine Untersuchung des Gebirgs-Systems der auf den Karten von Persien nach der Landschaft gleichen Namens, Karaghan-Berge genannten Erhebungen. Meine Absicht, eine Excursion dorthin zu unternehmen, die ich den Autoritäten, von denen ich in Persien abhing, vortrug, scheiterte, sowie manches Andere, an dem gänzlichen Mangel an Verständniss für wissenschaftliche Ziele, den ich an massgebender Stelle vorfand.

Der Name Nemek Kuh (Salzberg), der mir für die südlich von der Tschaparstation Abdullabad (Weg von Teheran nach Kaswin) sich erhebenden Berge angegeben wurde, scheint das Vorkommen von Salzlagerstätten, d. h. in Rücksicht auf persische Geologie, von tertiären Bildungen in jenen Bergen anzudeuten. (Auf der Grewingk'schen Karte erscheint ein Berg Namens Nemek Kuh als östliche Fortsetzung des Karaghan-Gebirges, doch ist diese Karte ungenau, und bildet der Nemek Kuh ein dem Karaghan nördlich vorgelagertes Gebirgsstück.) Die nicht unbedeutenden Gebirge aber, die im Süden von Sumgurabad (der zweiten Tschaparstation auf dem Wege von Teheran nach Kaswin) sich erheben, und die man schon auf dem Thurme des Schlosses von Keretsch (Suleimanieh) stehend deutlich vor sich sieht, zeigen mitunter so eigenthümliche, schroffe, unregelmässige, an Kalkgebirge erinnernde Conturen, dass man in diesen Ausläufern des Karaghan-Systems wohl auch ältere Gebirgsglieder vermuthen darf, die vielleicht zum Theil den im Alburs entwickelten Kalken entsprechen. Dieses Gebiet sei hiermit nicht allein des Studiums seiner Formationen wegen, sondern auch der Aufschlüsse halber, die wir von demselben in tektonischer Beziehung erwarten dürfen, der Aufmerksamkeit späterer Reisender dringend empfohlen.

Was die auf tektonische Fragen bezüglichen Beobachtungen anlangt, die ich bei Gelegenheit eines kurzen Ausfluges nach Central-Persien anstellen konnte, so ist zu erwähnen, dass ich im Kuhrud-Gebirge zwischen Isfahan und Kaschan, einer hohen Kette, deren höchste Gipfel mindestens 10,000 Fuss erreichen, auf der südlichen Seite dieses Gebirges die Kalke von Soh ostwestlich, zum Theil auch von OSO nach WNW streichen und südlich fallen sah. Die rothen Eocän-Conglomerate bei Soh zeigten nördliches Fallen. Der innerste Kern dieses Gebirges zeigt sich als aus einem Granit mit stellenweise riesigen Glimmerblättchen bestehend, welcher an vielen Punkten auch syenitisch wird und sowohl nördlich als südlich von verschiedenen älteren Trappgesteinen umgeben wird. Die Hauptmasse der Sedimentär-Formationen fand sich auf der Südseite des Gebirges.

Inwieweit und ob jener Granit mit dem Granit des auf 13780 Fuss Höhe angenommenen Elwend bei Hamadan zusammenhängt, muss erst die Zukunft lehren. Thatsache ist, dass der Granit des Elwend das erste derartige Gestein ist, welches man auf einem Durchschnitt von Teheran nach Bagdad zu antrifft, und dass in gleicher Weise der Granit oder Syenit des Kuhrud-Gebirges das erste derartige Gestein ist, welches man auf dem Wege von Teheran nach dem persischen Golf zu Gesicht bekommt. Hier haben wir vielleicht die wahren Centralgesteine der ganzen iranischen Bodenanschwellung vor uns.

Loftus (On the geology of portions of the Turco-Persian frontier and of the districts adjoining, quat. journ. 1855) giebt das Auftreten von Granit zwischen Gulpaigan und Japulak an und verbindet diesen Granit mit dem des Elwend. Die Streichungsrichtung des in dieser Weise construirten Granitzuges würde freilich südlich vom Kuhrudgebirge vorbeigehen, so dass der Granit des letzteren einem besonderen Aufbruch älterer Gesteinsmassen anzugehören scheint. Doch ist, wie gesagt, die Sache vorläufig nicht ganz ausgemacht.

Nach einer Vermuthung, welche der Archäologe Dr. Andreas, noch ehe er in Persien war, in einem zu Bombay gehaltenen Vortrage (vgl. Mitth. d. geogr. Ges. Wien 1876, p. 266) aussprach, würde der Granitstock von Kuhrud bei Kaschan sich bis Chairabad fortsetzen. Es ist mir unbekannt, welches Chairabad hier gemeint ist. In jedem Falle bleibt die Begründung dieser Vermuthung abzuwarten, denn unsere Kenntniss über den centralen Theil von Persien ist noch zu dürftig, um weitgehende Speculationen zu wagen.

Am Wege von Isfahan, westlich nach Chonsar, fand ich die Kalk- und Dolomitbänke, welche westlich Tiran anstehen, in hora 10 streichend und mit 40 Grad nach NO fallend. Noch etwas weiter westlich bei Tschadschah sah ich steil aufgerichtete Kalkbänke in hora 8 streichen. Auf dem Wege von hier nach Berchposcht beobachtete ich ein Streichen in Stunde 9 und ein Nordostfallen mit 70 Graden von Seiten der dortigen gelben dolomitischen Kalke. Die Hauptmasse des Kalkes in dem mächtigen, auf unseren Karten nirgends verzeichneten Gebirge des Dalun-Kuh, südlich Kurd i bolo, strich in Stunde 10 und fiel südwestlich. Doch wechselt auf der Südflanke des Gebirges das Fallen einige Mal, und auf dem Wege von der südlich und südwestlich davon sich ausbreitenden Landschaft Feridan nach Askerun fand ich südlich vom Kuh i Achmederese, welcher den östlichsten Gipfel des Dalunkuh-Gebirges vorstellt, das Streichen in hora 8.

Auch in der Landschaft Feridan selbst, welche ich zum grossen Theile aus Glimmerschiefern zusammengesetzt fand, denen mächtige Eisensteinlager untergeordnet sind, sah ich hauptsächlich das Schichtstreichen nach Stunde 8 vertreten.

In der niedrigen Gebirgskette, welche dem Dalun-Kuh nördlich vorliegt, sah ich bei Chairabad nordöstliches Schichtfallen und ein Streichen in Stunde 9¹/₂.

Die Schiefer zwischen Guschcharat und Chonsar streichen in Stunde 9 und fallen steil nordöstlich.¹⁾

Gehen wir in Centralpersien noch weiter südlich, so treffen wir die imposante Kette des Zerd i Kuh (gelben Gebirges), welche an Höhe den mächtigsten Ketten des iranischen Hochlandes nichts nachzugeben scheint, denn ich sah den Nordabhang derselben im Juni (1874) noch ganz mit Schnee bedeckt. Leider habe ich die Bekanntschaft dieses Gebirges nur par distance gemacht. Ueber die uns interessirenden tektonischen Verhältnisse wissen wir nichts.

Was die Zagros-Ketten anbetrifft, welche Persien im Südwesten begrenzen, so findet nach den Beobachtungen von Ainsworth (l. c.) im Gebiete der Zabflüsse das Schichtenfallen hauptsächlich nach NO statt, etwa mit Ausnahme der Bazian-Berge, welche südwestliches Schichtenfallen aufweisen und ihren Steilabsturz nach NO gerichtet haben. Ebenso zeigen die Kalkgebirge von El Kosch und Rabban Hormuz ein NW-SO-Streichen und einen sanften Abfall gegen S, einen steilern gegen N. Auch die rothen Sandsteine, welche dem Fuss der Rabban-Hormuz-Berge vorlagern, fallen südwestlich. Ein gleiches Fallen liessen die Conglomerate der Duleib-Berge (in der westlichen Verlängerung der Rabban-Hormuz-Berge) erkennen.

Bei C. Ritter (Erdkunde, Bd. 9, p. 165) wird von den Stromschnellen beim Dorfe Wais am Kuran unterhalb Schuster gesprochen. Hier setzen sieben Sandsteinbänke quer über den Fluss, welche ein NW-SO-Streichen besitzen bei nördlichem Fallen von 22 Graden.

Bei dem Durchschnitt von Dizful nach Khorremabad (Loftus l. c. p. 262) kamen südöstliche und südwestliche Fallrichtungen zur Beobachtung. Das Thal von Gilalahu bei Dizful und die Berge seiner Umgebung haben eine NW-SO-Erstreckung (l. c. p. 260). Bei seinen Untersuchungen in der Gegend von Kirrind fand Loftus (l. c. p. 265) sowohl nordöstliche als südwestliche Fallrichtungen der Schichten, woraus sich ein Streichen derselben von NW-SO ergibt. Zwischen Kirrind und Mahidescht auf dem Wege nach Kirmanschah (l. c. p. 275) zeigen sich die dortigen Eocänschichten steil nach SW. geneigt. Bei Derbend Khani (l. c. p. 279), wo der Shirwan-Fluss die nordwestliche Verlängerung der Bamu-Kette durchbricht, constatirte Loftus südwestliches Schichtenfallen. Also auch hier findet das Streichen von NW-SO statt. Auch der Kuh i Bizenan, welcher den Kuh i Bamu mit Karayez verbindet, streicht nach Loftus von NW-SO.

Bemerkenswerth ist auch die Ansicht bei Loftus (l. c. p. 283), dass einige der von ihm besuchten Gebirgsketten Bruchlinien längs der Axe ihrer Erstreckung aufweisen.

Auch Blandford verdanken wir einige Angaben in Bezug auf die Art der Schichten-Aufrichtung und das Gebirgstreichen in den Gebirgen des südlichen Persien, und sogar auch eines Theiles von Beludschistan. Die Nummuliten-Schichten nördlich Schiras streichen nach diesem Beobachter (l. c. p. 495) theils ostwestlich, theils von NW nach

¹⁾ Ich hoffe, bei Gelegenheit genauere Einzelheiten über meine Beobachtungen in den Gebirgen um Chonsar und im Kuhrud-Gebirge veröffentlichen zu können.

SO. Die Berge in der Gegend der Sarjan-Ebene zwischen Kerman und Schiras (l. c. p. 492) zeigen ein der meridianen Richtung sehr genähertes NW-SO-Streichen und ein im Allgemeinen ostwärts gerichtetes Schichtfallen. In der Nachbarschaft von Kerman (l. c. p. 489) treten Conglomerate auf, welche mit vulkanischen Gesteinen wechselagern und südwestlich fallen. Das Streichen der Nummuliten-Kalke bei Dizak, zwischen Jalk und Bampur, ist nach $O 10^{\circ} S$ gerichtet. Die Schichten bei Gischigan, am Wege von Jalk nach Gwadar (l. c. p. 477), fallen in der Nähe des Hinduvan-Passes südlich.

Leider haben wir es da überall nur mit vereinzeltten Angaben zu thun, aus denen nicht mit Zuversicht geschlossen werden kann, ob in jenen Gebieten reguläre Faltenbildungen dominiren oder Verwerfungen. Es lässt sich auch nicht mit Sicherheit ermitteln, ob in letzterem Falle ein gewisses Symmetriegesetz zwischen den Gebirgen des südlichen und des nördlichen Persien obwaltet.

So dürftig nun aber die gemachten Angaben noch sind, so ermöglichen sie doch den Schluss, dass wir auf dem persischen Hochlande nicht nur einen ungefähren Parallelismus der Gebirgslinien vor uns haben, sondern dass auch im Schichtenstreichen jenes Gebietes die ostwestliche und namentlich die NW-SO-Tendenz zur Geltung gelangt.

Man mag über Elie de Beaumont's Pentagonalnetz denken wie man wolle, jedenfalls hat der französische Geologe das Verdienst gehabt, die auch von Humboldt vertheidigte Idee zu kräftigen, dass in der Richtung der Gebirgsketten kein wildes Durcheinander, sondern gesetzmässige Regeln herrschen, wenn sich auch diese Regeln bei der Complicirtheit der Erscheinungen, die uns entgegentreten, nicht immer werden leicht erkennen lassen.

Freilich ist die zu krystallographische Auffassung Beaumont's heute verlassen, und man glaubt auch nicht mehr, dass Gebirgsketten von gleicher Richtung auch gleichaltrig sein müssen. Den schlagendsten Beweis gegen diesen Hauptfehler der Beaumont'schen Hypothese haben vielleicht die Forschungen Stoliczka's geliefert, denen zufolge (vgl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, p. 240) von den drei Ketten des Kwenlun, Karakorum und Himalaya der Kwenlun, dessen Formationen nicht über die paläozoische Zeit hinausgehen, die älteste ist, während im Karakorum schon alpine Trias repräsentirt ist und am Gebirgsbau des Himalaya sogar Tertiärschichten theilnehmen.

Man weiss auch, dass oft ein und dasselbe Gebirge, wie diess die Karpathen so deutlich zeigen, in seinem Verlaufe das Streichen völlig wechseln kann, aber man geht doch wohl nirgends so weit, eine gewisse Gesetzmässigkeit bei der Aufrichtung der Gebirge überhaupt und nur desshalb zu läugnen, weil dieselbe noch nicht deutlich genug erkannt ist. Das hiesse das Kind mit dem Bade ausschütten. Das widerspräche der fortgeschrittenen geographischen Anschauung von den Gebirgs- und Küstenlinien, wie sie uns schon C. Ritter in seinem Epoche machenden Vortrage über räumliche Anordnungen auf der Aussenseite des Erdballs vermittelt hat, in welchem Vortrage, wie Abich treffend bemerkt, ein geographisches Problem dem Höhenpunkte einer philosophischen Auffassung zugeführt wurde, wo dasselbe Gegenstand der Geologie wird. Die Geologie aber darf ein Feld geographi-

scher Betrachtung nicht aufgeben, dessen sich sogar schon die Astro-
nomie bemächtigt, wie die Untersuchungen von Stanislas Meunier
(bull. de l'acad. des sc. de Paris, Sitzungen vom 1. u. 8. Sept. 1873)
über die Form der Meere des Planeten Mars und dessen Alter
beweisen.

Und so sehen wir denn, dass man heute z. B. in Central-Asien
von einem Altai-System oder von einem Tien-schan-System spricht,
wie man früher in Europa von einem System der Pyrenäen oder von
einem System des Hundsrück sprach, wenn man auch einen einge-
schränkteren Sinn mit dieser Sprache verbindet.

Freiherr v. Richthofen hat seinem ersten Bande über China,
ein Capitel über das Gebirgsgerüst von Central-Asien eingeschaltet,
worin die Beziehungen der mächtigen, dieses Land beherrschenden
Gebirgsketten zu einander erörtert werden. In Ost-Asien herrschen
dieser Auseinandersetzung zufolge die Richtungen von SW gegen NO,
in West-Asien solche von NW gegen SO. Jene nennt er das Sinische
System, diese das Altai-System. Das letztere hat eine ziemlich ein-
heitliche Richtung. Dieselbe ist durchweg fast genau WNW-OSO. „Sie
zeigt sich schon westlich vom Baikal-See im Sayan-Gebirge, dann im
Tangu und Khangai, im kleinen Altai, Tarbagatai, Karatau, Nuratau,
im Gebirge von Khorassan, im Elburz (Alburs), in Persien, Armenien
und im Kaukasus, und es ist schon von L. v. Buch nachgewiesen
worden, wie die gleiche Richtung im südöstlichen Europa dominirt.“

Betrachtet man die Karte der Gebirge und Steppen von Central-
Asien, welche v. Richthofen seinem Werke beigibt, so zeigt sich,
dass dieses Altai-System auf dem asiatischen Continent in der Art zur
Geltung kommt, dass es eine von SW nach NO sich erstreckende
Region einnimmt. Die Erstreckung dieser Region ist also merkwür-
digerweise der Richtung der Gebirgsketten dieser Region entgegen-
gesetzt.

Vielleicht erinnert man sich hier wieder Alexander v. Hum-
boldt's, der im Hinblick auf die Thatsache, dass die Hauptrichtung
des Festlandes von Europa (SW gegen NO) den grossen Erdspalten
und Dislocationslinien von NW gegen SO, wie sie in einem grossen
Theile Europas und West-Asiens herrschen, entgegengesetzt sei, das
rechtwinklige Durchkreuzen solcher geodäsischer Linien als ein beson-
ders wichtiges Moment betont (Kosmos, 1. Bd., p. 319).

Den Alburs rechnet v. Richthofen zu diesem Altai-System,
was zum Mindesten für den westlichen Theil dieses Gebirges gut
stimmt. Nun ist nicht zu läugnen, dass der östliche Alburs eine SW-
NO-Richtung besitzt, so dass er als eine Andeutung von v. Richt-
hofen's Sinischem System in West-Asien erscheinen könnte, in der
Art, dass die Alburskette im Kleinen eine Wiederholung der grossen
Züge in der Gestaltung des central-asiatischen Continents darstellen
würde. Ich habe aber für diesen östlichen Theil des Alburs oben zu
zeigen versucht, dass zum Wenigsten die Linien des Schichtenstrei-
chens einer NW-SO-Richtung noch zumeist entsprechen, wenn auch
die Kammrichtung eine andere geworden ist.

Es wird nun davon abhängen, welchen von diesen Linien oder Richtungen man eine grössere Bedeutung zuerkennen will, wenn man verschiedene Gebirgssysteme eines Continents mit einander vergleicht.

Aber es handelt sich bei der Betrachtung eines Gebirges nicht allein um seine Längenerstreckung und die Beziehungen, welche es in dieser Hinsicht mit anderen Gebirgen in Parallele bringen, noch andere Verhältnisse, die seinen eigenen Bau und namentlich den etwaigen Zusammenhang desselben mit vulcanischen Erscheinungen betreffen, sind zu beleuchten, wenn man die Materialien sammeln helfen will, aus welchen dereinst die allgemeinen Gesetze und Ursachen der Gebirgsbildung auf unserem Planeten erkannt werden können.

Von den Mathematikern werden unbekannte Grössen durch beliebige Buchstaben bezeichnet und können dann nebst bekannten in Rechnung gezogen werden. In den Naturwissenschaften finden sich bei unbekanntem Grössen statt der Buchstaben die Hypothesen ein. Die letzteren sind uns bei dem berechtigten Streben, allgemeine Regeln in das Chaos von unverknüpften Einzelbeobachtungen zu bringen, ebenso nöthig, wie dem Mathematiker seine Buchstaben. Sofern man sie nicht mit absolut festgestellten Wahrheiten verwechselt, werden sie in der Bedeutung vorläufiger Auskunftsmittel dem Fortschritt der Wissenschaft sehr förderlich sein, indem sie eine Basis der Discussion schaffen. Die verschiedenartigen Thatsachen gruppieren sich leichter um die festen Linien einer Hypothese, die Vorstellungen reihen sich leichter an einander, und die Beobachtungen erlangen ein bestimmteres Ziel, als bei dem Mangel eines Versuches zur Aufstellung allgemeiner Gesetze.

In diesem Sinne dürfen wir wohl an die theoretischen Betrachtungen erinnern, welche Suess in seinem Buche über die Entstehung der Alpen (Wien 1875) angestellt hat, um die Einseitigkeit im Bau der meisten Gebirge darzulegen, eine Einseitigkeit, mit welcher die Lage etwaiger vulcanischer Ausbruchsstellen auf einer bestimmten Seite der betreffenden Ketten zusammenhängen und die, wie des Weiteren ausgeführt wird, einem einseitigen Seitendruck entsprechen soll.

Gerade in Bezug auf die Alpen, die der Autor dabei zum Ausgangspunkt seiner Betrachtungen wählt, äussert sich freilich der ungenannte Referent in den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt (1875, p. 182), dass man sie bis dahin als das Muster eines beiderseits der Mittelzone symmetrisch gebauten Gebirges angesehen habe. Auch einzelne Theile der Apenninen scheinen, für sich allein betrachtet, sehr regelmässig gebaut zu sein. Zittel (Geologische Beobachtungen aus den Central-Apenninen, München 1869) spricht sich darüber folgendermassen (l. c. p. 87) aus: „Eine besondere Eigenthümlichkeit Central-Italiens sind die ringsum geschlossenen ellipsoidischen Schichtgewölbe, welche sowohl in den Apenninen als in Toscana durch ihre Regelmässigkeit die Bewunderung der Geologen erregen, gewöhnlich gehören sie zu einem vorhandenen Gebirgszug, aus welchem sie vielleicht durch localen, unterirdischen Druck emporgepresst wurden, und nur höchst selten tauchen sie als isolirte Berge aus der umgebenden Ebene oder dem Hügellande auf.“ Central-Italien stellt nach diesem Autor eine Fläche dar, „welche, von beiden Seiten zusam-

mengedrückt, eine Anzahl ungleicher Runzeln erhalten hat.“ Endlich haben auch Paul und ich in unseren Studien in der Sandsteinzone der Karpathen am Schluss unserer damaligen Ausführungen auf gewisse Thatsachen hingewiesen, welche einer zu schematischen Anwendung jener Theorie auf alle Einzelheiten des karpathischen Gebirgsbaues entgegen zu stehen scheinen, obgleich aus einigen anderen der von uns angestellten Beobachtungen in der That auf die Existenz eines nordwärts gerichtet gewesenen Seitendrucks in jenem Gebirge geschlossen werden konnte. Es mag also zugestanden werden, dass für die absolute Anwendung der genannten Theorie auf die erwähnten Gebirge wenigstens in Bezug auf mancherlei Details noch nicht jedes Bedenken beseitigt ist.

Nichtsdestoweniger werden in dem genannten Buche von Suess eine solche Menge von Thatsachen zur Sprache gebracht, welche über die Einseitigkeit einer Anzahl von wichtigen Gebirgen, mindestens für deren allgemeine geologische Grundzüge so wenig Zweifel bestehen lassen, dass damit der tektonischen Betrachtung der Gebirge eine neue Perspective geöffnet erscheint, und dass man bei der geologischen Untersuchung minder bekannter Gebirgsketten sich stets auch die Frage wird vorlegen müssen, sind diese Ketten einseitig gebaut oder nicht.

Einen neuen Beleg erhielt die Theorie von Suess bald nach dem Erscheinen des citirten Buches durch die Untersuchungen des Herrn Prof. Neumayr, der in seiner vorläufigen Mittheilung über die Insel Kos (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1875, p. 173) die Idee entwickelte, dass die Gebirge von Attika und Euboea in ihrer Verlängerung durch die Cycladen nach Kos, Kalymnos und Kappari ein Kettengebirge vorstellen, an dessen südlichem Bruchrande eine Reihe vulcanischer Eruptionstellen auftreten, zu denen u. A. Milo, Santorin und Kandeliusa gehören.

Diese Auffassung der griechischen Inseln von Seiten Neumayr's erinnert, wie ich mir nicht versagen kann hervorzuheben, ungemein an die Darstellung, welche L. v. Buch (Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln, Berlin 1825, p. 400) uns von den kleinen Antillen gegeben hat. Dort liegen vulcanische Inseln in einer fortlaufenden Kette hinter einander, ohne von nicht-vulcanischen Inseln unterbrochen zu werden. Dagegen zieht sich im Osten dieser Inseln ausserhalb gegen den Ocean eine andere, wenn auch weniger bestimmte Reihe von Inseln hin, welche von vulcanischen Phänomenen nur noch wenige Spuren zeigt und Vulcane selbst gar nicht enthält. „Diess eine höchst merkwürdige Thatsache. Grenada, St. Vincent, St. Lucie, Martinique, Dominica, Guadeloupe, Monserrat, Nièves, St. Christoph, St. Eustache sind die vulcanischen Inseln. Zur Kette der niedrigeren Kalkstein-Inseln gehören aber Tabago, Barbados, Marie Galante, Grande Terre, la Désirade, Antigua, Barbuda, St. Bartholomeo, St. Martin. Alles Inseln, welche den vorigen im Osten vorliegen und nicht eine von ihnen im Westen der vulcanischen Reihe.“

Ein Gesetz, wie wir es hier in den griechischen und westindischen Inselreihen ausgeprägt finden, kann natürlich auch an Festlands-Gebirgen zur Geltung kommen, die mit ihrer ganzen Basis über das Meeresniveau gehoben sind, denn die Wasserbedeckung jener Basis

bei den genannten Inselreihen ist geologisch eine für unsere Frage ganz irrelevante Thatsache.

Gewissermassen im Kleinen ein Modell für solche einseitige Gebirge ist der Siakuh in der Salzwüste, 20 Farsach südöstlich Teheran, über welches vereinsamte, öde Gebirge die ersten geologischen Mittheilungen geben zu können mir gegönnt war.

Der Siakuh ist aus Schichten zusammengesetzt, deren Hauptmasse (grüne Tuffe, z. Th. der siebenbürgischen Palla ähnlich, und helle Mergel) ich für Kreide halte. (Die betreffenden grünen Gesteine ähneln auch vielfach den von Abich der Kreide zugerechneten Gesteinen, wie ich sie z. B. bei Mtskhet im Kaukasus zu sehen Gelegenheit hatte.) Ueber diesem Schichtensystem folgt auf der Nordseite des Gebirges ein System an Versteinerungen reicher Schichten, die sich bei genauerer Durchsicht der paläontologischen Funde als eocän und den Schichten von Schio in Ober-Italien entsprechend herausgestellt haben, wie Herr Th. Fuchs mir freundlichst mittheilt. Das Streichen der Schichten ist ein ostwestliches, das Fallen durchgehends nach Norden gerichtet. Auf der Südseite des Gebirges zeigt sich ein Bruchrand, und hier treten helle Gesteine der Trachytfamilie auf. Andere Trachyte, wie nicht verhehlt werden darf, sind allerdings auch auf der Nordseite des Gebirges an einigen Punkten zu beobachten. Doch gibt uns das Ganze ein Bild der Einseitigkeit in Bezug auf Formations-Vertheilung und Schichtenneigung, und schliesslich könnte der See, der im Südwesten des Siakuh von mir gesehen wurde, und der die tiefste Stelle der im Süden des Siakuh befindlichen Depression dieses Theils der persischen Hochebene bezeichnet, ein Senkungsfeld darstellen, ähnlich wie es in viel grösseren Verhältnissen die ungarische Tiefebene gegenüber dem Karpathensystem vorstellt, oder wie es das tyrrhenische Meer gegenüber den südlichen Apenninen sein soll, worüber man auch den Aufsatz von Suess über die Erdbeben des südlichen Italien (Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. Ak. d. Wiss., Wien 1874, 34. Bd.) und die jüngst erschienene Arbeit Cornelio Doelter's über die Vulcan-Gruppe der pontinischen Inseln (Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. Ak. d. Wiss., Wien 1875, p. 182) vergleichen mag.

Die grossen Bruchlinien, welche, wie wir früher sahen, den Südrand des Alburs auszeichnen, finden also ihrerseits sowohl in den ihnen parallelen Verwerfungen im Innern dieses Gebirges, als auch in den Bruchlinien, welche den steileren Südabfall einiger mehr oder weniger freistehender Gebirge des persischen Hochlandes südlich vom Alburs (wie der Siakuh oder die Berge von Schahabdulasim) markiren, ihr Analogon.

Will man sich nun bloss auf die Anschauung der Thatsache beschränken, dass solche Bruchlinien den Steilabfall auf der Südseite des Alburs bedingen, dann wäre diese Seite im Sinne von Suess das, was er die Innenseite eines einseitigen Gebirges nennt. Auf der Innenseite aber einseitiger Gebirge treten nach Suess in der Regel Gesteine vulcanischen Ursprungs auf, so auf der pannonischen Seite der Karpathen die Trachyte und auf der tyrrhenischen Seite der Apenninen, das Albaner Gebirge, die Rocca Monfina, die phlegräischen Felder, der Vesuv, der Epomeo, die Ponza-Gruppe und die liparischen

Inseln. Die Karpathen und die Apenninen gelten nämlich als Hauptbeispiele einseitiger Gebirge.

Nun kommen in der That südlich vom Alburs und diesem ungefähr parallel Hügelreihen trachytischer Gesteine vor. Die meisten der kleineren Gebirgszüge, welche man auf dem Wege von Teheran nach Kum passirt, bestehen entweder aus Tertiärbildungen oder aus Trachyten und deren Tuffen. So erhebt sich nördlich von Kenarigird ein 2 Farsach breites, ostwestlich streichendes, nach Norden und Süden mit flach geneigten, sehr regelmässigen Schuttebenen abfallendes Gebirge, welches aus einem grünsteinartigen Eruptivgestein der Trachytfamilie besteht. Die in einiger Entfernung südlich von Kenarigird auf dem Wege zur nächsten Tschaparstation Haus i Sultan sich erhebenden Berge und Hügel bestehen zwar der Hauptsache nach aus Tertiärgesteinen, besonders der persischen Salzformation, doch nehmen an ihrem Aufbau auch Trachyte und deren Tuffe Theil. Wo diess der Fall ist, zeichnen sich die kahlen Gehänge durch den buntesten Farbenwechsel aus, der ein eigenthümlich belebendes Element in diese sonst trostlose Landschaft hineinbringt. Olivier (*voyage dans l'empire ottoman, l'Egypte et la Perse*, Paris 1807, vol. III, p. 92) hielt auch die allerdings noch von keinem Europäer näher untersuchte Kuppe des Kuh i telisma (Berg des Zaubers) bei Kum für vulcanischen Ursprungs.

Bei meiner Reise von Teheran nach dem Siakuh entdeckte ich südöstlich von Veramin den ausgedehnten, langgestreckten, dem Alburs parallel laufenden niedrigen Trachytzug des Kuh i Kaleng. Der Siakuh selbst mit seinen Trachyten ist hier ebenfalls zu erwähnen.

Gehen wir noch weiter nach Osten, nach Khorassan, wohin ich persönlich nicht mehr so glücklich war, zu kommen.

Gestützt auf eine Angabe bei Fraser (*narrative of a journey into Chorassan*, London 1825, p. 375) hatte später Abich in seinen „Grundzügen“ (l. c. p. 394) die Existenz eines erloschenen trachytischen Eruptions-Systems bei den Ruinen von Mesinum in Khorassan vorausgesetzt.

Göbel, der geologische Begleiter der Khanikoff'schen russischen Expedition nach Khorassan wies aber nach (über einen vermeintlichen Herd vulcanischer Thätigkeit in Khorassan, *bull. de l'ac. de St. Pétersbourg* 1863, tome 5, p. 328), dass das, was Fraser für Obsidiane gehalten hatte, Schlacken seien, die von uralter Kupfergewinnung herrührten, die er schon zwei Tagereisen vor Mesinum bei Miandascht in der Nähe eines unbewohnten Karavanseraï beobachtete. Dieses Karavanseraï lag ganz einsam in der Hochebene, die sich dort längs des Südrandes des Alburs ausbreitet.

Sonderbarerweise enthält aber der Göbel'sche Aufsatz doch eine, wenn auch zufällige Genugthuung für die Abich'sche Hypothese.

Göbel stellt sich nämlich die Frage nach dem Herkommen jener Kupfererze, von deren einstiger Verarbeitung wir in jenen obsidianartigen Schlacken ein unzweifelhaftes Zeugniß besitzen, und fährt dann fort (p. 332): „Bei der Grösse des Landes, der Menge seiner Gebirgszüge, und dem Wenigen, was ich näher zu sehen Gelegenheit gehabt, darf ich kaum wagen, ein allgemeines Urtheil über das Vorkommen des Kupfererzes abzugeben. Als Augenzeuge muss ich berichten, dass

ein weitverbreiteter, der Tertiärformation angehöriger, brauner und schwärzlicher, porphyrtiger Trachyt mit mehrfachen Abänderungen, welcher in longitudinalen Durchschnitten-Spalten emporgestiegen, wesentlich zur orographischen Gestaltung des Landes beiträgt, das hauptsächlichste, Kupfer führende Gestein ist, welches jenes Metall in Form von gediegenem Kupfer, Rothkupfererz, Kupferkies und Buntkupfererz mit sich führt. Ausserdem sind es noch metamorphische Schiefer, in denen dort Kupfererze gefunden werden, und in seltenen Fällen Sandstein mit Kupfergrün und Rothkupfererz imprägnirt.“

Also Trachytzüge im Süden auch des östlichsten Alburs. Das erinnert sehr an den Kuh i Kaleng. Der vorausgesetzte Herd einer erloschenen vulcanischen Thätigkeit in Khorassan ist also doch vorhanden, wenn auch die Thatsachen, aus denen anfänglich auf seine Existenz geschlossen wurde, sich nicht bestätigt haben.

Wenn wir demnach in den geschilderten Verhältnissen eine weitere Analogie zu den Erscheinungen erkennen müssen, wie sie Suess als charakteristisch für seine einseitigen Gebirge hinstellt, so darf dennoch andererseits nicht übersehen werden, dass gerade der bedeutendste vulcanische Berg Persiens, der Demavend, sich nicht auf der Südseite des Alburs und der angedeuteten grossen Bruchlinien befindet, sondern nördlich der Hauptkette des Gebirges steht oder besser, derjenigen Kette, welche durch die Höhe ihrer Kammerhebung und durch ihre Bedeutung als Wasserscheide in dem betreffenden Stück des Gebirges als Hauptkette betrachtet werden muss. Es ist schon von früheren Reisenden in jener Gegend betont worden, dass man von der Stadt Demavend aus, welche am Südfusse dieser Kette gelegen ist, den Berg gleichen Namens nicht sehen kann, eben weil er nördlich von jener Kette auf einer der Parallelerhebungen zu dieser aufgesetzt erscheint.

Eben diese Stellung des Vulkans mitten im Gebirge beweist auch, dass derselbe in seiner Entstehung von sogenannten Senkungsfeldern ebenso unabhängig war, wie es die grossen Andesitdome des Kaukasus, Elbrus und Kasbek gewesen sind, welche gleichfalls in Mitte des Hochgebirges stehen.

Nach den Untersuchungen Abich's hätten wir beim Kaukasus ebenfalls im Süden der Kette grosse Bruchlinien und Einsenkungen anzunehmen, und wurde E. Favre (*étude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée*, Genève 1877, p. 59) durch „die Entstehung der Alpen“ angeregt, den Kaukasus als ein einseitiges Gebirge im Sinne von Suess zu bezeichnen. Da sich aber Elbrus und Kasbek nördlich der Wasserscheiden der höchsten Kammerhebungen des Kaukasus befinden, so gehören diese gewaltigen Eruptivberge, ebenso wenig wie der Demavend, der Innenseite eines einseitigen Gebirges an.

Nach Suess (*Entstehung der Alpen*, p. 28) zeigt der Apennin zwei von einander wesentlich verschiedene Seiten, nämlich eine Seite der Stauung und Faltung und eine andere des Abrisses und der vulcanischen Eruptionen. Die gefaltete Seite ist convex und stetig, die entgegengesetzte, welche als Innenseite des Gebirges gilt, ist von Senkungsfeldern unterbrochen.

Und doch giebt es als Ausnahmen von dieser Regel zwei Vulkane des Apenninengebietes, welche auf der Externseite dieses Gebirges stehen, der Vultur und der Aetna.

Das peloritische Gebirge bei Messina und Taormina darf als eine Fortsetzung des calabrischen Zweiges der einen Bogen beschreibenden Apenninen angesehen werden. Man braucht nun blos die von Suess in seinem hochwichtigen Aufsatz über die Erdbeben des südlichen Italien (l. c. p. 6) gemachten Ausführungen über die geologischen Verhältnisse dieses Gebirges nachzulesen, um zu erkennen, dass die Innenseite, die Bruchseite desselben nach dem tyrrhenischen Meere, nach Norden zu liegt, wie dies übrigens Suess selbst folgert, und dass dagegen der Aetna südlich, das ist auf der Externseite des Gebirges steht, wie sich auch aus jeder Karte von Sicilien ablesen lässt. Ich sah bei meinem Besuch jener Gegend die Kalkbänke bei Taormina überall dem Aetna zufallen. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass hier ein Vulkan, der, was die von ihm an die Oberfläche geförderten Massen von Laven, Tuffen und Trümmergesteinen anlangt, den bedeutendsten Vulkan des tyrrhenischen Bruchrandes, den Vesuv mit der Somma vielleicht um das Zehnfache übertrifft, eine Stellung einnimmt, die mit dem Absinken der Apenninen in das Senkungsfeld des tyrrhenischen Meeres in gar keiner Beziehung steht.

Deshalb bringt auch Suess den Aetna und den Vultur mit gewissen seismischen Linien in Beziehung, indem er meint, dass dort, wo die calabrische Hauptschütterlinie aus der Flyschzone des peloritischen Gebirges hervortrete, der einzige Punkt liege, an welchem sich ein peripherischer Vulkan gebildet habe, der Aetna, dort aber, wo die lukanische Schütterlinie aus der Flyschzone des Apennins hervortrete, liege die einzige Stelle derselben, auf welcher ein Vulkan entstanden sei, der Vultur.

Es geht also aus diesen Thatsachen hervor, dass das Auftreten, namentlich einzelner Vulkane (im Gegensatz zu Vulkanreihen oder Gruppen) nicht immer mit den Senkungen, welche die Erhebung einer Gebirgskette begleiten können, in Verbindung gebracht werden muss. Der Umstand, dass jüngere Meeresbildungen am Fusse des Aetna über dem Niveau des Meeres liegen, scheint sogar anzudeuten, dass die Entstehung mächtiger Vulkane, wenn auch nicht direct mit Hebungen zusammenhängt, so doch gegenüber allgemeinen, vielleicht secularen Hebungen sich nicht störend zu verhalten braucht. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wird man auch für den Demavend eine besondere Entstehungsursache, besondere tektonische Bedingungen seines Auftretens aufsuchen müssen.

Da ich vorhabe, in allernächster Zeit in einem besonderen Aufsatz das zusammenzustellen, was ich fussend theils auf der vorhandenen Literatur, theils auf eigenen Beobachtungen über diesen Vulkan zu sagen vermag, so will ich mich hier sehr kurz fassen in den Andeutungen, die ich über die etwaige Bedeutung desselben für die Tektonik des Alburs machen kann.

Ich schicke gleich voraus, dass, wie ich bereits in einer Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt erörtert habe (Verhandl. 1877, p. 41) die Entstehung des Demavendvulkans einen bestimmenden Ein-

fluss auf den Bau des Albursgebirges auch in dessen nächster Nähe nicht geäußert hat. Der Demavend fand die ihn jetzt umgebende Gebirgsconfiguration bei seinem Entstehen im Wesentlichen bereits vor. In ähnlicher Weise wird man wohl nach den Ausführungen E. Favre's über die grossen Eruptionskegel des Kaukasus denken müssen, deren Laven über quartären Gebirgsschutt flossen.

Der Demavend unterscheidet sich eben dadurch schon wesentlich von den trachytischen Eruptionen im Süden des Alburzuges, dass er jünger ist als diese der Hauptsache nach der Tertiär-, zum Theil vielleicht der oberen Kreidezeit angehörigen Eruptionen.

Wollen wir nun bei der Frage nach den tektonischen Vorbedingungen, welche die Entstehung unseres Riesenvulkans begünstigten, ähnlich wie dies für den Vultur und den Aetna von Suess mit Erfolg geschehen ist, gewisse Erdbebenlinien aufsuchen, auf denen der Demavend entstanden sein könnte, so stellt sich unserer Nachforschung die Ungenauigkeit unserer Kenntniss von den Erdbeben in seiner Umgebung als Hinderniss entgegen.¹⁾

Wir wissen, dass die Gegend von Teheran und Rei (Rhages der Bibel) manchmal von Erdbeben heimgesucht wurde. (In die Zeit meines Aufenthaltes daselbst fällt, ich möchte fast sagen leider, kein derartiges Ereigniss.) Nun aber beweist der Umstand, dass ein derartiges Erdbeben in einer volkreichen Stadt wie Teheran von mehr Leuten gespürt wird, als in den Einöden, welche nach anderen Richtungen hin zur weiteren Umgebung des Demavend gehören, noch nicht, dass diese Erdbeben in Teheran ihre grösste Intensität erreichen. Bei dem Mangel an vergleichenden Beobachtungen lässt sich sogar die Richtung der Linie, welcher die Erdbeben von Teheran angehören, nicht ermitteln.

Ein anderer Punkt im Alburz, an welchem Erdbeben, wie es scheint, öfters vorkommen, ist die Gegend von Aschref in Masenderan. Nun aber habe ich die Umgebung von Aschref als ein Terrain kennen gelernt, welches aus Kreidekalken besteht, die ähnlich wie der Karstkalk einer starken unterirdischen Auslaugung und Auswaschung unterworfen sind. In der That liess sich auch die für ausgehöhlte Kalkterrains so bezeichnende Dolinenbildung an der Oberfläche jenes Kalkgebiets deutlich wahrnehmen. Es ist also denkbar, dass die Erdbeben bei Aschref wenigstens zum Theil auf locale Einstürze zurückzuführen sind. Jedenfalls würden genaue Angaben dazu gehören, wenn man ermitteln wollte, ob diese Störungen mit tektonischen Linien von Bedeutung zusammenfallen oder nicht. Ueberdies liegt Aschref schon weit

¹⁾ Die Kenntniss der Erdbebenerscheinungen in Persien ist überhaupt noch weit zurück. Am meisten wissen wir noch über die betreffenden Erscheinungen in der an die kaukasischen Gebiete anstossenden Provinz Aserbeidschan, insofern uns Abich in seinem Aufsatz über ein Erdbeben bei Täbris (bull. de la cl. phys. mathem. de l'ac. Petersb. 1858, p. 340), sowie in seiner Arbeit: sur les derniers tremblements de terre dans la Perse septentrionale et dans le Caucase (bull. Petersb. 1856) einige diesbezügliche Mittheilungen gemacht hat. In dem letzterwähnten Aufsatz (l. c. p. 53) findet sich auch die Notiz, dass Hentzsche zu Rescht ein Erdbeben beobachtete, welches von ostwestlicher Richtung war. Auch in Bukhara wurden, wie ich anhangsweise bemerke, im Jahre 1818 von West nach Ost gehende Erdstösse verspürt (Grewingk l. c. p. 132).

entfernt von der Demavendgegend. Doch hat das Erdbeben von 1815 sowohl die Demavendumgebung als die Gegend von Aschref betroffen. Das ist eine Thatsache, die für einen Theil der Erschütterungen bei Aschref allerdings allgemeinere Ursachen vermuthen lässt. Noch weiter entfernt liegt aber die Erdbebenregion von Schahrud und Bostam auf der Südseite des östlichen Alburs. Mit der blossen Kenntniss also, dass an diesem oder jenen Punkte des Albursgebietes Erdbeben beobachtet wurden, lässt sich für unsern Zweck noch nichts anfangen.

Eine einzige Beobachtung ist es, welche uns einen Fingerzeig über den etwaigen Zusammenhang gewisser seismischer Vorgänge mit der Tektonik des Albursgebirges und indirect auch mit der Lage des Demavendvulkans geben kann. Bei dem grossen Erdbeben von 1815 nämlich, welches eine grosse Anzahl von Dörfern im Gebiet des Herasthales zerstörte und den Weg längs dieses Thales nach Masenderan für die nächsten zwei Jahre unwegsam machte, wurden auch einige Brücken über den Heras zerstört. Bell (vergl. geological notes on part of Masandaran, in geol. transactions, ser. 12, vol. V, p. 77, siehe auch Grewingk l. c. p. 104) besuchte diese Gegend im Jahre 1837 und sah noch die Spuren der Verwüstung. Ihm fielen namentlich Brückenpfeiler auf, die das Ansehen hatten, als hätten sie nie denselben Bogen tragen können, weil sie in „ganz verschiedener Parallele“ standen, und überzeugte sich Bell davon, dass diese Verrückungen Folgen jenes Erdbebens waren. Danach würde das Herasthal, welches anfangs den Demavend östlich umgiebt, dann aber in ungefähr nördlicher Richtung gegen Amol zu verläuft, eine horizontale Verschiebung seiner Ufer erlitten haben.

Die Frage liegt nahe, ob nicht schon aus früheren Zeiten von uns in Folge der öfteren Wiederkehr ähnlicher Ereignisse bedeutende Spuren derartiger Verschiebungen im Herasthal, welches sich dann als eine grosse nordsüdliche Spalte darstellen würde, zu constatiren sind. In der That sagt Grewingk in einem andern Capitel, aber auf derselben Seite seiner Schrift (l. c. p. 104), ohne übrigens eine Beziehung zwischen beiden Angaben herzustellen, Folgendes: „Das Bett des Flusses ist ein Riss, der sich continuirlich vom Gipfel bis zum Fuss des Gebirges zieht, und obgleich enge, doch schwerlich eine einzige Stelle aufweist, wo Uebereinstimmung in der Lagerung der gegenüberliegenden Felsen zu finden wäre.“

Danach hätte es in der That den Anschein, als ob gerade im Meridian des Demavend in grossartigem Massstabe eine jener Horizontal-Verwerfungen vorkäme, wie sie in kleinem Massstabe auch innerhalb mancher europäischer Gebirge zu finden sind, und von welchen ich erst jüngst zwischen Luisenthal und dem Berge Pareu Kaylor bei Kimpolung in der Bukowina eines der deutlichsten und auffälligsten Beispiele zu sehen Gelegenheit hatte.

Nun aber verhält sich die Sache doch nicht ganz in der von Grewingk angegebenen Weise. Der Heras zeigt nämlich in der Gegend von Ask und noch weiter abwärts an seinem linken westlichen Ufer eine Menge von Aufschlüssen vulkanischer Gesteine, welche nicht immer auf das andere Ufer hinübergreifen, denn auf dieser westlichen Seite des Flusses befindet sich eben der Vulkan, welcher mit seinen

Producten vielfach die älteren Sedimente maskirt, welch' letztere auf der östlichen Thalseite viel freier blosgelegt sind. Stellenweise greifen diese vulkanischen Producte natürlich auch auf das rechte Flussufer hinüber, während dann unter Umständen auf dem entgegengesetzten Ufer ältere Sedimente durch spätere Erosion wieder aufgeschlossen sind. Es kann also, wenn man nur die Gesteine beider Flussufer im Allgemeinen vergleicht, sehr leicht an manchen Punkten ein auffallender Unterschied der betreffenden Bildungen wahrgenommen werden, ohne dass eine Nichtübereinstimmung der betreffenden älteren Sedimentgesteine beider Thalseiten stattzuhaben braucht, auf welche es doch in vorliegender Frage allein ankommt.

Dasselbe gilt noch einige Meilen nördlich Ask für die Gegend von Waneh, wo die beiden Flussufer in ihrer geologischen Zusammensetzung viel besser übereinstimmen, als man nach der Grewingk'schen Darstellung glauben könnte. Das Dorf Waneh liegt am rechten Ufer des Heras in einer Thalerweiterung, die sich allerdings auf die linke Uferseite nicht fortsetzt. Dennoch aber sind auf beiden Seiten des Flusses hier die Sandsteine und Schiefer der kohlenführenden Liasformation zu beobachten und dürfte die Thalerweiterung am rechten Ufer ausschliesslich auf Rechnung der Erosion zu setzen sein. Am linken Ufer werden nun freilich die hier durch zahlreiche salzige Ausblühungen ausgezeichneten Schiefer des Lias von sehr mächtigen Massen vulkanischer Trümmergesteine bedeckt, was dieser Thalseite ein anderes Ansehen giebt, als der entgegengesetzten, wo sie augenscheinlich ebenfalls durch Auswaschung entfernt wurden, aber das Auftreten solcher relativ junger Bildungen kann, wie gesagt, bei der Discussion der vorliegenden Frage nicht mit benützt werden. Etwas unterhalb Waneh tritt dann der Heras in eine enge wilde Schlucht, welche auf beiden Seiten von Kalkfelsen gebildet wird. Die Ufer dieser Schlucht correspondiren also vollständig.

Geht man noch weiter nördlich thalabwärts, so kommt man unterhalb der genannten Kalkschlucht zu einem Dorfe Namens Baidun (auch Baidshun genannt), welches zu dem District oder Gau von Bulkulum gehört. Hier ist allerdings eine gewisse Ungleichheit im Aufbau beider Thalseiten wahrzunehmen. Das ist wahrscheinlich der Punkt, von welchem es bei Grewingk heisst, bei Bulkulum zeige ein Berg auf der rechten Herasseite horizontale Schichtenstellung, während man auf der linken Thalseite senkrechte Aufrichtung der Schichten beobachte. Nun aber zeigt sich hier auf der rechten Uferseite ein allerdings horizontal geschichtetes System vulkanischer Trümmergesteine, während auf der linken, steileren Thalseite wieder dieselben Schiefer mit Salzausblühungen steil aufgerichtet anstehen, die wir schon bei Waneh antrafen. An der Basis der vulkanischen Trümmergesteine kommen sie aber ebenfalls heraus. Dann scheinen wohl einige Unregelmässigkeiten vorzukommen, denn ich sah auf dem linken, mir von dort aus nicht zugänglich gewesenem Ufer des Heras ein Gestein von röthlich gelber Gehäufigkeit hervortreten, dessen Spuren ich auf der rechten Thalseite vermisste. Gewisse schwarze, vielleicht oberjurassische Schiefer jedoch sah ich hier in der Gegend von Baidun auf beiden Flussseiten. Ein Stück thalabwärts treten dann die Sandsteine der kohlenführenden

Formation ganz nahe an den Fluss von beiden Seiten heran. Dann kommen wieder Kalke, die den Fluss auch zu beiden Seiten erfassen.

Ich will die Aufzählung dieser Verhältnisse nicht weiter fortspinnen und bemerke nur, dass noch weiter nördlich der von links in den Heras mündende Nur-Fluss dem Heras für einige Zeit seine westöstliche Richtung mittheilt, wodurch dann das Herasthal eine Strecke lang ein Längenthal wird und gleichzeitig als Scheidethal zweier Formationen fungirt. Wenn also hier an diesem Punkte die Gesteine beider Ufer sich nicht entsprechen, so hängt das nicht mit einer horizontalen Verschiebung oder Verwerfung zusammen, sondern erklärt sich leicht auf andere Weise.

So bequem uns also auch die Auffassung des Herasthales als einer Verwerfungs- und Erdbebenlinie wäre, längs welcher schon in früherer Zeit bedeutsame Horizontalverschiebungen stattgefunden hätten, so leicht sich daraus unter Umständen eine Art tektonischer *raison d'être* für den Demavend ableiten liesse, so musste ich doch der Wahrheit zu Liebe der Versuchung widerstehen, dieser Linie des Herasthales eine grössere Bedeutung zuzuerkennen, als ihr zukommt. Immerhin aber mag der Umstand, dass hier in kleinerem Massstabe Horizontalverwerfungen durch Erdbeben bewirkt wurden, woran nach den Beobachtungen Bell's nicht zu zweifeln ist, die Aufmerksamkeit der Geologen verdienen. Vielleicht kommt uns auch folgende Betrachtung zu Hilfe.

Wir wissen aus dem Vorhergehenden, dass die Alburskette einen Bogen, oder wenn man will, eine geknickte Linie bildet, dass ihr westlicher Theil im Ganzen eine nordwest-südöstliche, ihr östlicher Theil eine südwest-nordöstliche Richtung verfolgt. Wir haben gesehen, dass von der Gegend von Firuskuh angefangen diese nordöstliche Richtung des östlichen Alburs zum bestimmten Ausdruck gelangt. Westlich aber vom Meridian von Firuskuh bis zu dem Meridian von Teheran stellt der Alburs, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine Interferenzregion der genannten verschiedenen Richtungen vor. In dieser Region kennen wir auch einige mehr rein ostwestliche Kammrichtungen, so dass hier Interferenzen von dreierlei Kammrichtungen vorkommen.

Inmitten dieser Region der Knickung und Durchkreuzung verschiedener Kammstreichungs-, das ist, wie wir gesehen haben, Bruchlinien, befindet sich der Demavend. Dieser Vulkan nimmt also eine ähnliche Stellung in einem grossen Hochgebirge ein, wie ein anderer Vulkan in den südamerikanischen Cordilleren. Dort, wo diese Cordilleren bei Arica plötzlich ihre Richtung verändern und einen scharf auch in der dortigen Küstenlinie ausgesprochenen Winkel bilden, steht der Vulkan Sahama, hier im Scheitel des Winkels, den die beiden Hälften der Alburskette mit einander bilden, steht der Vulkan Demavend.

In gewissem Sinne wird man angesichts solcher Thatsachen auch an die Ausführungen von Suess erinnert, welcher nachweist, dass an den Durchkreuzungspunkten zweier Erdbebenlinien stets eine Zunahme der seismischen Intensität stattfindet. Die Analogie ist sogar ziemlich schlagend und ist vielleicht ein Beweis mehr für den wahrscheinlichen Zusammenhang vulkanischer und seismischer Vorgänge.

Wird nun anerkannt, dass die Stellung des Demavendvulkans gerade im Sinne der vorstehenden Bemerkungen keine ganz zufällige ist, dann ergibt sich schon daraus die streng genommen sehr unbedeutende, weil sekundäre Rolle, welche der Demavend in Betreff der eigentlichen Gebirgsbildung im Albus spielt, denn sein Auftreten erscheint abhängig von gewissen tektonischen Verhältnissen einer ihm gegenüber präexistirenden Gebirgskette, nicht aber erscheinen umgekehrt diese tektonischen Verhältnisse bedingt durch das Auftreten des Vulkans. Die vulkanische Thätigkeit, welche sich an dem Ort, den der Demavend einnimmt, entwickelte, erscheint in diesem Lichte nur als eine Function derjenigen Kräfte und Bewegungen, welche die Gestaltung der Kammrichtungen des Albus nach verschiedenen Richtungen hervorriefen, und welche schon wirksam waren zu einer Zeit, als es noch keinen Demavend gab.

Auch Grewingk ist (l. c. p. 147) der Meinung, dass die Hauptconturen der persischen und armenischen Gebirgszüge vor der Erhebung der beiden Ararate, des Alaghös, Sawalan, der Trachyte des Sahend und Demavend festgestellt waren, glaubt aber trotzdem, dass diese gewaltigen Erhebungen, wie er sich ausdrückt, und die ihnen folgenden bis ins Frühroth der Menschengeschichte fortsetzenden Ausbrüche in ihrer Gesamtwirkung die Plateauerhebung und Trockenlegung des Bodens, wie sie uns heut zu Tage tritt, hervorriefen. Salzseen wie der Urumiah-See u. s. w., seien gewissermassen die Reste des alten Tertiärmeeres. Hier wird also dem Vulkanismus eine direct niveauperändernde und hebende Kraft im Grossen zugeschrieben. Seit der Aufstellung dieser Anschauung ist freilich ein Vierteljahrhundert verflossen und in diesem für die junge geologische Wissenschaft so grossen Zeitraum haben sich die Ansichten über die Mitwirkung von Vulkanen bei der Hebung von Gebirgsmassen wohl geändert, aber noch im Jahre 1869 meinte Trautschold (Secularhebungen und Senkungen bull. de la soc. des nat. Moscou p. 63), obwohl er diesen Aufsatz verfasste, um gegen die Oscillationstheorie Protest einzulegen und obwohl er das Hervortreten der Continente der allmäligen Verminderung des Meerwassers zuschrieb und die Hebung des Festlandes durch die Volumvergrösserung der wasseraufnehmenden Gesteine erklärte, noch im Jahre 1869 also meinte Trautschold, dass die Bildung von Gebirgen mit eruptiver Thätigkeit beginne und auf diese zurückzuführen sei. Die bogenförmige Reihe der Vulkane der Sunda-Inseln schien ihm eine Wiederholung des Himalaya werden zu wollen. Und doch ist der Himalaya durch das fast völlige Fehlen vulkanischer Erscheinungen ausgezeichnet, vielleicht das beste Beispiel von der Unabhängigkeit der Gebirgs-Erhebungen von solchen oder wenigstens davon, dass die Ursachen der Niveauveränderung allgemeinerer Natur sind.

Schon A. v. Humboldt, dem man gewöhnlich nicht antivulkanistische Anschauungen vorzuwerfen pflegt, bemerkte (N. Jahrb. v. Leonh. und Br. 1837, p. 264) zu dieser Frage: „Wenngleich in einem grossen Theil der Welt das Emporsteigen von Trachyt, Andesit- und Doleritmassen die höchsten Gipfel der Ketten oder Inselgruppen gebildet hat, so lehren dagegen andere Zonen (z. B. der Himalaya und die östliche Andescordillere von Bolivia), dass dieser Zusammenhang zwischen dem

Maximum der Erhebung und der Natur des sichtbaren Gesteins kein nothwendiger ist.“ In Mexico sind, wie Humboldt ausdrücklich hervorhob, alle Vulkane auf einer den Isthmus und die Axe der Kette fast rechtwinklig durchschneidenden Spalte aufgestiegen, und der langgestreckte Vulkan Pichincha in Quito bildet (Humboldt l. c. p. 270) eine Mauer auf dem Rücken der Cordillere, deren Richtung von der Längsaxe der Cordillere um 35 Grad abweicht.

Auch im Gebiete des westlichen Theils der Vereinigten Staaten von Nordamerika treten Züge von Eruptivgesteinen auf, welche, da sie eine ostwestliche Richtung besitzen, die dortigen Gebirge quer durchsetzen. (Vergl. Pošepny, Verh. der k. k. geol. R.-A. 1877, p. 65).

Andererseits hat Abich (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1877, p. 30) auf die eigenthümliche Thatsache hingewiesen, dass ein 80 Werst langes, in dem 11,000 Fuss hohen Samsar gipfelndes vulcanisches Gebirge in meridianer Richtung die ostwestlichen Ketten derjenigen kaukasisch-armenischen Gebirge schneidet, für welche er den Namen des thrialetischen Gebirges anwendet.

Wir sehen also in der Lage der Vulkane sehr verschiedene Principien der Anordnung zur Geltung gelangen; wir erfahren, dass die Richtungen der Gebirgs-Erhebungen nicht immer übereinstimmen mit denen, in welchen die vulcanische Action zum Ausdruck gelangte. Man wird eben hier, wie bei anderen Fragen, entfernt von jeder Schablone in jedem gegebenen Falle sich besondere Rechenschaft abverlangen müssen bei den Deutungen, die man seinen Beobachtungen giebt.

Mallet (Ueber vulkanische Kraft, übersetzt aus dem Englischen von Lasaulx, p. 4) sagt freilich, dass Vulkane, Erdbeben und heisse Quellen den Linien der Gebirgserhebung oder Gebirgsstörung folgen, ein Satz, der auch von Suess in vielfacher Weise illustriert worden ist, aber doch betont Suess die vollkommen secundäre Rolle der vulkanischen Erscheinungen, und hebt, wie wir sahen, eher den Zusammenhang derselben mit Senkungen als mit Hebungen hervor.

Die langgestreckten Trachytzüge des iranischen Plateaus im Süden des Alburs sind allerdings auf Spalten aufgestiegen, welche den Hauptbruchrändern dieses Gebirges parallel sind und ein Zusammenhang ihres Aufsteigens mit der nordpersischen Gebirgsbildung ist nicht zu leugnen, aber gehoben haben sie nichts, wie schon der Umstand beweist, dass sie sich zum Theil in der Nähe der tiefsten Stellen des Plateaus befinden. Ebenso hätte ein Berg wie der Ararat einen directen Einfluss auf die Erhebung des armenisch-persischen Hochlandes gehabt, dann dürfte man sich wohl fragen, warum das letztere gerade in der Umgebung des ersteren so tief unter das mittlere Niveau seiner Höhe herabsinkt. Dieses mittlere Niveau beträgt 4000 Fuss und darüber. Für Eriwan geben aber die Karten nur 3300 Fuss und für Etschmiadzin gar nur 2870 Fuss Meereshöhe an. Das eigentliche Araxes-thal liegt noch tiefer. Der Kegel des grossen Ararat steigt also bei seiner absoluten Höhe von mehr als 16.000 Fuss an 14.000 Fuss direct über die Ebene auf, was den wunderbar majestätischen Eindruck dieses durch die ältesten Erzählungen biblischer Geschichte geheiligten Berges auf den Beschauer erklärt.

Wir haben nunmehr gesehen, dass der Alburs in mancher Beziehung ein einseitiges Gebirge genannt werden kann, und wir haben die Beziehungen discutirt, welche seine Entstehung mit der vulkanischen Thätigkeit haben oder nicht haben kann. Wir müssen uns indessen vor einer bloß schematischen Auffassung von der Einseitigkeit der Gebirge um so mehr in Acht nehmen, als Suess selbst von Verschiedenheiten spricht, welche z. B. zwischen gewissen von ihm als einseitig aufgefassten Gebirgen Europas einerseits und Asiens andererseits bestehen, so dass die Aufstellung eines allgemein giltigen Gesetzes über die Art der Einseitigkeit der Gebirge auch von dem Autor der „Entstehung der Alpen“ noch als verfrüht betrachtet wurde.

Es ist ja auch auf den ersten Blick nichts natürlicher, als dass jedes Gebirge seine besonderen Eigenthümlichkeiten nicht allein in der Natur des dasselbe zusammensetzenden Materiales, sondern auch in der Anordnung und dem Aufbau seiner Schichten besitzt. Es sei deshalb am Schluss dieser Betrachtung gestattet, auf einige Thatsachen hinzuweisen, welche solche Eigenthümlichkeiten im Bau der Alburskette im Gegensatz zu anderen Gebirgen begründen.

Es ist bekannt, dass die Karpathenkette ihrer grössten Breite nach von einer Sandsteinzone gebildet wird, deren Glieder wir zum Theil der Kreide, zum Theil dem Eocän zuzählen müssen. In dieser Zone ist die Fallrichtung der Schichten zumeist eine nach Süden, bezüglich Südwesten gerichtete, das heisst, die Schichten fallen in diesem Falle derjenigen Seite des Gebirges zu, auf welcher sich die Reste der krystallinischen Axe, sowie die Zone der ungarischen Trachyte befinden, und welche Suess die Innenseite der Karpathen nennt. Allerdings findet, und ich bemerke das, um nicht missverstanden zu werden, gegen die durch ältere Gesteine repräsentirte Axe des Gebirges zu, zum Theil sogar schon gegen die sogenannte Hauptklippenlinie der Karpathen zu, vielfach ein Umwenden dieses Einfallens statt.

In ähnlicher Weise wie für die Karpathen scheint in einem grossen Theil der Apenninen das Einfallen der Schichten nach SW. die Regel zu sein. P. v. Tschichatscheff (Geognostische Schilderung des Monte Gargano, Neues Jahrb. von Leonh. und Br. 1841, p. 57) gab an, dass das Streichen der Apenninen im Durchschnitt in Stunde 8—9 stattfindet, das Fallen nach SW. gerichtet sei. „Ja sogar die Palermitanische Gebirgskette, die Sicilien durchschneidet, behält genau dasselbe Streichungsverhältniss, aber auch der Gargano bietet ein diesem sehr nahes Streichungsverhältniss und das Fallen ist vorherrschend ebenfalls nach Südwest.“¹⁾

Für die Apenninen aber nimmt Suess, wie bekannt, die Seite, auf welcher sich das Albaner-Gebirge und der Vesuv befinden, als Innenseite des Gebirges an.

Nun aber haben wir gesehen, dass nördliches Schichtenfallen im Alburs die Regel ist, während doch die Trachytzüge der Salzwüste und Chorassams sich im Süden dieses Gebirges befinden. Hier haben wir gleich einen fundamentalen Unterschied im Bau der verglichenen Ge-

¹⁾ Nach Zittel allerdings würden in den toskanischen Apenninen mehr regelmässige Gewölbe vorhanden sein.

birge. In ähnlicher Weise wie im Alburs gilt auch im Kaukasus wenigstens nach den Resultaten E. Favre's (recherches géol. dans la partie centrale du Caucase, Genf 1875), die ich für die Gegend zwischen Tiflis und dem Kasbek nur bestätigen kann, das Gesetz des nördlich gerichteten Schichteneinfalls und auch für den Kaukasus nimmt man grosse Bruchlinien auf der Südseite der Kette an, welche also die Innenseite dieses Gebirges markiren.

Während nun aber die Reste einer Zone altkrystallinischer Felsarten in den Karpathen, als welche man z. B. die Granite der Tatra und das krystallinische Massiv der Bukowina betrachten kann, sich auf der Seite des grossen karpatischen Bruchrandes, auf der Innenseite der Karpathen befinden, während ferner in den krystallinischen Gesteinen Calabriens, in gewissen alten Gesteinen der Ponza-Inseln, welche nach den Darlegungen Doelter's einer älteren Zone anzugehören scheinen, die sich, grösstentheils vom Meere bedeckt, bis in die Gegend von Genua hinzieht, die Reste einer seitlich gestellten alten Axe der Apenninen gegeben scheinen, einer Axe, die sich ebenfalls auf der Innenseite dieser Kette befindet, so haben wir im Alburs die Fragmente einer altkrystallinischen Gesteinszone im Norden auf der von den Bruchlinien im Süden abgewendeten Seite, das ist auf der Aussen- seite des Gebirges zu suchen. Ebenso zeichnet sich die Nordflanke des Kaukasus durch das Auftreten altkrystallinischer Gesteine aus, und nur an einer Stelle, in dem eigenthümlichen Querriegel der meskischen Berge nämlich, die man auf dem Wege von Poti nach Tiflis überschreitet, kommen solche Gesteine auch auf der Südseite des Gebirges zum Vorschein.

Wollte man sich die von Suess in der „Entstehung der Alpen“ vertretene Anschauungsweise vollständig aneignen, oder doch für den gegebenen Fall zurechtlegen, dann könnte man vielleicht die Vermuthung hegen, dass in jenen altkrystallinischen Gesteinszonen auf der Nordseite des Kaukasus und des Alburs eine Analogie für die alten krystallinischen Massive auf der Nordseite der Alpen gegeben sei, wie Böhmen ein solches ist, und wie sie die Aufstauung der bewegten Gebirgsmasse der Alpen bewirkt haben solien. Diese Vermuthung wird man jedoch fallen lassen, wenn man sich überzeugt, dass die betreffenden Gesteinszonen im Kaukasus und im Alburs den allgemeinen Linien der Gebirgserhebung durchaus untergeordnet sind und dass ihnen eine selbstständige Stellung ausserhalb der Zone der durch diese Ketten repräsentirten Gebirgsaufrichtung nicht zukommt.

Statt eines alten Festlandes, an dem er sich hätte stauen können, hat der Alburs im Norden das caspische Meer vor sich.

Nach K. v. Baer (Kaspische Studien, 8. Bull. de la class. phys.- mathém. de l'académie imp. de St. Pétersb., t. 15, p. 199) kann man im Centrum des Bogens, welchen das Albursgebirge von seinem Anfange aus der Moghanischen Steppe bis Asterabad bildet, die tiefste Stelle des Kessels der Südhälfte des caspischen Meeres erwarten. Die Tiefe dieses Meeres nimmt nach diesem Autor am raschesten in der Nähe der Südküste zu. „Auf Kosten der Nachbarschaft scheinen die Berge sich gehoben zu haben.“ Da haben wir vom Standpunkte der

Suess'schen Theorie aus eine Schwierigkeit vor uns, die sich nicht so schnell wird beseitigen lassen.

Wenn aus den vorangegangenen Ausführungen sich gewisse Aehnlichkeiten im Bau des Kaukasus mit dem Bau der Alburskette zu ergeben schienen, wie sie namentlich in der nördlichen Fallrichtung der Schichten, in der Art des örtlichen Auftretens altkrystallinischer Bildungen und in der Art des Auftretens der grossen Eruptivkegel auf der nördlichen Seite der Wasserscheiden in diesen Ketten begründet erscheinen, so darf die Bedeutung einer wesentlichen Differenz im Bau beider Gebirge nicht unterschätzt werden, welche darin gefunden werden muss, dass im Alburszuge, oder wenigstens in dessen westlichem Theile das Nordfallen der Schichten im Ganzen in der Weise stattfindet, dass in einem gegebenen Profilstück die jüngeren Schichten nördlich der älteren auftreten, wie dies als regelmässig erwartet werden kann, während die Schichtenfolge im Kaukasus oder wenigstens in dessen mittleren Theilen eine überkippte ist.

Man beobachtet z. B. längs der Strasse vom Tiflis nach Wladikawkas diese überkippte Schichtenstellung, so dass trotz des Nordfallens der Schichten die älteren Schichten stets nach Norden zu auftreten. Erst weit unterhalb der auf der Nordseite des Gebirges gelegenen Station Kasbek wird die altkrystallinische Gesteinszone angetroffen. Bei der Station Kasbek treten aber auf beiden Seiten des Terekthales dunkle Schiefer (z. Th. prächtige Dachschiefer) in theilweiser Verbindung mit quarzitischen und grünen felsitischen Gesteinen auf, welche sich zwischen die krystallinischen Gesteine und die jüngere im Aragvathale zu beobachtende Schichtenreihe einschalten. Hier ist der Punkt, wo der Wechsel des Einfallens stattfindet. Von dem zerfallenen grusinischen Kloster, welches sich auf einer Anhöhe der linken Terekseite befindet, geniesst man nicht allein einen grossartigen Blick auf den Riesendom des Berges Kasbek, sondern übersieht auch sehr gut die Schichtenstellung des auf der rechten Thalseite gelegenen Berges Kuru, welcher aus den genannten dunklen Schiefeln besteht, die von Favre der paläozoischen Formation zugetheilt werden. Diese Schichtenstellung ist eine deutlich fächerförmige, in der Art, dass die südlicheren Partien des Berges noch nördliches Einfallen besitzen, welches allmählig immer steiler wird, etwa in der Mitte des Berges dort, wo eine grosse mit Gesteinstrümmern und durch Schuttfelder bezeichnete Schlucht herabkommt, sich vertical stellt, bis dann die nördlichen Theile des Berges bereits ein südliches Einfallen zeigen.

Der östliche Alburs verhält sich merkwürdiger Weise, wenigstens soweit ich nach einem zwischen Asterabad und Schahrud gemachten Durchschnitte darüber urtheilen kann, in Bezug auf die soeben behandelte Frage dem Kaukasus, wie wir ihn auf der Strasse von Tiflis nach Wladikawkas kennen lernten, ähnlicher als dem westlichen Alburs, wie er sich auf den Durchschnitten des Talar, des Heras und des Tschalus studiren lässt. Hier spielen ebenfalls Ueberkipnungen eine Rolle. Es wäre demnach ein Irrthum, aus der im Alburszuge herrschenden Einseitigkeit des Fallens der Schichten auf eine Gleichartigkeit der tektonischen Störungen in allen Theilen des Gebirges zu schliessen.

An dem nördlich des Weges zwischen Deh i Mullah und Schahrud sich erhebenden Berge Tapal sieht man die Schichten der jurassischen kohlenführenden Formation unter die paläozoischen Kalke und Schiefer einfallen. In dem nördlich vom Tapal sich parallel demselben erstreckenden Hochthale, der sogenannten Sahra i Mudschen (Wüste von Mudschen) ist eine Verwerfung verborgen, denn nördlich davon in der Umgebung von Tasch wiederholt sich das Auftreten der kohlenführenden Formation, welche dort deutlich nach Nordosten unter die paläozoische, daselbst mit älteren Eruptivgesteinen verbundene, überall versteinерungsführende Schichtenreihe einfällt und ihrerseits von jüngeren Gesteinsgliedern, die ich vorläufig noch zum Jura rechne, und denen das Schwefelvorkommen östlich von Tasch angehört, scheinbar unterteuft wird. Weiter gegen Asterabad zu treten dann nur mehr paläozoische und noch ältere Gesteine auf, deren Schichtenstellung häufig eine verticale ist.

Auch landschaftlich, und das hängt wohl mit der Tektonik des Gebirges zusammen, weicht der Nordrand des Alburs bei Asterabad im Aussehen von dem Nordrande desselben Gebirges bei Rescht, Amol oder Sari ziemlich ab, denn während gegen das Mündungsgebiet des Sefidrud, des Tschalus, des Heras und des Talar zu im Allgemeinen der Abfall des Gebirges ein sanfterer ist und durch eine Zone niedriger Vorberge und Hügel vermittelt erscheint, steigt der Alburs bei Asterabad viel plötzlich und steiler in die Höhe. Dieses östliche Stück der Alburskette erscheint demnach sowohl im Norden als im Süden (bei Deh i Mullah und Schahrud) von Bruchlinien begrenzt.

Eigenthümlich, obschon wohl zufällig ist es, dass einige Breitengrade nördlich der hier besprochenen Gegend, aber ungefähr in demselben Meridian in demjenigen Gebirge des westlichen Turkestan, welches in der Fortsetzung der Erhebungslinie des Kaukasus liegt, ein Wechsel der Tektonik stattfindet, der Art, dass der westliche Theil desselben im entgegengesetzten Sinne einseitig ist, als der östliche, wie ich kürzlich (Ueber einen kurzen Ausflug nach Krasnowodsk, Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1877, p. 6) hervorgehoben habe. Doch dies sei nur im Vorübergehen berührt.

Leider fehlen mir alle Anhaltspunkte, um zu beurtheilen, wie sich die diesbezüglichen Verhältnisse noch weiter östlich im Alburs und im Paropamisos herausstellen.

Erst im nördlichen Indien stehen wir wieder auf bekannterem Boden.

Als Oldham in einer Sitzung der geologischen Reichsanstalt (Verh. 1873, p. 168) die geologische Karte der Salt Range im Pendschab vorlegte, stellte er dies Gebirge als eine etwas entfernte Vorstufe des Himalaya dar, das sich nach Norden allmählig verflache, nach Süden jedoch steil und plötzlich abfalle.

Im Himalaya findet bis zur ersten (südlichen) altkrystallinischen Zone, wie bekannt, das Einfallen der Schichten vorherrschend nach Norden, bezüglich Nordosten statt. Der Steilabfall nach Süden scheint bei diesem Gebirge selbst dem Nichtgeologen auffällig zu sein. So bemerkt Andrew Wilson in seinem hübsch geschriebenen Buche (the abode of snow, observations on a journey from Chinese Tibet to

the indian Caucasus, Edinburgh and London 1875, p. 282), dass der Himalaya, indem er die tibetanische und andere Hochebenen Central-Asiens begrenze, gewöhnlich steil nach der indischen Seite zu und nach Norden mehr stufenweise abfalle.

Wollte man hier eine Analogie mit gewissen Verhältnissen in einem Theil der Alburskette erblicken, die noch dadurch verstärkt würde, dass, wie auch schon betont wurde, der Alburs ähnlich dem Himalaya einen nach Norden ausgeschweiften Bogen bildet, so darf doch wieder der bedeutsame Umstand nicht ausser Acht gelassen werden, dass die grosse Bodenanschwellung des persischen Hochlandes sich südlich vom Alburszuge, die Bodenerhebung des tibetanischen Hochlandes dagegen sich nördlich vom Himalaya befindet.

F. v. Hochstetter (Asien, seine Zukunftsbahnen und seine Kohlenschätze, Wien 1876, p. 23 und 24) entwirft in grossen Zügen eine Skizze des Verhältnisses der grossen Gebirgsketten Asiens zu den von ihnen eingerahmten Hochländern und Wüstenbecken. Danach wäre Persien in gewissem Sinne als Wiederholung des Hochlandes von Tibet aufzufassen. Das südliche Bollwerk des tibetanischen Hochlandes, die Himalayakette setzt sich nach dieser Auffassung in den Gebirgsketten von Kohistan und Kafiristan fort, bis es jenseits des Kabul-Flusses im Sefid Kuh bei Dschelalabad wieder erscheint und dann auch die hohe Suliman-Kette, sodann auch das östliche Grenzgebirge von Afghanistan und Beludschistan bildet, um jenseits der Bolan- und Gandawa-Pässe in die Ketten auszulaufen, welche den indischen Ocean und den persischen Golf begrenzen und in den Zagrosketten und Kurdistanschen Gebirgen bis Armenien sich hinziehen. Diejenigen Gebirgszüge aber, welche im Norden der tibetanischen Bodenerhebung sich erstrecken, wie Kwen-lun und Karakorum, finden nach Hochstetter's Auffassung ihre westliche Fortsetzung im Hindukusch und Kuhibaba und so ihre Verbindung mit dem Paropamisos und dem Alburs. Von dem grossen Gebirgsknoten Armeniens treten dann diese Ketten noch einmal nach Westen auseinander, um das kleinasiatische Hochland als nordanatolisches Küstengebirge im Norden und als Taurus im Süden zu umgeben, so dass Klein-Asien zu einer neuen Wiederholung der in Tibet unter grossartigeren Verhältnissen zum Ausdruck gelangten geographischen Anlage wird.

Unser Alburs erscheint demnach im Sinne Hochstetter's als die Fortsetzung nicht des Himalaya, sondern des Kwen-lun oder des Karakorum, und dies dürfte vom rein geographischen Standpunkte aus auch durchaus berechtigt sein. Allein geologisch betrachtet darf der Umstand nicht unberücksichtigt bleiben, dass im Alburs ähnlich wie im Himalaya noch Schichten tertiären Alters an der Gebirgserhebung theilnehmen, während doch nach den bei einer früheren Gelegenheit bereits citirten Untersuchungen Stoliczka's Karakorum und Kwen-lun ausschliesslich aus Gesteinen viel älterer Epochen zu bestehen scheinen.

Wohin wir also auch blicken mögen, überall zeigen sich im Aufbau der grossen Gebirgsketten so viele, ich möchte sagen, individuelle Eigenthümlichkeiten derselben und demgemäss so principielle Verschiedenheiten dieser Ketten untereinander, dass wir leider von allgemein gültigen Gesetzen der Tektonik bis jetzt kaum sprechen können.

Aber es ist schon ein Erfolg, nach einzelnen Richtungen hin Beziehungen zu ermitteln, durch deren Combination man einst bei erweiterter Kenntniss in den Stand gesetzt sein wird, das Feld blosser Hypothese mehr und mehr einzuengen. Gerade in diesem Sinne werden die geistvollen Anregungen, die wir Männern wie Suess, Richthofen verdanken, dazu beitragen, die Forschung anzuspornen und ein Problem der Lösung entgegen zu führen, welches zu den wichtigsten gehört, mit denen sich die moderne Geologie befassen kann, das Problem der Ursachen der Gebirgsaufrichtung.

Wenn man, wie in unserem Falle, ein local begrenztes und dazu noch mangelhaft bekanntes Gebiet bespricht, so kann nicht die Absicht vorliegen, ein derartiges Problem in universeller Weise zu discutiren, es können nur nach Massgabe der Kenntnisse, die man über dieses Gebiet besitzt, die Punkte betont werden, welche dieses Problem berühren. Es können manche Fragen nicht beantwortet, sondern nur angeregt werden, und insofern das Aufstellen von Fragen späteren Reisenden in einem solchen Gebiete die Orientirung erleichtern kann, insofern habe ich es nicht für überflüssig gehalten, die vorstehenden Bemerkungen schon jetzt dem Druck zu übergeben.

Inhalts - Uebersicht.

	Seite
Einleitung. Definition des Albursgebirges	1— 3
Allgemeines orographisches Verhalten des Gebirges	3— 5
Geringe Zahl von Gebirgs-Seen im Alburs, Beschreibung der Seen von Taar	5— 8
Kurze Uebersicht der Formationen, die an der Zusammensetzung des Alburs	
Theil nehmen	8—11
Räumliche Vertheilung dieser Formationen in der Kette	11—18
Fehlen einer fortlaufenden Axe altkrystallinischer Gesteine. Aufzählung der	
Punkte, an welchen solche Gesteine bekannt sind	11—15
Verbreitung des alten rothen Sandsteins u. paläozoischer Kalke u. Schiefer.	
Allgemeine Verbreitung Kohlen führender unterjurassischer Gesteine	15
Unregelmässigkeiten in der Verbreitung der wahrscheinlichen Aequivalente	
der Trias und der Gesteine der Melaphyr-Gruppe	15—16
Mangelnder Nachweis der unteren Kreide	16
Verbreitung des Tertiär	17—18
Der Alburs ist das Resultat einer Erdkrinden-Bewegung, deren Spuren sich	
schon seit der mesozoischen Zeit erkennen lassen	19
Schichtenstellungen und Streichungslinien. Ostwestliche Richtungen . . .	20
Die Kammrichtungen fallen nicht immer mit dem Schichtstreichen zusammen	20—23
Störungen in meridianer Richtung	23—24
Frage nach dem relativen Alter der verschiedenen Richtungen der Gebirgs-	
störung	25
Fallrichtung der Schichten nach Norden und Verwerfungen	26
Ausnahmen von der nördlichen Fallrichtung	27—30
Fächerförmige Schichtstellung und horizontale Faltung	30
Schichtenstreichen und Fallen in anderen persischen Gebirgen	31—36
Gesetzmässigkeit in der Anordnung der Gebirge	36
Beziehung des Alburs zu v. Richthofen's Altai-System	37

	Seite
Art des Zusammenhangs der Gebirgsbildung mit vulcanischen Erscheinungen	38—39
Theorie von der Einseitigkeit der Gebirge	38—39
Der Siakuh als Beispiel solcher Einseitigkeit	40
Jüngere Eruptivgesteine südlich vom Alburs	41—42
Der Demavend steht auf der Nordseite des Alburs	42
Geringe Kenntniss von den seismischen Erscheinungen im Gebiete des Alburs	44
Andeutung einer Horizontal-Verschiebung im Meridian des Demavend . . .	45—47
Stellung des Demavend in der Interferenz-Region verschiedener Kammrichtungen	47
Geringe Bedeutung der vulcanischen Eruptionen für die Aufrichtung der nordpersischen Gebirge	48—49
Eigenthümlichkeiten im Bau des Alburs im Gegensatz zu anderen Gebirgen	50—54
Unmöglichkeit, schon jetzt allgemein giltige Gesetze der Gebirgs-Aufrichtung aufzufinden	54
Schluss	55
