

# Ketten- und Massengebirge.

Von **Dr. M. Neumayr** in Wien.

Im Frühling 1873 unternahm ich von Heidelberg aus, wo ich mich damals als Privatdocent eine sehr beschränkte Anzahl von Musensöhnen in die Lehren der Geologie einzuführen bemühte, einen Ausflug auf den Feldberg im Schwarzwald. Die kleine Schaar von Freunden, die sich von verschiedenen Seiten her zu Freiburg im Breisgau zusammengefunden hatte, wanderte das Dreisamthal hinan und dann dem Gasthaus am Feldberg zu, wo wir übernachteten. Am anderen Morgen lohnte eine wunderbar klare Aussicht von der Warte des Gipfels die geringe Mühe des Anstiegs; in der Frühsonne glänzend lagen die lang gestreckten Ketten der Alpen vom Hochvogel bis zum Mont Blanc vor unseren Augen, schartig und zerrissen, mit zahllosen Zähnen, Nadeln und Thürmen, die in mehreren Coulissen hinter einander emporragen, und im Gegensatz zu diesen lang gestreckten Kämmen, zu der wilden Gipfelbildung des gegenüberliegenden Hochgebirges umgaben uns in unmittelbarer Nähe, wie ein Meer, das nach dem Sturm in unregelmässiger Dünung mit breiten Wogen fluthet, die welligen, sanft geneigten, aber massigen Berghäupter des Schwarzwalds, nicht in scharf gezogenen Ketten an einander gereiht, in unbestimmter Gruppierung. Gerade dieser Contrast macht das Bild zu einem ausserordentlich wirkungsvollen, aber in noch höherem Grad verleiht er demselben geologisches Interesse, denn kaum in irgend einer anderen Gegend zeigt sich auf einen Blick so klar und deutlich der für den Bau der ganzen Erde so bedeutungsvolle Unterschied zwischen einem Kettengebirge und einem Massengebirge.

Diese beiden Arten von Erhebungen wiederholen sich über die ganze Erde hin; die Pyrenäen, die Alpen, die Apenninen, das System des Pindus, welches von Triest bis zur Südspitze von Griechenland reicht, die Karpathen, der Balkan, der Kaukasus, der Alburs in Persien, der Hindukusch, der Himalaja, die mächtigen Ketten, welche America vom nördlichen Eismeer bis zum Cap Horn durchziehen, sind Beispiele von Kettengebirgen, während wir in dem

spanischen Mittelgebirge (Meseta), dem Centralplateau von Frankreich, den Vogesen, dem Schwarzwald, dem Rheinischen Schiefergebirge, dem Thüringerwald, der Böhmisches Masse, den Sudeten, den Gebirgen des Dekan in Indien, des centralen und südlichen Africa und Brasiliens ausgezeichnete Vertreter der alten Massen erkennen.

Allerdings tragen nicht alle Berggruppen, die wir als Kettengebirge oder als alte Massen bezeichnen, die sämtlichen Kennzeichen einer oder der anderen Abtheilung in voller Klarheit an sich; aber doch wird man bei näherer Kenntniss des Baues nur selten über den wahren Character im Zweifel sein; so nähern sich zwar der Ural auf der Grenze zwischen Asien und Europa, und die Appalachen, welche das östliche Nordamerica durchziehen, in ihrer langgestreckten Ausdehnung dem Character der Kettengebirge, aber in allen wesentlichen Merkmalen sind sie echte alte Massen; andererseits fehlen der Inselreihe der Cycladen, die von Griechenland nach Kleinasien hinüberziehen, oder den Gebirgen von Java, Sumatra u. s. w. die hochragenden Gipfel, es sind zum grossen Theil untermeerische Gebirge, die wohl bedeutend über den Meeresboden, nicht aber weit über den Spiegel des Meeres aufragen und in Folge dessen auch manche Besonderheit in der äusseren Erscheinung zeigen; trotzdem aber sind sie ihrem Bau nach echte Kettengebirge.

Wenn sich schon dem ersten Anblick ausgezeichnete Kettenbildung und schroffe Gipfformen für die eine, der Mangel dieser Eigenthümlichkeiten für die andere Art der Gebirge als wichtige Merkmale ergeben, so lehrt uns doch ein tieferes Eindringen in den Bau und in die Geschichte der Erdrinde noch einen anderen weit wichtigeren Character erkennen, welcher alle übrigen Eigenthümlichkeiten bedingt; es ist das die Zeit, in welcher das Gebirge sich gebildet hat, oder mit anderen Worten das Alter des Gebirges.

Wo immer man die Untersuchungen anstellt, gelangt man überall zu demselben Ergebniss: Die Ketten sind die jungen, die Massen die alten Gebirge.

In einem interessanten Aufsatz unserer Zeitschrift hat vor zwei Jahren Herr Professor K. Haushofer die Vorgänge der Gebirgsbildung in klarer Weise geschildert\*); durch seitliche Pressung von Schollen der Erdrinde werden die Gesteine zusammengeschoben, gefaltet, aufgerichtet und emporgehört, wobei die Schichten gefaltet, zerbrochen und aus ihrer ursprünglichen wagrechten Lage in mehr oder weniger steil geneigte oder senkrechte Stellung gebracht werden. Wenn sich nun nach vollendeter Aufrichtung eines Gebirges in dessen Umfang wieder neue Gesteinschichten bilden, so werden diese in ganz horizontaler Lagerung am Fuss der aufgerichteten Massen liegen und sich von diesen sehr scharf abheben. Geht man z. B. von Wien nach Süden, so findet man den Rand des Gebirges

\*) 1886. Seite 1—21.

von Wien bis Gloggnitz aus aufgerichteten Schichten älterer Perioden von einer frühen Urzeit bis etwa zur Mitte der Tertiärzeit gebildet\*); untersucht man dagegen die Zusammensetzung der Ebene, welche den Höhen gegen Osten vorliegt, besucht man z. B. die Ziegeleien von Baden oder Vöslau, so findet man in ganz horizontaler ungestörter Lagerung einen blauen Thon, welcher eine grosse Menge von Meeremuscheln und Schnecken enthält; ja die ganze Masse ist so vollständig mit den microscopisch kleinen Schälchen winziger Meeresthierchen, der Foraminiferen, durchsetzt, dass man aus jeder Hand voll Thon hunderte derselben auswaschen kann. Die Untersuchung dieser Fossilien lässt das Alter der betreffenden Schichten mit Leichtigkeit erkennen, sie gehören der jüngeren Hälfte der Tertiärzeit an; wir haben also ältere Tertiärschichten noch aufgerichtet als Theile des Gebirges, während jüngere Tertiärschichten ungestört am Fuss des letzteren lagern; die letzte und, wie wir wissen, entscheidendste Aufrichtung fällt also ungefähr um die Mitte der Tertiärzeit (genauer gesagt in die erste Hälfte des Miocän), und die Beobachtungen in den übrigen Theilen der Alpen führen zu demselben Ergebniss.

Diese Methode, das Alter eines Gebirges zu bestimmen, ist im Princip eine sehr einfache; man hat nun allmählig von den meisten Gebirgen das Alter ihrer letzten Hauptaufrichtung kennen gelernt und ist dabei zu dem im höchsten Grad bedeutungsvollen Ergebniss gelangt, dass in fast allen Kettengebirgen gewaltige Massenbewegungen bis in die jüngere Hälfte der Tertiärzeit andauert haben\*\*), während die Massengebirge alle seit sehr viel älterer Zeit unbewegt geblieben sind, und nur ausnahmsweise (Nordrand des Harzes, Aussenrand der Sudeten) zu Beginn der Tertiärzeit noch ein leichtes Nachzucken der weit grossartigeren Erhebungen früherer Zeit erlitten haben.

Die jungen Gebirge sind also hoch, schroff, zerrissen, mit ausgezeichneter Ketten- und Gipfelbildung ausgestattet, die alten

\*) Die Reihenfolge der geologischen Zeitabschnitte ist folgende:

Neuzeit	}	Jetztzeit,	
(Känozoische Periode)		Diluvialzeit (Erscheinen des Menschen, Eiszeit), Tertiärzeit (Herrschaft der Säugethiere und Vögel),	
Mittleres Zeitalter	}	Kreidezeit	(Herrschaft der Reptilien),
(Mesozoische Periode)		Jurazeit	
		Triaszeit	
Aelteres Zeitalter	}	Permische Zeit (Erste Reptilien),	
(Paläozoische Periode)		Carbonzeit (Erste Amphibien),	
		Devonzeit (Zahlreiche Fische),	
		Silurzeit (Die ersten Fische erscheinen gegen Ende des Silur),	
Archaische Periode (Noch keine Thier- oder Pflanzenreste gefunden).		Cambrische Zeit (Noch keine Wirbelthiere),	

\*\*) Nur die Pyrenäen, in welchen die letzte Bewegung kurz vor der Mitte der Tertiärzeit auftrat, bilden eine geringfügige Abweichung.

Gebirge sind niedriger, mit sanfter Abdachung und gerundeten Gipfeln, ohne klare Kettenbildung. Dieses Verhalten legt bei flüchtiger Prüfung den Gedanken nahe, dass in älterer Zeit der Vorgang der Gebirgsbildung sich mit weit weniger Energie abgespielt habe, und dass aus irgendwelchen unbekanntem Gründen gerade in den jüngeren Perioden die Zusammenschiebung der Erdrinde in besonders lebhafter Weise vor sich gegangen sei und in Folge dessen sich unsere gewaltigen Hochgebirge bildeten. In einer entlegenen Vorzeit sollten also keine gewaltigen Berggipfel, sondern nur sanftes Hügelland existirt haben.

Diese Auffassung ist durchaus unrichtig; Hochgebirge waren schon in ältester Zeit vorhanden, aber diese alten Ketten sind zerstört, abgeflacht, ja eingeebnet worden; es ist gesorgt, dass nicht nur die Bäume, sondern auch die Berge nicht in den Himmel wachsen, und wir wollen hier kurz die Vorgänge betrachten, welche dabei thätig sind.

Wenn wir all die Kräfte ins Auge fassen, welche an der Gestaltung unserer Erdoberfläche arbeiten, so können wir leicht zwei grosse Hauptgruppen unterscheiden; die eine Gruppe von Kräften hat ihren Sitz und Ursprung in der Erde selbst, die andere wird gebildet durch Einwirkungen von aussen, von fremden Himmelskörpern, zunächst von Sonne und Mond, wir sehen also siderische und tellurische Kräfte an der Arbeit. Die Wärme der Sonne veranlasst die Verdampfung von Wasser, dessen Niederfall als Regen oder Schnee, den Kreislauf der Gewässer unterirdisch oder oberflächlich in Quellen, Flüssen und Meeresströmungen; ihr verdanken wir die Bewegung der Luft, den Wechsel von Frost und Hitze, die Vegetation und das thierische Leben, die alle in so tiefgreifender Weise als Factoren geologischer Veränderungen hervortreten; der Mond in Verbindung mit der Sonne bewirkt den Wechsel von Ebbe und Fluth im Meer. Wenn wir die Thätigkeit dieser verschiedenen Agentien ins Auge fassen und ihre Wirkung untersuchen, so finden wir sie der Hauptsache nach darin bestehend, dass Verwitterung, Zerstörung und Transport von Gesteinen bewirkt wird; an relativ höher gelegenen Punkten der Erdoberfläche werden fertige Gebilde zerstört und ihr Material den tieferen Regionen, Thälern, Niederungen, dem Meere zugeführt und hier abgelagert.

Ganz anders die tellurischen Kräfte; hier treten uns entgegen der Vulcanismus, die Erdbeben, die Gebirgsbildung im weitesten Sinne des Worts, lauter Erscheinungen, die wir weder auf die Wärme der Sonne, noch auf die Anziehung benachbarter Gesteine zurückführen können\*) und daher mit Vorgängen im Innern unseres Planeten in Verbindung bringen müssen, und zwar mit der

---

\*) Dass die Speculationen von Falb hier nicht in Betracht kommen können, bedarf wohl kaum einer ausdrücklichen Erwähnung.

allmöglichen Zusammenziehung des Erdinnern bei seiner Erkaltung. Hier begegnen wir ganz anderen Vorgängen; der Vulcanismus häuft gewaltige Bergkegel und bringt aus der Tiefe Lava, Felsblöcke und Asche empor, welche sich an der Oberfläche ausbreiten und sie erhöhen; der Gebirgsbildung verdanken wir die gewaltigen Ketten, welche unsere Continente durchziehen, und selbst die Erdbeben, welche in der Regel durch die Verschiebung von Theilen der Erdrinde gegen einander entstehen, gehören zu denjenigen Erscheinungen, welche der Bildung oder Vermehrung, nicht der Ausgleichung von Höhenunterschieden an der Oberfläche dienen. So führt uns eine sehr einfache Betrachtung zu dem Schluss, dass an der Gestaltung der Erde, an der Hervorbringung geologischer Erscheinungen zwei ganz verschiedene Arten von Kräften arbeiten, welche der Hauptsache nach sich entgegenwirken; die tellurischen Kräfte geben der Erde Relief, sie erzeugen Unebenheiten, die siderischen ebnen ein, sie nivelliren, und so sehen wir in der jeweiligen Oberflächenbeschaffenheit der Erde den momentanen Gleichgewichtszustand, welcher aus dem Widerstreit jener beiderlei Einwirkungen entspringt.

Noch in einem anderen Punkt unterscheiden sich diese beiden grossen Factoren geologischer Veränderung sehr bedeutend von einander; die siderischen Kräfte wirken immer und überall an der Erdoberfläche, sie greifen hier energischer, dort leise und unmerklich an, aber es gibt keinen Punkt der ganzen Erdoberfläche, an welchem sie nicht in jedem Moment thätig wären; jeder Windstoss, welcher Staub aufwirbelt und fortträgt, jeder Regentropfen, der zur Erde fällt, jede fliessende Wasserader, jede Temperaturänderung, welche das Gestein lockert, ja jede Pflanzenfaser, welche in eine Felsritze eindringt, sind ebenso viele Factoren, welche alle zusammengenommen im Laufe ungezählter Jahrtausende die ungeheuersten Wirkungen hervorbringen. Anders verhalten sich die tellurischen Kräfte; wohl wirken auch sie nicht im grössten Maasse stossweise, sondern durch Anhäufung der fortgesetzten Wirkung vieler Jahrtausende, aber wenigstens in den grössten Vulcanausbrüchen, welche Dutzende von Cubikkilometern festen Materials in wenigen Stunden in Bewegung setzen, haben wir doch sehr ansehnliche Veränderungen in sehr kurzer Zeit. So warf der Vulcan Temboro auf Sumbava östlich von Java am 10. April 1815 eine Masse von Asche und Schlacken aus, welche von verschiedenen Forschern auf 150—300 Cubikkilometer geschätzt wird, und die Massen, welche der Consequina vom 23.—27. Januar 1835 in die Luft schleuderte, scheinen kaum geringer gewesen zu sein; der Ausbruch des Krakatau am 26. August 1883 dürfte etwa 30 Cubikkilometer geliefert haben, und die Lavamassen, welche von einem Krater in der Nähe des Skapterjökul auf Island (Laki) im Jahre 1783 floss, übertrafen die Masse des Mont Blanc.

Aber auch abgesehen von den Vulcanausbrüchen ist die Arbeit der tellurischen Kräfte eine relativ ungleichmässige, und das tritt

namentlich in der räumlichen Vertheilung ihrer Wirksamkeit hervor. Auf grossen Strecken der Erdoberfläche ist durch lange Zeit vollständige oder fast ungestörte Ruhe, während in anderen, in den Kettengebirgen und den grossen Senkungsfeldern die Wirkung eine verhältnissmässig sehr starke ist. Oft aber beruhigt sich, wie die Geschichte der Erde uns lehrt, ein solches Gebiet, Gebirgsbildung oder Vulcanausbrüche hören auf, und die tellurischen Kräfte suchen sich neue Angriffspunkte, neue Felder für ihre Thätigkeit.

Diese Erfahrungen erklären uns auch den Gegensatz in der äusseren Gestalt von Kettengebirgen und alten Massen; wenn die Gebirgsbildung in einem Gebiet in voller Thätigkeit ist, überwiegt ihre Wirkung in der Regel diejenige der siderischen Kräfte, der Verwitterung und Abtragung ganz erheblich. Allerdings sind diese in der Zwischenzeit ebenfalls thätig; in dem Maasse als ein Gebirge sich im Verlauf ungezählter Jahrtausende über seine Umgebung emporhürmt, greifen auch Frost und Hitze, Regen und Schnee, rinnendes Wasser, Gletscherströme seine Oberfläche an; sie nagen tiefe Thalfurchen ein, sie zerstören die Schichtgewölbe und erniedrigen Kämme und Gipfel, und jedes Gebirge ist daher schon während seiner Entstehung eine Ruine. Allein mit vollständig siegreicher Gewalt dringen Verwitterung und Abtragung erst dann vor, wenn in einem Gebirge die zusammenschiebenden und aufrichtenden Kräfte ihre Thätigkeit eingestellt haben, wenn für die weggeführten Massen nicht mehr fortwährender und selbst überrascher Ersatz geliefert wird.

Ist dieser Fall eingetreten, wie er in den Alpen etwa seit dem letzten Drittel der Tertiärzeit vorliegt, dann beginnt die Zerstörung des Gebirges in schnellem Tempo; erfahrene Geologen nehmen an, dass, wenn die Alpen durch Verwitterung und Abtragung gar nicht an Höhe verloren hätten, sie im Durchschnitt wenigstens doppelt so hoch sein müssten als sie heute sind. Für das Zustandekommen einer so gewaltigen Wirkung ist namentlich die Eigenthümlichkeit der Verwitterungs- und Abtragungserscheinungen von Wichtigkeit, dass diese in grösserer Meereshöhe, und bei steilerer Böschung mit verhältnissmässig ausserordentlich grosser Intensität einwirken; diese Erscheinung ist wohl in erster Linie von der ausgesprochenen Tendenz aller Wasserläufe bedingt, einen langsam und gleichmässig geneigten Thalweg herzustellen, und als Mithelfer wirken die häufigen und starken Temperaturwechsel in grösserer Höhe und die Beweglichkeit fester Massen auf geneigter Unterlage. Wie dem auch sei, die Thatsache der stärkeren Verwitterung in grösserer Höhe steht jedenfalls fest, und wer die Alpen mit offenen Augen angesehen hat, die ungeheuern Trümmerhalden, die Gerölmengen der Flüsse, die herabstürzenden Schuttströme der Murbrüche kennt, braucht keine lange Darlegung, um von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugt zu sein.

In dieser Weise werden die Kettengebirge »niedergehobelt«, sie werden in erster Linie ihre steilen Höhen verlieren, sie werden sich nur mehr aus gerundeten Kuppen zusammensetzen, aber in dem Grad, in welchem die Wirkung der Abtragung und des Wassertransports in der Reliefbildung an Stärke gewinnt, um so mehr verwischt sie in dem ganzen Aeusseren des Gebirges alle jene Züge, welche durch die grossen bei der Aufrichtung entstandenen Falten bedingt werden, die Ketten werden aufgelöst, in einzelne unregelmässige Höhengruppen zerlegt, und so werden allmählig durch Erniedrigung und Abwaschung im Verlauf langer Zeiträume aus den Kettengebirgen alte Massen, die letzteren sind die Ueberbleibsel und Ruinen der ersteren. In der That ergibt auch ein genaues Studium des Baues, dass die Schichten hier eben so grossen und mächtigen Störungen, Faltungen und Aufrichtungen unterworfen waren, als bei den Kettengebirgen, und wenn man nach diesen Anhaltspunkten die abgetragenen Theile ergänzen würde, so erhielte man statt der gerundeten mässig hohen Berghäupter mächtig aufragende Gipfel, welche mit denjenigen des bedeutendsten Kettengebirges in einer Linie stehen. Ja in vielen Fällen bleibt nicht einmal mehr ein solches Massengebirge übrig, endlich ist jede Erhabenheit und Hervorragung weggefeilt, »abradirt«, das ehemalige Bergland zur kaum gewellten Fläche eingeebnet, aber mit Staunen erkennt das Auge des Geologen die mächtigen Störungen der Gesteine mitten im Flachland, die ihm verkünden, dass hier einstmals ein Höhenzug gestanden hat, vielleicht grossartiger und stolzer als die Alpen; es gibt Orte, über welche heute der Pflug hinweggeht, von denen wir aber wissen, dass an dieser Stelle einst ein fast senkrechter Steilabsturz von 20000 Fuss existirt haben muss, der im Lauf der Zeit durch Abtragung vollständig verschwunden ist.)\* Denken wir uns vom jetzigen Augenblick an die Thätigkeit der gebirgsbildenden Kräfte dauernd erloschen, so würden in wenigen Jahrmillionen alle bedeutenderen Gebirge von der Erde verschwinden, die Festländer erheblich kleiner werden, weil die Brandung unausgesetzt an ihren Rändern nagt und das Meer in Folge der ihm zugeführten Sedimentmassen ansteigen müsste, und die Ueberreste der Continente würden nur mehr aus ganz leichten, wenig über den Meeresspiegel hervorragenden Anschwellungen bestehen.

Wenn wir nun in den alten Massengebirgen die Ruinen ehemaliger Kettengebirge vor uns sehen, so drängt sich von selbst die Frage auf, welches denn die Gestalt und die Beschaffenheit unseres Erdtheils war, zu einer Zeit als Alpen, Karparthen, Apenninen u. s. w. noch nicht vorhanden waren und an der Stelle mancher unserer heutigen Mittelgebirge gewaltige Höhenzüge gestanden haben mögen.

\*) Natürlich hat dieser Absturz von 20000 Fuss nach dem, was oben gesagt wurde, nie in seiner vollen Höhe intakt dagestanden, sondern in dem Maasse, als derselbe sich bildete, war auch die Denudation schon mit seiner Zerstörung beschäftigt.

Gewisse Punkte der damaligen physischen Geographie lassen sich allerdings sehr leicht wieder herstellen; so können wir mit Sicherheit sagen, dass gegen Ende der paläozoischen Periode an Stelle der ziemlich schwachen Bodenanschwellung des Ural ein Hochgebirge ersten Ranges stand, während der Rest des europäischen Russlands von Meer, Binnenwassern oder Flachland eingenommen war. Allein weit verwickelter gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir unsere nächste Umgebung, wenn wir Mittel- und Westeuropa ins Auge fassen; wohl gibt uns auch hier die Lage des französischen Centralplateaus, der Vogesen, des Schwarzwalds, des Rheinischen Schiefergebirges, des Harzes, des Thüringer Waldes, der Umrandung von Böhmen u. s. w. an, wo einstmals Hochgebirge war, aber die verhältnissmässig geringe Ausdehnung der meisten dieser Mittelgebirge, namentlich der Längenerstreckung nach, macht es sehr unwahrscheinlich, dass jedes derselben einst ein selbständiges Kettengebirge gewesen sei; weitere Untersuchung zeigt, dass manche dieser Massen in der Anordnung ihrer Schichten, in der Richtung, nach welcher die Falten verlaufen, und in anderen Eigenthümlichkeiten sehr nahe mit einander übereinstimmen, dass dieselben also Bruchstücke eines ehemals zusammenhängenden Gebirgslandes darstellen, von dem ein grosser Theil spurlos unseren Augen entschwunden, wohl in den meisten Fällen unter mächtigen Massen jüngerer Ablagerungen vergraben ist, während uns ein anderer Theil zwar arg verwüstet und als Ruine, aber doch deutlich erkennbar in den alten Massen vorliegt, und es ist die Aufgabe des Geologen, aus diesen Trümmern die Gebirge der Vorzeit wieder herzustellen. Es ist dieselbe Aufgabe, welche dem Archäologen vorliegt, der aus einigen Säulenstümpfen, aus Mauerresten den Plan eines antiken Tempels reconstruirt; aber allerdings ist in diesem letzteren Fall die Aufgabe des Archäologen eine leichtere; er kann durch Karst und Schaufel einiger Arbeiter den Schutt von zwanzig Jahrhunderten abräumen lassen und unter demselben die alten Fundamente aufsuchen, die Anfangs seinem Auge verborgen waren; dieses Mittel steht dem Geologen nicht zu Gebot, er kann nicht eine Sedimentdecke von vielleicht 1000 Metern abheben, und die beschränkten Aufschlüsse, welche er gelegentlich durch Bergwerksbauten und Tiefbohrungen erhält, sind in diesem Fall nicht ausschlaggebend, er muss fast nur aus dem seine Schlüsse ableiten, was die Oberfläche von selbst zeigt.

Um diesem Gegenstand folgen zu können, müssen wir uns zuerst etwas mit dem Auftreten örtlicher Einbrüche der Erdoberfläche beschäftigen, und mit den Ursachen, welche dieselben bedingen. Es wurde früher hervorgehoben, dass die Ursache der Gebirgsbildung in der Zusammenziehung der Erde in Folge von Erkaltung gelegen sei, wie ja bekanntlich alle Körper bei der Abkühlung sich zusammenziehen und kleiner werden. Von diesem Vorgang werden aber verschiedene Theile des Erdkörpers in ver-

schiedenem Maasse betroffen; die äusserste Oberfläche des Planeten behält der Hauptsache nach dieselbe Temperatur; die alleräussersten Partien machen den jährlichen Gang der Wärmeschwankungen der Luft mit, sie sind im Winter kalt, im Sommer warm; gräbt man aber in die Tiefe, so gelangt man sehr bald in eine Lage, in welcher die Temperatur jahraus jahrein gleich bleibt und annähernd die mittlere Jahrestemperatur der Luft an demselben Ort zeigt; in den Tropengegenden, in welchen die einzelnen Jahreszeiten keine bedeutenden Wärmeunterschiede zeigen, gelangt man schon wenige Fuss unter der Bodenoberfläche in diese Region, je grösser die Unterschiede zwischen Sommer und Winter sind, um so tiefer muss man hinabsteigen, um diese sich gleichbleibende Stufe zu erreichen. Ein sehr bekanntes Beispiel bietet der Keller der Pariser Sternwarte, in welchem ein im Jahr 1783 von Lavoisier 27·6 m unter der Oberfläche des Bodens aufgehängtes Thermometer seit 100 Jahren unverändert die Temperatur von 11·6° C. zeigt, während die mittlere Jahrestemperatur von Paris 10·8° beträgt.

Geht man nun weiter in die Tiefe und beobachtet die Temperatur in Bergwerken, in Bohrlöchern oder bei Tunnelbauten, so ergibt sich unabänderlich eine Wärmezunahme mit der Tiefe, welche allerdings an verschiedenen Orten sehr verschieden stark ist; in einem Bohrloch bei Neuffen in Württemberg ergab sich die ganz überraschend rasche Zunahme von 1° C. auf je 11 m Tiefe, in anderen Fällen musste man 115 m tief ins Innere vordringen, um dieselbe Zunahme zu erreichen; das tiefste Bohrloch der Erde zu Sperenberg bei Berlin ergab eine Zunahme um 1° auf 31·5 m, der längste Tunnel, derjenige am St. Gotthard, auf 50·3 m. Im Durchschnitt nimmt man, allerdings willkürlich genug und wohl mit etwas zu niedriger Schätzung, eine Zunahme von 1° auf 30 m an.

Wie dem auch sei, jedenfalls ist so viel sicher, dass die Wärme gegen das Erdinnere ständig zunimmt, und dass wir schon in verhältnissmässig nicht sehr grossen Tiefen auf ganz gewaltige Hitzgrade stossen würden, wenn es möglich wäre, so weit einzudringen. Da nun aber die Erde fortwährend Wärme an den kalten Weltraum abgibt, dabei aber die Oberfläche keine Temperaturveränderung erfährt, so gibt es nur eine Möglichkeit, dass nämlich der allerdings nicht sehr grosse Wärmeentgang der äussersten Erdschichten aus dem Wärmeschatz im Inneren gedeckt wird. Das Innere kühlt sich also ab, es zieht sich zusammen, während an der Oberfläche Nichts derartiges stattfindet; und wenn auch der Betrag der Zusammenziehung während eines Jahres nur sehr gering sein wird, so wird doch im Laufe langer Zeiträume die äussere Rinde der Erde zu weit für den kleiner gewordenen Kern, und die erstere wird das Bestreben haben, nachzusinken und sich wieder unmittelbar auf die inneren Theile anzulegen. Es kann das aber nicht unmittelbar geschehen, selbst wenn Spalten in der Erdrinde vorhanden sind, da noch immer die Stücke dieser letzteren durch ihre enge

Aneinanderfügung sich tragen, wie die keilförmigen Bausteine eines künstlichen Gewölbes. Es wird also zunächst eine gewaltige Spannung in der Erdrinde eintreten, die einzelnen Schollen derselben werden einen mächtigen Seitendruck auf einander ausüben, der endlich so gross wird, dass an einer Stelle der Widerstand überwunden wird; an dieser Stelle werden auf einer lang gestreckten Zone die Gesteine zusammengeschoben, gefaltet und übereinandergeschoben, mit einem Wort, es bildet sich ein Kettengebirge; dadurch wird die Spannung in den nicht gefalteten Theilen gelöst, und die einzelnen Schollen können in die Tiefe absinken; am ausgezeichnetsten beobachtet man diese Erscheinung in der Regel am Innenrand der Gebirge, hier treten meist weite Senkungsfelder auf, und den Brüchen entsteigen vulcanische Gesteine. So haben wir am Innenrand der Alpen das Senkungsfeld der Po-Ebene und die alten erloschenen Vulcane der Euganeen bei Padua, der Berici bei Vicenza und einer Reihe anderer Punkte. Am Innenrand des Apennin steht die junge Senkung des Tyrrhenischen Meeres mit den erloschenen Vulcanen Toscanas, der römischen Campagna und des Neapolitanischen und mit den noch heute oder wenigstens in historischer Zeit thätigen Feuerschlünden des Vesuv und der Phlegäischen Felder. Zu den Karpathen gehört als inneres Senkungsfeld die Ungarische Ebene, und am Nordrand dieser treten die ungeheuern eruptiven Trachytmassen von Tokai, Eperies, von Ungh, Beregh, der Marmaros und dem nördlichen Siebenbürgen auf, welche an Masse alle anderen derartigen Vorkommnisse in Europa übertreffen.

Solche Bruch- und Senkungsgebiete sind aber nicht nur auf die Innenränder von Kettengebirgen beschränkt, sondern sie treten auch anderwärts auf, und namentlich die ausseralpinen Theile von Deutschland und Frankreich, ferner die Niederlande und die britischen Inseln sind von einem wahren Netzwerk von Sprüngen durchzogen, ja förmlich zerhackt, ein Theil des Landes ist an denselben niedergesunken, während andere stehen geblieben sind oder sich wenigstens verhältnissmässig nur wenig gesenkt haben. Diese letzteren stehen nun wie alte Pfeiler, oder wie der neuerdings gebrauchte technische Ausdruck lautet, als Horste mitten zwischen den niedergebroschenen Partien des »mitteleuropäischen Schollenlandes« da; es sind das unsere alten Gebirgsmassen: der Schwarzwald, die Vogesen, der Thüringer Wald u. s. w.

Diese Auffassung zeigt uns die alten Massengebirge in ganz anderem Licht, sie erscheinen uns nun, wie schon früher angedeutet wurde, nicht mehr als selbständige tectonische Individuen, als vollständige Gebirge für sich, sondern als Bruchstücke, die fehlenden Stücke sind in die Tiefe gesunken, hier liegen sie verborgen unter mächtigen jüngeren Schichten, welche sich in späterer Zeit über das Senkungsfeld ausgebreitet haben.

Wenn wir uns nun der Aufgabe nähern, die alten Gebirge wirklich zu reconstruiren, so müssen wir noch einen sehr wesent-

lichen Gesichtspunkt ins Auge fassen, nämlich die Beziehungen zwischen der heutigen Umgrenzung der Massengebirge und derjenigen der Ketten, deren Ueberreste sie darstellen. Betrachten wir z. B. den Schwarzwald oder die Vogesen, so finden wir, dass deren jetzige Hauptlängenerstreckung von Norden nach Süden gerichtet ist, sie säumen zu beiden Seiten das Rheinthal ein. Allein wir sind durch diese Thatsache noch in keiner Weise berechtigt, zu schliessen, dass das Kettengebirge, dessen Ueberbleibsel diese beiden Zwillingshorste sind, dieselbe Haupttrichtung besass und nordsüdliche Streichungsrichtung zeigte. Wenn wir nämlich genau untersuchen, durch welche geologische Erscheinungen die heutige nord-südliche Umgrenzung hervorgerufen wird, so finden wir, dass dies ausschliesslich die Folge grosser Spalten oder Brüche ist, welche sich lange nach der Aufrichtung und Entstehung des ursprünglichen Gebirges bildeten, und an welchen Theile dieses letzteren in die Tiefe gesunken sind. So finden wir, dass Schwarzwald und Vogesen ursprünglich vereinigt waren, dass aber das breite Stück zwischen beiden, welches heute vom Rheinthal eingenommen wird, in der Mitte herausgebrochen und in die Tiefe gesunken ist. In derselben Weise ist der Schwarzwald gegen das Schwäbische Unterland abgegrenzt, das Unterland ist abgesunken, der Horst des Schwarzwalds stehen geblieben, und ebenso verhalten sich die Vogesen zu den westlich angrenzenden niedriger gelegenen Gegenden.

Wir erfahren also auf diesem Wege gar Nichts über die Richtung des ursprünglichen Kettengebirges, aus welchem die Horste ausgeschnitten sind; wenn wir darüber Rechenschaft geben sollen, so müssen wir im Schwarzwald und in den Vogesen im Einzelnen den Schichtenbau studiren und untersuchen, in welcher Direction, in welcher Streichungsrichtung die alten Schichten verlaufen, welche bei der Entstehung des Gebirges aufgerichtet wurden. Dann kommen wir zu dem Ergebniss, dass diese ursprüngliche Richtung von der heutigen Längenerstreckung des Schwarzwalds und der Vogesen sehr erheblich abweicht, dass sie von Südwest nach Nordost verläuft, und dass also das ursprüngliche Kettengebirge sich in dieser Richtung erstreckte.

Ein ganz ähnliches Verhältniss finden wir bei Betrachtung von Thüringer Wald und Frankenthal; diese bilden zusammen ein Gebirgsland, welches von Südost nach Nordwest gerichtet ist, aber auch hier zeigt eine nähere Untersuchung, dass wir es mit einem Horst zu thun haben, welcher nach dem Absinken der übrigen Gebirgtheile an nordwest-südöstlichen Spalten stehen geblieben ist, aber die Richtung der Schichtzonen und der Faltenzüge ist eine vollständig andere, sie verläuft wie im Schwarzwald und in den Vogesen von Südwest nach Nordost.

An der Hand dieser Erfahrungen können wir es nun versuchen, die Bedeutung der einzelnen alten Massen des mitteleuropäischen

Schollenlandes zu untersuchen. Wir haben in diesem Gebiet zwei ganz vereinzelte Bruchstücke uralten Gebirges, dessen Aufrichtung schon in silurischer und devonischer Zeit vor sich ging; es sind das der Bairische Wald und die Böhmisches Masse einerseits, die »Fundamentalgneiss-Massen« der Hebriden und einzelner Punkte der des schottischen Hochlands andererseits. Diese geringen Trümmer stehen so ganz fremd und vereinzelt da, dass es nicht möglich ist, irgendwelche weitergehende Schlüsse an deren Auftreten zu knüpfen.

Anders verhält es sich mit einer grossen Anzahl anderer Gebirgsbruchstücke, welche ihre letzte stärkere Aufrichtung in weit späterer Zeit, gegen Ende der Kohlenformation, erlitten haben; hier haben wir zunächst Schwarzwald und Vogesen, deren Schichten wie erwähnt von Südwest nach Nordost streichen; es gilt das von den alten Gesteinen, in erster Linie von den archaischen Gneissen und den anderen einer sehr frühen Zeit der Erdgeschichte angehörigen Bildungen, während schon die jüngsten paläozoischen Schichten und die mächtigen Ablagerungen des Buntsandsteins, welcher das tiefste Glied der Triasformation bildet, in ungestörter horizontaler Lagerung sich über den abradirten Schichtköpfen der älteren Gesteine ausbreiten und demnach schon einer Zeit angehören, in welcher die Emporthürmung des Gebirges vollendet, ja dessen Zerstörung schon wieder die grössten Fortschritte gemacht hatte. Aehnlich dem Schwarzwald verhält sich auch der Odenwald.

Eine ausserordentlich grosse und bedeutende Insel alten Gebirges tritt uns in dem »Rheinischen Schiefergebirge« entgegen, jenem weit ausgedehnten Complex von Mittelgebirgen, welche bei Mainz im Süden beginnen und sich von da zu beiden Seiten des Rheins bis unterhalb Düsseldorf ausdehnen, den Strom bald in ziemlicher Entfernung begleitend, bald sich an ihn herandrängend und von ihm in den malerischen Felsengen des Binger Lochs u. s. w. durchbrochen. Auf der linken Rheinseite gehören hierher der Hunsrück, Soonwald, Idarwald, die Eifel, die Hohe Venn, und als weitere Fortsetzung gegen Westen die Ardennen, rechts des Rheins reihen sich an der Taunus, der Westerwald mit dem Siebengebirge, das Siegerland, Sauerland und das westphälische Steinkohlenrevier. Auch hier herrscht wie im Schwarzwald überall die Streichungsrichtung von Südwest nach Nordost, aber ein Unterschied tritt uns in der Zusammensetzung der Gesteine entgegen; die ältesten archaischen Gebilde, welche im Schwarzwald wie in den Vogesen unter den aufgerichteten Felsarten in erster Linie hervortreten, spielen im Rheinischen Schiefergebirge eine unbedeutende Rolle, sie sind auf einige Aufbrüche in den Ardennen, in der Hohen Venn u. s. w. beschränkt; auch die ältesten paläozoischen Formationen, Cambrium und Silur, sind nur sehr wenig am Aufbau beteiligt; dagegen nimmt das Devon ausserordentlich grosse Räume ein, und auch das Kohlengebirge ist namentlich am Nordrand wohl entwickelt.

Auch im Harz ist die Nordostrichtung in den älteren Faltungen sehr entschieden ausgesprochen, allein hier ist allerdings das Verhältniss ein etwas verwickelteres, indem diese Masse ausnahmsweise in sehr viel späterer Zeit nochmals von Aufrichtungsbewegungen betroffen wurde, und sich namentlich am Nordrand junge, erst in der Tertiärzeit gebildete Faltenzüge einstellen, welche entgegen der Streichungsrichtung der älteren Störungen von Nordwest nach Südost verlaufen.

Dass auch im Thüringer Wald und Frankenwald die in den deutschen Mittelgebirgen so verbreitete Nordostrichtung in den alten Faltenzügen vortritt, wurde schon früher erwähnt, auch hier herrscht gleichwie im Harz verhältnissmässig jüngeres Gebirge von paläozoischem Alter vor, die archaischen Massen treten ganz in den Hintergrund. Diese finden wir erst wieder in mächtigster Entwicklung, wenn wir uns nach Südost, dem Fichtelgebirge, dem Karlsbader Gebirge und dem Erzgebirge zuwenden, wo die Hauptstreckung des Berglandes und die Streichung der Schichten übereinstimmend von Südwest nach Nordost verlaufen, eine Richtung, die sich nach den Untersuchungen von Credner in Spuren auch im ganzen Königreich Sachsen verfolgen lässt. Wir haben also hier übereinstimmend in einer grossen Anzahl der deutschen Mittelgebirge dasselbe südwest- und nordöstliche Streichen, und diese Orientirung greift noch über die Vogesen hinaus ins östliche Frankreich, wo sie sich bis in den östlichen Theil des Centralplateaus verfolgen lässt.

Wir kehren zum Erzgebirge zurück; am nordöstlichen Ende desselben tritt eine Umbiegung in der Richtung der Schichten ein, sie wenden sich nach Osten und nehmen dann weiterhin im Lausitzer Gebirge und im Riesengebirge die Richtung von Nordwest nach Südost an, es ist das die Sudetische Richtung, welche sich von da aus in ganz gleicher Weise bis an den Rand der Karpathen in Mähren und Oesterreichisch Schlesien fortsetzt. Es ist das eine Umbiegung, ähnlich wie sie die Karpathen da erleiden, wo sie am weitesten nach Norden hinanreichen, oder wie sie von den Westalpen allgemein bekannt ist.

Fassen wir All' das zusammen, so finden wir, dass die Lage und das übereinstimmende Streichen der Schichten in den genannten Mittelgebirgen sehr entschieden für die Annahme sprechen, dass sie Bruchstücke eines gewaltigen Kettengebirges darstellen, welches im östlichen Frankreich beginnt, etwa an einer Linie, welche aus der Gegend von Douai und Valenciennes im Norden nach dem Quellgebiete der Dordogne bei Clermond-Ferrand in der Auvergne verläuft; von da erstreckt sich das breite Kettengebirge nach Nordost bis etwa zum Meridian non Görlitz, wo die Umbiegung nach Südost erfolgt.

Allein nicht nur Lage und Richtung machen diese Auffassung wahrscheinlich, auch die Vertheilung der einzelnen Ablagerungen

sind derselben sehr günstig; wenn wir von dem seltenen Vorkommen abnorm gebauter, symmetrischer Gebirge absehen, wie die Ostalpen eines darstellen, so ist die Regel bei den Kettengebirgen das Auftreten einseitigen Baues in der Weise, dass auf der einen Seite die ältesten Gesteine zu Tage kommen, und dann nach aussen zu trotz aller Unregelmässigkeiten des Baues doch im Grossen und Ganzen immer jüngere Bildungen folgen. So verhält es sich auch hier an der Innenseite des gewaltigen Gebirgsbogens, welcher gegen Ende der Kohlenformation entstanden ist, und welchen Penck mit dem Namen der Mitteldeutschen Alpen, Suess mit demjenigen des Variscischen\*) Gebirges belegt: an der Innenseite dieses Bogens treten uns vorwiegend die ältesten Gebilde entgegen: die Gneisse des Schwarzwalds und der Vogesen, des Fichtelgebirges, des Erzgebirges und des Karlsbader Gebirges, des Riesengebirges u. s. w. gehören hieher, während die der Aussenseite des grossen Bogens angehörigen oder genäherten Stücke, das Rheinische Schiefergebirge, der Harz, der Thüringer Wald, der Frankenwald u. s. w. verhältnissmässig weit jüngere, paläozoische Ablagerungen in grösster Ausdehnung beherbergen.

Wir haben also hier im Centrum Europas gegen Ende der Steinkohlenformation oder der Carbonzeit und zu Anfang der permischen Zeit ein riesiges Hochgebirge, an Ausdehnung, vielleicht auch an Gipfelhöhe den Alpen überlegen, gleich den Alpen einen nach Norden convexen, nach Süden offenen Bogen bildend; es ist, als ob sich hier zweimal in der Geschichte der Erde derselbe Vorgang abgespielt hätte, nur das erstemal etwas nördlich von dem Schauplatz der späteren Wiederholung.

In enger Verbindung mit diesen Mitteldeutschen Alpen oder dem Variscischen Gebirge steht ein zweites Hochgebirge derselben frühen Vorzeit, welches im westlichsten Theile Europas eine ähnliche Rolle spielt; an jener lang gestreckten Linie in Frankreich, welche wir als die Westgrenze des Variscischen Gebirges bezeichnet haben, findet nicht eine allmälige Umbiegung in eine andere Richtung statt, sondern ein ganz unvermitteltes Zusammentreffen zweier Directionen; was östlich von dieser Linie liegt, streicht nach Nordost, was westlich liegt, nach Nordwest, und diese letztere Richtung können wir an einer Reihe von Stellen im nordwestlichen Frankreich und im südlichen England verfolgen. Wir können auf die Einzelheiten nicht weiter eingehen, wir haben hier den Beginn eines neuen, des »Armorikanischen Hochgebirges« vor uns, das zu Ende der Kohlenformation in dieser Gegend sich nach Nordwest erstreckte; vermuthlich wurde hier ein ähnlicher Bogen gebildet wie in Mitteldeutschland, allein wir können denselben nicht ganz verfolgen, denn

---

\*) Nach den Variscern, einer germanischen Völkerschaft, die bei Hof in Baiern ihren Hauptsitz hatte.

die Fortsetzung desselben ist unseren Blicken entzogen, sie liegt begraben unter den Fluthen des Atlantischen Oceans.

Etwas vor Ende der Carbonzeit hatten die Mitteldeutschen Alpen ihre letzte stärkere Aufrichtung erfahren und vermuthlich ihre grösste Höhe erreicht, nur an einzelnen Punkten dauerte die Bewegung noch in permischer Zeit fort, aber gleichzeitig mit diesen letzten Bewegungen beginnt die Zeit des Verfalls, den wir ebenfalls etwas näher ins Auge fassen wollen, denn wir lernen dabei die Schicksale kennen, welche in ganz ähnlicher Weise auch unserem jetzigen Alpengebirge bevorstehen. Zweierlei Kräfte waren hier in Thätigkeit, der Niederbruch einzelner Schollen in Spalten und die Abtragung durch Wasser, wie das auch jetzt in den Alpen der Fall ist, aus denen schon ungeheure Mengen von Geröll, Schutt, Sand und Schlamm weggeführt worden sind, und aus welchen durch den Niederbruch grösserer Theile schon erhebliche Stücke, die Becken von Salzburg, Wien, Güns und Graz, herausgeschnitten sind.

Wie dem auch sei, jedenfalls ging die Zerstörung jenes paläozoischen Alpengebirges, wenn auch nicht nach dem Maasse unserer historischen Zeitrechnung, so doch geologisch gesprochen, sehr rasch vor sich, denn schon zu Beginn der Triaszeit war dasselbe zum grossen Theil eingeebnet, das Wasser breitete sich wieder darüber aus und über den abgehobelten Ueberbleibseln des grösseren Theils des Gebiets lagerten sich Trias- und Juraschichten ab, welche die Reste der ehemaligen Berghäupter mit wagrecht gelagerten Schichtmassen von mehr als 1000 m Dicke bedeckten. Manche Partien allerdings, z. B. der grösste Theil des Rheinischen Schiefergebirges, das Fichtelgebirge, das Erzgebirge, ragten als Inseln aus dem Meer der Juraperiode empor.

Mit dem Ende der Jurazeit zog sich das Meer wieder zurück und überfluthete in späterer Zeit nur mehr wenige am Rand gelegene Theile der ehemaligen Mitteldeutschen Alpen; die Hauptmasse blieb festes Land, und hier begann abermals die Zerstörung durch die abtragende Gewalt des Wassers, die nun in erster Linie die jüngeren, der Trias und dem Jura angehörigen, horizontalen Schichtmassen abnagte, welche die Ruinen des alten Gebirges verhüllten. Gerade in dieser Zeit aber ging auch die Bildung ausserordentlich mächtiger Spalten und die Absenkung weiter Landstrecken an demselben vor sich. Wir müssen uns den Zustand zu Beginn dieser Periode in der Weise vorstellen, dass das ganze Land vom Centralplateau von Frankreich bis zur Böhmischen Masse ungefähr dasselbe Niveau hatte, dann aber erfolgte der Zusammenbruch; der grösste Theil des Landes sank im Verlauf eines langen Zeitraums in die Tiefe, um einen Betrag, welcher wenigstens stellenweise 2000 m betragen haben muss. In dem ganzen Raum zwischen der Centralfranzösischen und der Böhmischen Masse blieben nur die Vogesen und der Schwarzwald als zwei Horste stehen. Zu Anfang dieser Zeit lag auf den grössten Höhen dieser Gebirge noch die

ganze Mächtigkeit von Trias- und Juraschichten in einer Dicke von vermuthlich mehr als 1000 m. Man hat allerdings diese Ansicht zu bestreiten gesucht, allein mit unzureichenden Gründen, und in neuester Zeit hat eine höchst merkwürdige Beobachtung in handgreiflicher Weise die Frage gelöst. Professor Steinmann in Freiburg i. B. hat nämlich auf dem Feldbergmassiv in einer Seehöhe von mehr als 1000 m eine junge, vermuthlich aus der Tertiärzeit stammende Ablagerung gefunden, welche zum grossen Theil aus abgerundeten Rollstücken und Kieseln von Trias- und Juragesteinen besteht. Die ganze Umgebung ist aus Gneiss zusammengesetzt, und da Rollsteine nicht bergauf gelangen können, so müssen sie von oben her, von der Höhe des Feldbergmassivs hieher gelangt sein, in einer Zeit, als dieses noch von Trias- und Juraschichten bedeckt war.

Alle diese Ablagerungen sind von den Gipfeln und Rücken des Schwarzwalds nach dem Gesetz stärkerer Verwitterung und Abtragung in grösserer Höhe verschwunden, während sie in den in die Tiefe gesunkenen Gegenden ganz oder theilweise erhalten blieben, und heute noch im Grunde des Rheinthals zu sehen sind und Franken und Schwaben weithin bedecken. Wären sie auf dem Schwarzwald noch vorhanden, so würde dieser heute noch eine Höhe von nahezu 3000 m erreichen.

Aus den Thatsachen, die wir hier kennen gelernt haben, geht aber noch ein Umstand hervor, welcher für unsere süddeutschen Horste und ganz allgemein für das Verständniss der alten Massen von Wichtigkeit ist. Die Mitteldeutschen Alpen waren zu Ende der permischen Zeit grösseren Theils eingeebnet, dann drang eine mächtige Wasserfläche über das Gebiet vor. Eine solche aber besitzt in besonders hervorragendem Maasse die Fähigkeit, bei ihrem Vorschreiten vorhandene Höhen einzuebnen, zu »abradiren«; das süddeutsche Gebiet bildete zu Beginn der Triaszeit eine solche Abrasionsfläche, und die Höhenunterschiede zwischen Schwarzwald und Vogesen und ihrer Umgebung entstanden erst, nachdem das Meer sich aus dieser Gegend zurückgezogen hatte; demgemäss sind auch alle jene Thäler, welche von den Höhen der Horste ihren Lauf ins Unterland nehmen, damals noch nicht vorhanden, und wir können also mit Sicherheit schliessen, dass die ganze orographische Gliederung von Schwarzwald und Vogesen und deren Thalsysteme erst in junger Zeit durch Ausnagung fliessenden Wassers und durch Entstehung von Senkungen gebildet wurde, dass weder die Höhe dieser Gebirge noch irgend ein Zug ihrer heutigen Oberflächengliederung die ehemalige Gliederung des früher hier vorhandenen alpinen Hochgebirges widerspiegelt.

---

Die bisherigen Betrachtungen haben uns gezeigt, dass die mächtigen alpinen Kettengebirge keine bleibenden Züge in der

Oberflächengestaltung unseres Planeten darstellen, dass sie entstehen und vergehen. Wo heute himmelanstrebende Bergzinnen stehen, wird vielleicht in einigen Millionen Jahren das Meer fluthen, oder eine flache Tiefebene sich breiten, eine Hochfläche oder ein welliges Mittelgebirge liegen. Vorhersagen zu wollen, wie einst das Aussehen unserer Alpen im Einzelnen sein werde, welches Schicksal dieses oder jenes Gebiet betreffen wird, wäre Thorheit; nur Eines wissen wir, die Alpen werden vergehen, wie einst ihre weiter nördlich gelegenen Vorläufer verschwunden sind, und dann wird vielleicht ein neues Gebirge entstanden sein, an einer Stelle, die vermuthlich heute tiefes Meer bedeckt.

Haben uns die deutschen Mittelgebirge das Schicksal eines verfallenden Kettengebirges gezeigt, so müssen wir uns den Alpen und ihren Verwandten selbst zuwenden, wenn wir die Vorgeschichte eines entstehenden kennen lernen wollen; wir müssen untersuchen, in welchem Zustand das Gebiet, welches heute unser Gebirge bedeckt, in verschiedenen Perioden der Vorzeit war, und in welcher Weise es sich von seinem Vorland unterscheidet.

Die Geschichte des alpinen Gebiets ist keine gleichmässige und keine einheitliche; die Oberflächengestaltung hat im Laufe der Zeit vielfache Veränderungen erlitten, manche schon in sehr früher Zeit, manche nur in einzelnen Theilen seiner Erstreckung, und es bleibt dabei eine wichtige Aufgabe, zu unterscheiden zwischen denjenigen Veränderungen einer früheren Vorzeit, welche auf die spätere Kettenbildung von maassgebendem Einfluss geworden sind, und denjenigen, bezüglich derer dies nicht wahrscheinlich ist.

In den allerältesten Zeiten, in der paläozoischen Periode, finden wir nicht die geringste Spur einheitlicher Beschaffenheit des alpinen Gebiets oder gleichartiger Vorgänge in demselben. Wir kennen verschiedene paläozoische Meeresthieres in den Ostalpen, welche mit denjenigen benachbarter Gegenden ausserhalb der Alpen in vielen Punkten Uebereinstimmung erkennen lassen; die silurischen und unterdevonischen Ablagerungen der Ostalpen zeigen sehr nahe Beziehungen zu denjenigen Böhmens, das obere Devon von Graz lässt sich mit den gleichaltrigen Bildungen in Schlesien vergleichen; aber nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Vorkommnissen der Westalpen ist bemerkbar, welche noch nie auch nur das geringste Bruchstück eines paläozoischen Meeresthieres geliefert haben. In einem gewissen Zeitpunkt der paläozoischen Aera allerdings, während eines Theils der Steinkohlenformation, finden wir übereinstimmende Lager von Landpflanzen sowohl in den östlichen als in den westlichen Alpen, am Semmering, an der Stangalpe, am Steinacher Joch, im Wallis, in der Tarentaise u. s. w. Allein dadurch ist kein hervorragender Characterzug der alpinen Region der ausseralpinen gegenüber begründet, sondern ganz analoge pflanzenführende Schichten kennen wir auch aus gleichzeitigen Ablagerungen ausserhalb der Alpen. Das Auftreten dieser Landpflanzen in den Ablagerungen der

Kohlenformation in den Alpen beweist jedenfalls die Nähe von Festland, von dem aus die Reste in die Schieferthone gelangten; über die Lage dieses Landes wissen wir aber gar Nichts, und haben auch keinerlei Anhaltspunkt für die Annahme, dass hier schon irgendwie der Anfang der später sich geltend machenden Kettenbildung gegeben sei.

Ein tiefer greifender Unterschied zwischen der alpinen Entwicklung und der Ausbildung in dem nördlich vorliegenden Gebiet tritt erst nach dem Ende der paläozoischen Periode in der Triaszeit hervor; während im Norden vorwiegend Sandsteine und Mergel mit Landpflanzen u. s. w. zur Ablagerung gelangen, denen nur eine ziemlich mächtige Kalksteinbildung mit Meeresconchylien, der Muschelkalk, eingeschaltet ist, findet sich wenigstens in den Ostalpen eine überaus mächtige und gewaltige Entwicklung geradezu staunenswerther Massen von marinen Kalken und Dolomiten, welche ja bekanntlich die Hauptmasse unserer nördlichen wie der südlichen Kalkalpen zusammensetzen. Aber merkwürdigerweise setzt diese Entwicklung nicht in die Westalpen fort; ungefähr an der Rheinlinie bricht die hochmarine Entwicklung der Trias der Hauptsache nach ab, und was wir in der Schweiz oder in den Französischen und Piemontesischen Alpen von Ablagerungen dieses Alters kennen, stimmt weit mehr mit der Entwicklung im ausseralpinen Gebiet als mit derjenigen in den Ostalpen überein.

Während der Jurazeit finden wir dann grössere Uebereinstimmung innerhalb des ganzen alpinen Gebiets, und nun sind es namentlich die Westalpen, in welchen ungeheure Kalkmassen, die »Hochgebirgskalke« sich bilden; jedenfalls stellen die Alpen während dieser Zeit ein Gebiet tieferen und offeneren Meeres dar, der nördlich vorliegenden ausseralpinen Region gegenüber, ein Zustand, der auch noch während der ersten Hälfte der Kreidezeit anhält, und wir haben alle Ursache, gerade diese Unterschiede als entscheidend anzusehen.

Ein ganz ähnliches Verhältniss macht sich auch anderwärts zwischen den jungen Kettengebirgen und den benachbarten Strichen geltend, und bei der grossen Bedeutung dieser Erscheinung müssen wir uns etwas näher mit dem Gegenstand befassen.

In erster Linie gilt es, überhaupt Lage und Vertheilung der jungen Kettengebirge auf der Erde ins Auge zu fassen; wir kennen junge Ketten aus den verschiedensten Theilen der Erde, allein ihre Vertheilung ist durchaus keine regellose, sondern es sind ganz bestimmte Striche, auf welchen sich dieselben anhäufen. Wenn man auf einer Karte der Erde alle jungen Ketten mit einer Farbe bemalt, so gelangt man sofort zu dem Ergebniss, dass sie alle auf einer grossen ziemlich verwickelt angeordneten Zone liegen, und wenn man noch ausserdem mit rothen Punkten alle noch jetzt oder wenigstens in sehr junger Zeit noch thätigen Vulkane bezeichnet, so zeigt es sich, dass die ganz überwiegend grosse Mehrzahl dieser

auf derselben Zone liegt, die wir als die Hauptzone der jungen Kettengebirge bezeichnen. Allerdings ist dieses Gebiet nicht ganz von Ketten eingenommen und bedeckt, sondern es liegen zwischen diesem eingeschlossen auch Stücke alter Massen und namentlich, wie das in der Natur der Sache liegt, ausgedehnte Senkungsfelder, aber die Ketten nehmen doch einen sehr grossen Raum ein und sind auf dieses Gebiet beschränkt.

Die Zone der Kettengebirge beginnt an der Ostküste des Atlantischen Oceans, wo ihr die Pyrenäen und ganz Spanien angehören; sie greift vom südlichen Spanien über die Strasse von Gibraltar nach dem nördlichsten Africa über, wo ihr vor Allem der Grosse Atlas, aber auch die anderen Gebirge von Marocco, Algerien und Tunis zufallen, während die grosse africanische Wüste schon ausserhalb dieses Bereichs liegt. In Europa umfasst die Zone der Kettengebirge ferner das Juragebirge in Frankreich und der Schweiz, die Alpen, Karpathen und den Balkan, sowie Alles, was südlich von diesen Gebirgen liegt, also Italien und die Balkanhalbinsel, sowie die Inseln des Mittelmeers, während die Nordküste von Africa östlich von Tunis schon ganz verschiedenen Character zeigt und eine horizontale Tafel bildet. Weiter nach Osten fallen in diese Zone das südöstliche Randgebirge der Krim, der Kaukasus, Kleinasien und Armenien, ferner das Iranische Hochland und der Hindukusch. Wir gelangen nun an die gewaltigsten Erhebungen der Erde; am Pamir, dem »Dach der Welt«, der Quellregion des Oxus und der Ströme von Kaschgar und Jarkand spaltet sich die Zone in zwei Aeste, in das System des Himalaja und das des Thianschan. Der Thianschan geht als ein mächtiger Ast vom nördlichen Theil des Pamir gegen Osten ab und begrenzt die grosse Mongolische Wüste nach Norden; ob und in welcher Weise er von da nach Nordosten nach dem Jablonowoi- und Stanowoi-Gebirge und gegen die Nordostspitze von Asien eine Fortsetzung findet, ist bei unserer ausserordentlich geringen Kenntniss dieser Gegenden noch ganz unsicher.

Wir kehren zum Hindukusch und zum Pamir zurück; von ihnen geht die Hauptfortsetzung der grossen Kettengebirgszone südlich von der Wüste Golbi aus; ihr gehören die höchsten Gipfel der Erde an, der Himalaja, der Karakorum, der Kuenlün und das ganze Tibetanische Hochland, welche sich von hier nach Osten und Südosten erstrecken. Am östlichen Ende dieser Ketten tritt dann eine vollständige Aenderung der Richtung, eine Schwenkung nach Süden ein, es folgen die von Norden nach Süden streichenden Ketten von Arakan, Burma und der Malayischen Halbinsel, denen dann weiter mit abermals geänderter Richtung gegen Osten die Inseln Sumatra, Java, Floris u. s. w. mit ihren zahlreichen, furchtbaren Vulkanen folgen, ein Gebiet, das in seinem Bau ganz den Character eines Kettengebirges an sich trägt. Dann folgt eine abermalige scharfe Umschwenkung gegen Norden, und nun bilden die weitere Fort-

setzung jene bogenförmig geschwungenen Reihen von »Feston-Inseln«, welche die Ostküste von Asien von Borneo bis Kamtschatka einzäumen, und ebenfalls Kettenbau zeigen. Der Ansatz an die bisher besprochene Zone ist noch nicht vollständig klar, und namentlich ist die Bedeutung der grossen Insel Borneo noch unsicher; Celebes und die Moluccen scheinen hieher zu gehören, dann folgen die Philippinen, Formosa, die Liu-Kiu-Inseln, Japan, und die Kurilen, die sich dann nach Norden an Kamtschatka anschliessen.

Ehe wir den weiteren Verlauf dieser Zone nach America verfolgen, müssen wir noch eine wichtige Abzweigung hervorheben, welche von derselben stattgefunden hat. Bei den Moluccen, im äussersten Südosten Asiens findet eine neue Gabelung statt, ein zum grossen Theil untermeerischer Zweig verläuft über Neu-Guinea, Neu-Britannien, Neu-Irland, die Salomonsinseln, die Neuen Hebriden und Neu-Caledonien, das Tafelland des australischen Festlands umschlingend nach Südosten und scheint in Neu-Seeland sein Ende zu finden.

Wir wenden uns wieder nach Kamtschatka mit seinen vielen riesenhaften Vulkanen, die an Grösse auf der ganzen Erde unübertroffen dastehen; hier erreichen die Ketten, welche Asiens Ostrand begleiten, ihr Ende, die weitere Fortsetzung nimmt eine vollständig andere Richtung an, wir finden sie in dem Inselbogen der Aläuten, welche in ostwestlich geschwungenem Bogen das nordöstliche Asien mit dem nordwestlichen America verbinden, und sich einerseits an Kamtschatka, andererseits an die Alaska anschliessen; nun ist das nordamericanische Festland erreicht, die Richtung wird wieder eine vorwiegend südliche, und es entwickelt sich jenes reichgegliederte System von Cordilleren, welches den Westen Nordamerica durchzieht: das Küstengebirge, das Cascadegebirge und die Sierra Nevada, die Rocky Mountains und die dazwischen gelagerten Ketten; wie diese von der Südgrenze der Vereinigten Staaten sich nach Süden fortsetzen, ist noch nicht vollständig festgestellt, aber so gering auch unsere Kenntniss von Mexico ist, so ist doch sicher, dass die Ketten von Norden her dieses Gebiet durchziehen und Centralamerica erreichen. Statt aber nun dem weiteren Verlauf des Festlands zu folgen und über die Landenge von Panama Südamerica zu erreichen, wie man es früher annahm, biegt die weitere Fortsetzung plötzlich in Yucatan nach Nordwest um und streicht in dieser Richtung zum Meer hinaus; als weitere Fortsetzung folgt dann der grosse Inselbogen der Antillen, der das Karaische Meer umfassend mit der Insel Trinidad das Südamericanische Festland und zwar im östlichen Venezuela erreicht. Nun ziehen die Ketten durch Venezuela nach Westen, biegen dann in Columbien nach Süden um und begleiten von da aus als die grosse Kette der Südamericanischen Anden die Westküste des Continents, bis sie im äussersten Süden am Cap Horn unter die Fluthen des antarktischen Eismeeers versinken.

Auf dieser lang gestreckten Zone liegen alle grossen Kettengebirge der Erde, auf diesem Streifen haben Zusammenschiebungen in neuerer Zeit stattgefunden; in anderen Gebieten haben zwar vielfach Einbrüche und Senkungen stattgefunden, aber keine Horizontalverschiebungen und Falten in grossem Maasstab, wenigstens seit Beginn der Tertiärformation nicht mehr. Nur ganz kleine nachträgliche Faltungsbewegungen sind in dieser Zeit anderwärts eingetreten, und zwar in den Sudeten, am Nordrand des Harzes, im subhercynischen Hügelland und im südlichen England.

Die Zusammendrängung der jungen Gebirgsbildung auf eine Zone bildet eine der wichtigsten Erscheinungen im Bau der Erdrinde, und diese Thatsachen werden auch ohne Zweifel für die Erklärung der Gebirgsbildung noch ausschlaggebende Bedeutung gewinnen, wenn wir diese auch heute noch nicht in ihrem ganzen Umfang zu ermessen vermögen. Wir kennen den Verlauf der grossen Kettengebirgszone kurz dahin zusammenfassen, dass dieselbe den Stillen Ocean im Osten, Norden und Westen umgibt und sich dann von der Südostecke Asiens mitten durch die Continentalmassen der alten Welt bis zur Küste des Atlantischen Oceans nach Westen erstreckt.

Der letztere Theil, zu dem ja auch die Alpen gehören, ist für uns vor Allem von Interesse und nur für einen Theil dieses Gebiets haben wir auch genügende Kenntniss des ganzen Baus und der Vorgeschichte in früheren Perioden, um über die wichtigsten Erscheinungen Rechenschaft geben zu können, und wir müssen uns die geographischen Verhältnisse vergegenwärtigen, wie sie einstens in diesem Gebiet waren. Während das Becken des Stillen Oceans augenscheinlich seit uralter Zeit vorhanden ist, sind andere Bildungen der Erdoberfläche jüngerer Datums. Ein Hauptcharacter der heutigen Gestaltung besteht darin, dass zwei gewaltige Landmassen, America im Westen und Europa-Asien mit Africa im Osten aus der nördlichen Polarregion durch die nördliche gemässigte und aequatoriale bis tief in die südliche gemässigte Zone hinabreichen und das lang gestreckte, aber verhältnissmässig nicht sehr breite Becken des Atlantischen Oceans einschliessen; dabei ist in America wie in der alten Welt der Zusammenhang zwischen den Haupttheilen der Festlandsmassen ein sehr geringer; Europa-Asien hängt mit Africa nur durch die schmale Landenge von Suez, die beiden America nur durch jene von Panama so schwach zusammen, dass die Anlage von Schiffahrtscanälen möglich wird, und beide Landengen bestehen aus sehr jungen Anschwemmungen und Aufschüttungen; die Hauptmasse des Landes ist in der nördlichen Halbkugel angehäuft; die Hauptgliederung ist eine nordsüdliche.

Dieser Zustand ist aber erst in neuerer Zeit eingetreten; aus der geographischen Verbreitung der lebenden wie fossilen Thierformen lässt sich mit Sicherheit nachweisen, dass der Zusammenhang der Landmassen ein ganz anderer war; die Vorderindische

Halbinsel und Südafrica waren von der zweiten Hälfte der paläozoischen Zeit bis ins Tertiär herein ein zusammenhängendes Festland, indem mitten über den heutigen Indischen Ocean eine Festlandsbrücke reichte, deren spärliche Trümmer heute noch Madagascar, ferner die kleinen Inselgruppen der Seychellen und der Amiranten und die Korallriffe der Chagos, der Malediven und Lakediven darstellen. In der gleichen Weise deutet aber auch die Verbreitung der Edentaten oder zahnarmen Säugethiere (Faulthiere, Schuppenthiere, Gürtelthiere, Erdferkel u. s. w.), der straussartigen Vögel und eine Anzahl ähnlicher Erscheinungen mit Sicherheit darauf hin, dass ebenso Südafrica mit Brasilien durch eine Festlandsmasse zusammenhing, welche das heutige südatlantische Becken einnimmt. Wir haben also in der mesozoischen Zeit ein gewaltiges südliches Festland, das seiner grössten Ausdehnung nach südlich vom Aequator lag, und auf welchem vermuthlich damals die Entwicklung der Thiere und Pflanzen des festen Landes einen Hauptsitz hatte. Andererseits war von Nordamerica der grösste Theil, mit Ausnahme des Westrandes, während der mesozoischen Periode ebenfalls festes Land, das im Norden mit Scandinavien in Zusammenhang stand; auch China stellt ein uraltes Festland dar, und der Raum zwischen Scandinavien und China bildet ein strittiges Gebiet, das bald vom Meer überfluthet war, bald sich wieder aus den Wogen erhob; wir haben also auch hier ein grosses nördliches Festland, das zwar zeitweilig vom Ocean überwältigt, aber doch auch während dieser Periode, namentlich während der Ablagerung der Trias, des oberen Jura und der untersten Kreide, höchstens von seichtem Wasser bedeckt war. Im Allgemeinen, von Unterbrechungen abgesehen, haben wir also in der mesozoischen Zeit auch einen Nordcontinent; die geographische Gliederung zeigt uns also ein den heutigen Verhältnissen ganz entgegengesetztes Verhältniss, eine Haupterstreckung der Landmassen von Ost nach West; der Atlantische Ocean existirte noch nicht, wohl aber war ein grosses lang gestrecktes Meer, das »centrale Mittelmeer«, vorhanden, welches den nördlichen vom südlichen Continent trennte; dasselbe begann im Westen da, wo heute Central-America und die Westindischen Inseln liegen, es erstreckte sich von da quer über das heutige Becken des Indischen Oceans und verlief von da aus durch das jetzige Continentalgebiet bis in die Gegend der Mündung des Ganges in den Indischen Ocean.

Wann das nord- und das südatlantische Festland verschwand, lässt sich nicht mit voller Sicherheit angeben, vermuthlich fand dieses Ereigniss ziemlich früh in der Tertiärzeit statt; die Verbindung von Nord- mit Südamerica und von Asien mit Africa ist sehr viel jüngeren Datums und dürfte sich endgiltig erst in den letzten Stadien der Tertiärzeit vollzogen haben.

Der Grund, wesshalb uns diese Vorgänge hier bei Betrachtung des Ursprungs der Alpen und der ihnen verwandten Gebirge besonders wichtig sind, beruht darin, dass sich ein sehr deutlich aus-

gesprochener Zusammenhang zwischen der Lage des centralen Mittelmeers und derjenigen der Hauptzone der jungen Kettengebirge erkennen lässt, und dass der asiatisch-europäische Ast der letzteren ganz in das Gebiet des ersteren fällt, von dem unser heutiges mittelländisches Meer nur mehr ein dürftiges Ueberbleibsel bildet.

Allerdings hat das centrale Mittelmeer durchaus nicht immer denselben Umfang gehabt, es war zu manchen Zeiten sehr weit ausgebreitet, zu anderen zog es sich eng zusammen, während des zweiten Theils der Kreideformation z. B. war das ganze Wüstengebiet der Sahara unter Wasser, während es abgesehen davon während der ganzen mesozoischen Zeit trocken lag; in ähnlicher Weise war ganz Mitteleuropa auf der Grenze zwischen Jura- und Kreidezeit festes Land, oder nur von einzelnen Brackwasserbecken überdeckt, und auch sonst war dieses Gebiet wenigstens zeitweilig nicht vom Meer überfluthet; nur die Region der Kettengebirge zeigt eine fortlaufende Reihe von Meeresbildungen ohne ausgebreitete Einschaltungen von Land- und Süßwasserablagerungen, welche sich nur vereinzelt am Rand einiger alten Inseln zeigen. Die Kettengebirgsregion bildet also den bleibenden immer überflutheten Theil des centralen Mittelmeeres der mesozoischen Zeit, während die nördlich und südlich anstossenden Gebiete, welche in junger Zeit nicht gefaltet wurden, nur zeitweilig Meeresgrund waren.

Damit steht eine andere Erscheinung in unmittelbarem Zusammenhang, dass nämlich im Gebiet der Kettengebirge, oder, wie man im weitesten Sinne sagen kann, im alpinen Gebiet, die Ablagerungen im Allgemeinen stets den Character von Bildungen tieferen küstenferneren Wassers tragen, als die zu gleicher Zeit gebildeten Schichten im ungefalteten Gebiet, und dass Ablagerungen aus sehr tiefem Wasser überhaupt nur in der alpinen Region vorkommen. Das gilt zunächst für die alpinen Gebirge Europas, aber so weit unsere Erfahrungen reichen, tritt uns dieselbe Erscheinung wenigstens in ähnlicher Weise auch in den anderen Kettengebirgen entgegen, wir wissen es wenigstens für die Krim, den Kaukasus und den Himalaja.

Fassen wir All' das zusammen, so ergibt sich Folgendes als das wahrscheinlichste Ergebniss: Während der mesozoischen Periode war das ganze Festlandgebiet der alten Welt von einem lang gestreckten Meer durchzogen und in eine nördliche und eine südliche Hälfte getheilt; dieses Meer hatte eine tiefe Einsenkung, welche vielleicht während der ganzen mesozoischen Aera nicht trocken gelegt wurde, und von diesem Grundstocck des Meeresbeckens griff das Meerwasser fast immer über benachbarte Gebiete weg, bald mehr, bald weniger weit, in der Regel nach Norden, zeitweilig auch nach Süden; der centrale Theil aber blieb am tiefsten, in ihm

erreichte die Mächtigkeit der Ablagerungen einen grossartigen Maassstab. Als dann grosse Veränderungen in der Oberflächengestaltung eintraten, waren es die tiefsten Theile jenes Meeres, in welchem der Zusammenschub der Gesteinsmassen durch die gebirgsbildenden Kräfte erfolgte; was ehemals Meeresboden war, thürmte sich zu Gebirgsketten empor, und wir kommen also zu dem überraschenden Ergebniss, dass die tiefsten Meeresstrecken, die im ganzen Raum der alten Welt vorhanden waren, sich zu den höchsten Gebirgen dieser Region entwickelt haben. Die merkwürdige Bedeutung dieser auffallenden Thatsache wird vielleicht am besten hervortreten, wenn wir uns analoge Erscheinungen in der Jetztzeit denken. Das centrale Mittelmeer hat in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit unserem Atlantischen Ocean; die Untersuchungen des Bodens in diesem Meer haben die merkwürdige Erscheinung festgestellt, dass dieses Becken nicht in seiner Mitte am tiefsten ist, sondern mehr in der Nähe der Ränder, während in der Mitte vom nördlichen bis zum südlichen Eismeer ein untermeerischer Rücken verläuft, dessen Kamm nur etwa 1500 Faden unter dem Meeresspiegel liegt, während zu beiden Seiten Tiefen von 2600 bis 3800 Faden sich finden; dieser untermeerische Rücken überragt also, allerdings sehr flach ansteigend, seine Umgebung im Durchschnitt um etwa 1700 m. Denken wir uns nun diesen Rücken unter dem Einfluss der Gebirgsbildung bis über den Meeresspiegel aufgestaut und zu einer mächtigen Kette emporgethürmt, so würde er zum Atlantischen Ocean in demselben Verhältniss stehen, wie unsere europäischen Ketten zum centralen Mittelmeer der mesozoischen Periode. Ob der untermeerische Rücken im Centrum des Atlantischen Oceans uns den ersten Anfang, den Embryo eines im Laufe von Millionen von Jahren sich bildenden Zukunftsgebirges darstellt, das ist eine Frage, die wir heute in keiner Weise beantworten können, es ist aber jedenfalls eine Vorstellung, die nicht ausserhalb des Bereichs der Möglichkeit liegt.

Ebensowenig können wir heute mit Bestimmtheit sagen, warum sich die Alpen aus dem tiefsten Theile eines Meeresbeckens emporgebaut haben, aber die Thatsache steht fest, dass unsere herrlichen Hochgebirgsgipfel und Käme an der Stelle stehen, an welcher sich in früher Vorzeit das centrale Mittelmeer der mesozoischen Zeit durch unabsehbare Zeiträume ausbreitete.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Literaturangaben im Verlauf der Arbeit wurden vermieden; wer sich eingehender mit dem Studium dieser Fragen beschäftigen will, findet Auskunft in folgenden Werken: Suess, die Entstehung der Alpen. — Suess, das Antlitz der Erde. — Suess, über unterbrochene Gebirgsbildung. — Penck, das deutsche Reich. — Neumayr, Erdgeschichte.