

bildend wird und östlich von Aquileja als Slobba eine kurze Strecke schiffbar in das Adriatische Meer mündet. Der Isonzo (Sontius) der Römerzeit war ganz anders beschaffen. Er war ein wesentlich unbedeutenderer Fluß, denn es fehlte ihm der ganze Oberlauf bis Karfreit. Der jetzige Oberlauf gehörte damals dem Flußsystem des Natisono an, welcher, vereint mit dem Torre, als selbständiger Fluß bei Aquileja in das Meer floß. Der antike Isonzo begann im wesentlichen mit den Idriagewässern und einigen nordwestlichen Zuflüßbächen und endete gemeinsam mit der Wippach in einen zwischen Görz und Gradiska gelegenen See. Der Abfluß dieses Sees verlief nach Art so vieler Karstgewässer unterirdisch und trat erst wenige Kilometer ob Duino als breiter, schiffbarer Timavus (heute Timao) wieder hervor, um nach kurzem Laufe in das Meer zu münden. Ein im Jahre 585 nach Christo bei Karfreit eintretender Bergsturz verlegte die Verbindung des (heutigen) oberen Isonzobereiches mit dem Natisono und ließ einen Stausee entstehen; dieser bahnte sich südöstlich einen Abfluß, welcher die Vereinigung mit dem damaligen Isonzo-Oberlaufe fand. Damit veränderte sich die Grundlage des ganzen Flußsystems. Dem früher aus Mittelgebirge ruhig fließenden Isonzo wuchsen die mächtigen, geröllführenden und reißen den Hochgebirgsbäche zu und führten so reichliches Schottermaterial mit, daß durch dieses der unterirdische Abfluß des erwähnten Sees allmählich verschüttet und der Timao auf seine heutige geringe Größe verringert wurde. Die Isonzowässer wandten sich infolge der Sperrung ihres bisherigen Abflusses von Gradiska nach Südwesten, vereinigten sich mit dem Torre und mündeten mit diesem bei Aquileja. Die starke Anschotterung auch noch im Mündungsgebiete bewirkte allmählich eine Verlegung des Mündungssystems nach Osten und die Einbeziehung des kleinen Küstenflüßchens Slobba in die Isonzomündung. Die heutige Mündungsform, bei der die Slobba den Hauptarm des Isonzodeltas bildet, dürfte kaum älter als vier Jahrhunderte sein. Dem interesseerregenden Vortrage folgte die Vorführung von schönen Lichtbildern der Isonzolandschaften, die von den mächtigen und großartigen Julischen Hochgebirgsbildern in die fruchtbare Görzer Ebene und in das anmutige Görz führten und am sagenumwobenen, alten Schlosse von Duino endeten. Sie zeigten uns vielfach reizvolle Örtlichkeiten, die jetzt so heiß umstritten werden und die viel zu edle Steine in der bunten Krone Österreichs bilden, als daß je einer von ihnen sich aus seinem natürlichen Verbande lösen dürfte. (Pg.)

Am 26. November 1915 hielt Dr. Wilh. Huditz einen Vortrag über „**Werden und Vergehen der Gebirge**“.

Dem naiven, nicht naturwissenschaftlich gebildeten Denken erscheint unsere ganze Umgebung als etwas Starres, Unabänderliches, für ewige Zeiten Festgelegtes. Land und Meer haben danach nie ihren Platz gewechselt; Gebirge immer denselben Raum eingenommen, sämtliche heutigen Tier- und Pflanzenformen und auch der Mensch in seiner jetzigen Ausgestaltung bereits die Arche Noahs bevölkert. Grüblerischer Menschengestalt hat jedoch gezeigt, daß dem nicht so ist. Die wissenschaftliche Forschung hat vielmehr erwiesen,

daß in der Welt nur eines beständig ist: der Wechsel. Diesem ewigen Wechsel unterliegen auch jene Emporragungen der Erde, die wir als Gebirge bezeichnen. Man pflegt die Gebirge nach ihrer Entstehung einzuteilen in: 1. Aufschüttungsgebirge (vulkanische Gebirge), 2. Abtragungsgebirge, 3. tektonische Gebirge. Vulkanische Gebirge sind z. B. die Kuppen des böhmischen Mittelgebirges, der Umgebung von Gleichenberg. Erosion und Denudation des Wassers erzeugen die Abtragungsgebirge. Die Erosion schafft aus einem Tafellande ein Gewir von Tafelbergen, Türmen usw. (Elbesandsteingebirge der sächsischen Schweiz). Die Denudation erzeugt aus Tafelland gebirgsartige Steilhänder, die Landstufen (Schwäbischer Jura).

Weitaus die wichtigsten Gebirge sind aber die tektonischen Gebirge. Sie entstehen entweder durch in Stücke Brechen der Erdkruste (Bruchgebirge, Schwarzwald) oder durch Faltung der Kruste (Faltengebirge). Diese Faltengebirge sind es, die uns heute näher beschäftigen sollen.

Alle Faltengebirge, zu denen die großartigsten und gewaltigsten Hochgebirge der Erde, wie z. B. die Alpen, der Himalaja, die Anden usw., gehören, sind aus Falten aufgebaut, die aus dem nach oben gewölbten Sattel und der nach unten eingebogenen Mulde bestehen. Es ist klar, daß solche Falten durch Zusammenstauchung der Erdkruste erzeugt wurden. Man hat sich nun schon lange den Kopf darüber zerbrochen, welche Kräfte es wohl sind, die derartige Zusammenstauchungen der Erdkruste herbeiführen. In der Jugendzeit geologischer Wissenschaft herrschte die plutonische Erhebungstheorie. Danach dreht es sich bei der Gebirgsbildung um eine blasenförmige Emporwölbung ursprünglich horizontal gelagerter Schichten, die durch aus der Tiefe quellende vulkanische Massen erzeugt wird, ein Vorgang, der etwa dem Emporheben des Waldbodens durch einen wachsenden Champignon gleicht. Diese Theorie kann jedoch als Erklärung für die Entstehung von Faltengebirgen mit ihren erst in neuerer Zeit erkannten Komplikationen nicht mehr in Frage kommen.

Diejenige Theorie, die noch immer am meisten zur Erklärung der Entstehung von Faltengebirgen herangezogen wird, fußt ganz auf der Weltentstehungshypothese von Kant-Laplace: die Erde besteht aus einem glutflüssigen, plastischen Kern und einer starren Kruste. Durch Abkühlung zieht sich der Kern zusammen; die starre Rinde kann ihm nicht folgen; sie müßte also schließlich von ihrem Kern getrennt sein, wie die Hasehuß von ihrer Schale. Wie nun ein Gewölbe sich trotz der Schwerkraft frei trägt, indem der Zug sich umsetzt in einen nach der Seite wirkenden Tangentialdruck, so entsteht auch in der Erdrinde ein derartiger Horizontalschub, der zu Runzelung, Faltung führt. Ein trocknender Apfel mit runzlicher Schale ist das oft angeführte Ebenbild der Erde nach dieser Anschauung, die man Schrumpfung- oder Kontraktionstheorie nennt. Sie hat seit Elie de Beaumont (1829—1852) fast unumschränkt das Feld behauptet und wurde in neuerer Zeit insbesondere durch Eduard Suess ausgebildet. Obgleich

die Schrumpfungstheorie der Gebirgsbildung als eiserner Bestand der modernen Geologie gilt, werden doch auch gewichtige Gegengründe angeführt. Der erste Einwand besteht in der Tatsache, daß sich die gebirgsbildende Kraft nur in gewissen geologischen Perioden äußert. So ist es zur Bildung von Faltengebirgen nur im Devon (kaledonisches Gebirge von Nordeuropa), im Karbon (armosikanische und voristische Alpen West- und Mitteleuropas) und im Tertiär (Alpen, Kaukasus usw.) gekommen. Warum nur gewisse Perioden, da doch die Abkühlung der Erde, die die Schrumpfung zur Folge hat, ein ununterbrochener Prozeß ist? Ein anderer, recht schwerwiegender Einwand kam von neueren Untersuchungen über die Druckfestigkeit der Gesteine. Diese ergaben, daß ein allgemeiner und ständiger, horizontal, d. h. tangential wirkender Gewölbedruck als erzeugende Kraft des Zusammenschubes aus Festigkeitsgründen nicht denkbar ist. Die geringe Druckfestigkeit der Gesteine erlaubt weder ein freies Tragen der Erdkruste nach der Art eines Gewölbes, noch eine Weiterleitung eines Schrumpfungsdrukkes.

Aber kühlt sich die Erde überhaupt ab? Auch diese Frage ist in den letzten Jahren ernsthaft erörtert worden, und zwar von seiten der Radiumforscher. Die letzten Jahre haben uns eine neue Energie- und Wärmequelle kennen gelehrt; das sind die radioaktiven Substanzen. Radium ist nun nachgewiesen in allen untersuchten Quellen, in Urgesteinen. Und in der Tat würden verhältnismäßig geringe Mengen Radiums im Erdinneren genügen, um den Wärmeverlust der Erde durch Ausstrahlung zu kompensieren. Wir sind nun zwar natürlich über den Radiumgehalt des Erdinneren nicht unterrichtet; allein v. Wolf schließt aus erdgeschichtlichen Vorgängen, daß ein durch Radiumwärme erzeugtes Wärmegleichgewicht wohl sicher nicht vorhanden ist, daß aber die stetig fortschreitende Abkühlung der Erde durch die Wärmeerzeugung radioaktiver Stoffe merklich verlangsamt wird.

Die geschilderten und gewiß schwer ins Gewicht fallenden Mängel der Schrumpfungstheorie haben in neuerer Zeit zu anderen Erklärungsversuchen der Gebirgsbildung geführt. Eine Reihe von diesen Theorien ging von einer schon vor mehr als fünfzig Jahren durch den amerikanischen Geologen James Hall erfolgten Feststellung aus, die in ihren Konsequenzen für die Frage nach den Ursachen der Faltung bisher immer noch zu wenig beachtet worden ist. Hall konstatierte nämlich, daß die Mächtigkeit der Sedimentgesteine in den Faltengebirgen der Erde eine erheblich größere ist, als in den benachbarten, weniger gestörten Gebieten. Die Trias Deutschlands schrumpft in ihrer Mächtigkeit gegenüber der ostalpinen Trias ganz zusammen. Weitere Überlegungen ergaben, daß dabei nicht an eine Zufüllung tiefer Meere zu denken ist, sondern daran, daß die Meeresbecken, in denen sich diese mächtigen Sedimente anhäuften, langsam untersanken und entsprechend diesem Untersinken ausgefüllt wurden. Dana hat die Sammeltröge, in denen sich mächtige Sedimente mariner Herkunft anhäufen, als Geosynklinalen bezeichnet. Nach all dem ergibt sich also, daß die Faltengebirge aus derartigen

großen, in fortwährender Senkung begriffenen marinen Sammeltrügen, den Geosynklinalen, hervorgehen. Es fragt sich also nur, welche Kraft es war, die die ehemaligen Geosynklinalen in Faltenzonen umgewandelt hat. Die Schrumpfungstheoretiker behaupten natürlich, daß es die Verkürzung des Erdradius, die Abkühlung der Erde, gewesen sei, die die Faltengebirge aus diesen Geosynklinalen haben entstehen lassen. Eine andere Reihe von Forschern, denen die Schrumpfungstheorie infolge ihrer Schwächen nicht mehr genügt, sind auf Grund der Feststellung der Tatsache, daß die Geosynklinalen Ausgangspunkt der Faltengebirge waren, zur Aufstellung von neuen Erklärungsversuchen der Gebirgsbildung gekommen. Hierher gehört zunächst die *Thermal- oder Expansionstheorie*, die von Dana, Reade, v. Richthofen vertreten wurde. Letztere schließen folgendermaßen: Die sich zuerst in solchen, allmählich tiefer werdenden Geosynklinalen bildenden Ablagerungen geraten in Regionen von immer höherer Temperatur, Wärmezufuhr bedingt aber Ausdehnung. Und es muß, da eine Ausdehnung des betreffenden Rindenstückes nach der Seite behindert ist, eine Aufwärtsbewegung der Mitte oder eine Auffaltung längs der schwächsten Stelle desselben nachfolgen. Reyer geht mit Reade so weit, als die Erwärmung der in einer Geosynklinale absinkenden Schichten eine Ausdehnung des ganzen Schichtenkomplexes hervorruft. Nun aber trennen sich die Ansichten von Reade und Reyer. Nach Reade können sich dort, wo die größte Wärmeerhöhung ist, durch den Ausdehnungsdruck Falten bilden, nach Reyer aber gerade abseits von der aufgequollenen Stelle der Erdkruste. In der Schwellung wird nämlich zunächst die Schwerkraft wirken und versuchen, die Schichten vom Gipfelteile gegen die Peripherie hinabzuziehen. Ist ein Maximum der Bisehung erreicht, so treten Zerreißen auf. Gewisse Schichten, die stark durchwässert sind, dienen als Gleitbahnen, und die darüberlastenden Massen kommen ins Rutschen. Stößt die abwärts gleitende Scholle gegen ein starres Hindernis, so wird ihre Bewegung gehemmt; die nachdrängenden Falten überstürzen sich — es entstehen Falten. Dies ist die *Gleitungstheorie* von Reyer. Allein, auch allen jenen Theorien, die von der Voraussetzung ausgehen, daß die Geosynklinalen der Mutterschoß der Faltengebirge sind, stehen Schwierigkeiten entgegen. In Zentralasien fand man tertiäre Schichten lakustrer, ja sogar kontinentaler Herkunft bis zur Seehöhe von mehreren tausend Metern in die Faltung mit einbezogen. Trotzdem die Geosynklinale fehlte, trat intensive Faltung ein.

Eine neuere, viel diskutierte Theorie ist die „*Theorie der Unterströmung*“ von Ampferer. Nach Ampferer müssen wir scharf unterscheiden zwischen dem Erdinneren mit seiner plastischen Zone und der äußeren, dünnen Kruste, die sehr empfindlich ist gegen Veränderungen der Tiefe. Die Theorie geht nun von der Tatsache aus, daß mit der langsamen Erstarrung glutflüssiger Massen unter der festen Erdrinde eine Volumenvermehrung verbunden ist. Diese Volumenvermehrung erzeugt in der darüber liegenden plastischen Gesteinszone Massenströmungen, „*Gesteinsflüsse*“. Und diese

Unterströmungen sind erst die Träger der oberflächlichen Faltungs- und Überschiebungsercheinungen. Allein auch ohne Auslösung dieser molekularen Massenverschiebungen sind Hebungen denkbar. Aber nicht nur Hebungen, sondern auch Senkungen können diese unterirdischen Strömungen erzeugen.

Noch viel kompliziertere Probleme bietet die moderne Alpengeologie. Die beiden letzten Jahrzehnte haben nämlich nach und nach zur Erkenntnis geführt, daß die eigentlichen Alpen kein einfaches Faltengebirge sind, sondern daß die reine Faltung hier ganz in den Hintergrund tritt gegen die sogenannte Überschiebung. Unter Überschiebung versteht man jene Störung, bei der ein Schichtensystem über ein anderes hinauf- oder hinüberbewegt ist. Meist kommen durch eine Überschiebung ältere Gesteine über jüngere. Hervor geht die Überschiebung aus einer liegenden Falte, deren Mittelsenkel meist verdünnt, ausgewalzt oder ganz verlorengegangen ist. Tritt letzteres ein, so bezeichnet man den hangenden Schenkel der liegenden Falte als Decke. Den Ursprung einer Decke bezeichnet man als ihre Wurzel. Durch Erosion wird die Decke häufig von ihrer Wurzel getrennt. Hat die Erosion in der Decke ein Loch erzeugt, durch das man auf den Untergrund hinabsieht, so heißt diese Öffnung ein Fenster. Der Untergrund kann entweder autochthon, d. h. an Ort und Stelle gebildet, oder ebenfalls überschoben sein. Den Deckenbau eines Gebirges erkennt man entweder aus der Überlagerung jüngerer Gesteine durch ältere oder aus der sogenannten Verstellung der Fazies. Letztere entsteht dadurch, daß Schichten ganz verschiedener Bildungsräume, wie z. B. Seichtmeer- und Tiefseebildungen, durcheinandergemengt sind, die unmöglich nebeneinander entstanden sein können.

Bertrand, Lugeon, Schardt, Steinmann waren die Forscher, die die neue Erkenntnis brachten, daß in den Alpen der Faltungsprozeß gegenüber der Überschiebung ganz zurücktritt: die sogenannte Decken- oder Überschiebungstheorie der Alpen. Danach bestehen fast die gesamten Alpen nicht aus aufgefaltetem Untergrunde, sondern aus drei ungeheuren, übereinandergeschobenen Decken. Zununterst liegt die helvetische Decke, dann kommt die leontinische Decke, die von der ostalpinen überdeckt wird. Das Ausmaß der Überschiebung ist teilweise ein ungeheures: so sollen die Nordtiroler Kalkalpen vom Pustertale gekommen sein. Allein nicht nur die Nordtiroler Kalkalpen sind „wurzellos“, „schwimmen“ auf ihrer Unterlage, wie man jetzt sagt, sondern die ganzen Ostalpen bis südlich der Tauern liegen wurzellos auf ihrer Unterlage, sind allochthon. Hielt man früher die Gebirge auch für dort entstanden, wo sie heute stehen, so stellt man sich jetzt die Bildung der Alpen so vor: Zuerst wurden durch intensive Faltung weit vorgestoßen liegende Falten, die Decken, gebildet. Dann erst wurde der ganze Deckenbau von einer neuerlichen Faltung in Mulden und Sättel gelegt. Der Deckenbau wurde neuerdings in vielen anderen Gebirgen konstatiert.

So hätten wir die wichtigsten Probleme der Gebirgsbildung kennen gelernt. Es ergibt sich daraus, daß das Problem der Gebirgsbildung eines der schwierigsten Gebiete der allgemeinen Geologie ist.

Allein die Gebirge verdanken ihre Ausgestaltung nicht nur den gebirgsbildenden Kräften. Ihre Ausgestaltung wird auch wesentlich durch die gebirgszerstörenden Kräfte beeinflusst. Wasser, Eis graben ihre Furchen in die Gebirge ein, tragen sie mit Hilfe der Verwitterung ab und erniedrigen sie mehr und mehr. Sobald ein Gebirge durch die gebirgsbildenden Kräfte aus dem Meere emporstieg, setzten auch schon die gebirgszerstörenden Kräfte ein. Welche Oberflächenformen trafen sie da an? Wie sah so ein jungfrüliches Gebirge aus? Wies es schon alpine Gipfelformen, scharfe Grate, Schrofen, Felstürme, Felsnadeln, pralle Wände, Kare, Talstufen auf; war es schon durch Seen, Wasserfälle geschmückt? Nichts von all dem! Es war ein sanftgewelltes Bergland mit Mittelgebirgsformen, breiten, wenig tiefen Tälern und mäßig steilen Rücken. Dieses jungfrüliche Gebirge mit den Mittelgebirgsformen begannen nun die zerstörenden Kräfte abzutragen, vor allem das fließende Wasser. Bäche und Flüsse sammelten sich in den Mulden der Falten, auf den Schenkeln der Sättel und schnitten so Haupt- und Nebentäler ein. An den Abhängen der Nebentäler entstanden Seitentäler erster Ordnung, an den Abhängen der Seitentäler erster Ordnung solche zweiter Ordnung usw. Mit einem Worte: der Prozeß der Vertalung begann; das ganze Gebirge wurde durch die tief einschneidenden Flüsse und Bäche in viele einzelne Stücke zerlegt, wodurch jetzt auch erst größere Höhendifferenzen geschaffen wurden — eine erste Annäherung zu Hochgebirgsformen. Auf den ersten Blick mag es ja sonderbar erscheinen, daß Bäche, Flüsse, Schluchten Täler erzeugen sollen. Allein es ist doch so! Einmal schleift der Fluß durch das mitgeführte Geröll, den mitgeführten Sand sein felsiges Bett fortwährend ab. Dann sind es aber insbesondere Wirbelbewegungen in den fließenden Gewässern, die eine kontinuierliche Tieferlegung des Flußbettes herbeiführen. Wo immer dem Abfließen des Wassers Hindernisse in den Weg gestellt sind, gerät es in wirbelnde Bewegung und erzeugt mittels des Gerölles und des Sandes als Schleifmaterial mehr oder weniger kreisförmige Löcher, sogenannte Riesentöpfe. Während man früher glaubte, daß die Riesentöpfe auf Gletscherbetten beschränkt seien, hat Brunhes, der Hauptvertreter der Anschauung, daß die einschneidende Tätigkeit der Flüsse auf Wirbelbewegungen in die- en zurückzuführen sei, nachgewiesen, daß sie auch in den in festes Gestein eingeschrittenen Flußbetten allgemein vorkommen. Benachbarte Töpfe können durch Zerstörung dünner Scheidewände miteinander verschmelzen und aus rosenkranzartig aneinandergereihten Löchern entsteht so eine zusammenhängende Tiefenlinie. Die talbildende Tätigkeit des Wassers, die Erosion, besteht also im Einschneiden und Bohren. Unmittelbare Beweise dafür, daß die fließenden Gewässer ihre Täler selbst schaffen, finden sich häufig in unseren landschaftlich so schönen Klammern und Schluchten. So sieht man z. B. in der Lichtensteinklamm, die der Großarlbach vor seinem Eintritte in das Salzachtal durchströmt, bis weit über den Hochwasserstand hinaus Nischen, die nichts anderes als die Überreste durchsäuger Riesentöpfe sein können. Solange ein junger Fluß sein Tal vertieft, sind die Gehänge steil und der

Talboden nur so breit, wie der Fluß. Wenn ein Fluß vollkommen gerade dahinfließt, so würde sich sein Talboden nur sehr langsam verbreitern. Er schneidet sein Bett senkrecht in die Tiefe; die Talhänge werden wohl von der Verwitterung und Abspülung zurückgeschoben, aber der Boden wird nach wie vor vom Flusse eingenommen; das Profil ist V-förmig. Ein ganz gerade fließendes Gewässer gibt es aber nicht. So erweitert der in Windungen dahinschießende Fluß durch Anprall an den Seitenwänden sein Bachbett auf Kosten der Seitenwände (Seiten-Erosion).

Hand in Hand mit der talbildenden Tätigkeit des fließenden Wassers geht bei der Zerstörung der Gebirge die Verwitterung, also jener Prozeß, der durch Sonnenstrahlung, Niederschläge, Temperaturwechsel usw. ausgelöst wird. Man teilt die Verwitterungsvorgänge in mechanische, chemische und organische. Das Agens der mechanischen Verwitterung ist die Sonnenstrahlung oder Insolation, die Temperaturunterschiede schafft. Die Wüste mit ihrer Gluthitze und den recht kühlen Nächten, die Gebiete in der Nähe der Schneegrenze mit ihren häufigen Temperaturschwankungen um den Gefrierpunkt sind so die Schauplätze der mechanischen Verwitterung. Durch die Temperaturschwankung werden die Gesteine bald ausgedehnt, bald zusammengezogen. Dadurch werden in denselben Spannungen erzeugt, die die Gesteine lockern und schließlich zerstören. Weit wichtiger als die Kleinarbeit, die die Strahlung der Sonne, die Insolation, für die Zerstörung des Gesteins leistet, ist namentlich in unserem Klima der Spaltenfrost. Er beruht darauf, daß Wasser bei Verwandlung in Eis sich ausdehnt. Die Sprengkraft des gefrierenden Wassers ist gewaltig. Als Sprenglöcher dienen Gesteinsritzen, tektonische Spalten und vulkanische Absonderungsklüfte.

Hand in Hand mit dieser mechanischen Verwitterung geht die chemische Verwitterung, d. h. die Veränderung des Stoffes des Gesteins durch die Einwirkung von Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser. Reine Kalksteine und Dolomite, Anhydrit und Gips, Salz und Mineralien werden durch kohlensäurehaltiges Wasser vollständig aufgelöst und fortgeführt. Von den anderen Mineralien werden nur einige Bestandteile gelöst, während ein unlöslicher Rest als Verwitterungserde zurückbleibt und unter Umständen der Abschwemmung verfällt. Diesen Prozesse unterliegen vor allem die tonerdehaltigen Silikatgesteine, die neben den Kalksteinen einen Hauptbestandteil der Kruste bilden.

Nicht unwichtig ist endlich die organische Verwitterung, also jene Art von Verwitterung, die durch Pflanzen und Tiere bewirkt wird. In lebendem Zustande vermögen die Wurzeln der Pflanzen kraft ihrer Säuren dem Gestein mineralische Bestandteile zu entziehen und es so zu lockern. Beim Absterben der Pflanzen entwickeln sich Zersetzungsprodukte, die ebenfalls zersetzend auf das Gestein wirken. Bäume sprengen durch ihre tief-treibenden Wurzeln das Gestein, Regenwürmer lockern den Boden auf und bereiten so den Verwitterungskräften neue Bahnen.

In dieser Weise arbeiten Temperaturschwankungen, Spaltenfrost, auflösende Tätigkeit des Wassers und Organismen unanfällig an der Lockerung und Zerstörung der Felsen. Sie würden Gipfel, Kämme und Abhänge der Gebirge mit einer bleibenden, dicken Verwitterungsdecke, die jeder weiteren Verwitterung ein Ziel setzen würde, überziehen, wenn nicht andere Kräfte hinzukämen, die den losen Verwitterungsschutt fortschaffen. Da gerät einmal der Verwitterungsschutt durch die Schwerkraft ins Rutschen. Dann schaffen Regengüsse, Lawinen und die Schneeschmelze die Schuttmassen talabwärts. In Form von großen Katastrophen werden die losen Schuttmassen durch Bergstürze zu Tal gefördert. Der lose Verwitterungsschutt sammelt sich so teils in Form von Schutthalden am Fuße der Gebänge, wo er dem weiteren Transport entgegensteht, an, teils wird er vom fließenden Wasser und den Gletschern fortgeführt. Denn nicht nur das fließende Wasser und die Verwitterung arbeiten an der Abtragung und Zerstörung der Gebirge, sondern auch die Gletscher sind Zerstörer des Gebirges.

Der Vorgang der glazialen Erosion besteht einmal in einem Abglätten und Abschleifen der ursprünglich rauen Oberfläche, der Erzeugung typischer Gletscherschliffe durch den in dem Gletscher eingebackenen Schutt: das ist die schleifende, polierende Tätigkeit des Gletschers. Sie darf nicht gering angeschlagen werden. Berechnungen, die auf Grund von in Gletscherwasser mitgeführtem Schlamm angestellt wurden, haben ergeben, daß der Gletscher zur Beseitigung eines Meter Felsens 1600 bis 4000 Jahre braucht. Dazu tritt aber eine zweite Wirkungsart der Gletscher, die splitternde, ausbrechende, an Stellen, wo das Eis in den Fugen der Felsen anpacken kann. Eine dritte Wirkungsart des fließenden Eises ist die sprengende Tätigkeit des Spaltenfrostes. Die Versuche von Blümcke und Finsterwalder haben zu dem Ergebnisse geführt, daß innerhalb eines Gletschers jeder Teil diejenige Temperatur hat, die dem Schmelzpunkte unter dem jeweilig herrschenden Drucke entspricht. Jede geringe Druckerhöhung muß daher zu teilweiser Schmelzung, jede Druckerniedrigung zum Gefrieren führen. Da nun bei einem Gletscher, der bald in breiter Bette, bald in einer Enge fließt, bald viel Nachschub erhält, bald wenig, an dem tiefe Spalten entstehen und sich wieder schließen, häufige Druckschwankungen nur natürlich sind, so muß auch die Sprengwirkung auf den Gletscherboden überaus häufig auftreten.

Im großartigsten Maßstabe kam die Gletscher-Erosion in der Eiszeit zur Entfaltung. Die Erosion der Gletscher der Eiszeit war es, die den Hochgebirgen der Erde die ihnen so eigentümlichen Formen gab, die Schrofen, Grate und Zacken, die Talstufen, Seen und Wasserfälle. Die Eiszeit war es, die auch aus den voreiszeitlichen Mittelgebirgsformen unserer Alpen die herrlichen alpinen Formen schuf. Weit in die Täler hinab, bis in das Vorland hinaus, flossen da die Gletscher. Da schufen sie aus den V-förmigen, steilwandigen Erosionsflüßern abgerundete, U-förmige Tröge mit steilen Seitenwänden und ebenen, breiten Böden. Die diluvialen Gletscher schufen ferner

die Gefällsknickungen der Täler, die *Talstufen*. Ebenso sind die *Hängeltäler*, die mit dem Haupttale nicht in gleicher Sohle mündenden Nebentäler, eiszeitlicher Entstehung. Der mächtige Gletscher des Haupttales konnte stärker erodieren, als der Gletscher des Nebentales, und schuf so eine *Übertiefung* des Haupttales. Die Übertiefung findet sich in allen Alpentälern; am schönsten im Gebiete der Salzach. Die meisten ihrer Tauern-Nebentäler münden mit großartigen Steilstufen in das übertiefte Haupttal. Sie werden von den Flüssen zum Teile in herrlichen Klammern durchschnitten, zum Teile in Form von Wasserfällen passiert. Den schönsten Schmuck der Alpen, die *Seen*, verdanken wir ebenfalls den eiszeitlichen Gletschern, die überall Felsenwannen schufen und durch *Moränen* Becken abdämmten. In der Hochregion der Gebirge erzeugten die Gletscher die *Kare*, tief im Gehänge eingefressene Nischen, deren ebener Boden sich scharf von den steilen Hinter- und Seitenwänden sondert. Oft liegt eine ganze Reihe von Karen in ungefähr gleicher Höhe nebeneinander, so daß der Kamm, von beiden Seiten bedrängt, in einen scharfen Grat umgewandelt wird. So sehen wir: Was die Alpen an Gebirgsschönheiten besitzen, verdanken sie der Eiszeit. Erst diese hat aus dem einförmigen Mittelgebirge ein Hochgebirge mit scharfen Graten und tief eingeschnittenen Trögen, mit Seen, Wasserfällen, Schluchten und Klammern erzeugt. Gegenwärtig sind fließendes Wasser und Verwitterung überall tätig, um die von den Gletschern erzeugten Formen zu zerstören.

Die geschilderten gebirgszerstörenden Kräfte, die Verwitterung, das fließende Wasser, der Gletscher, wirken nun unaufhörlich an der Abtragung und Zerstörung der Gebirge. Dabei werden die Kämme und Wasserscheiden der Gebirge mehr und mehr erniedrigt, bekommen die Abhänge derselben immer flachere Böschungen. Die Flüsse werden zahmer, Gefällsbrüche, wie Stufen, Klammern, Wasserfälle, Stromschnellen, treten immer mehr zurück. Aus dem Hochgebirge entsteht ein typisches Mittelgebirge. Auch unsere Alpen gehen diesem Schicksale entgegen; auch sie werden einst ihre so herrlichen Formen mit den weit weniger reizvollen Mittelgebirgsformen vertauschen müssen. Ihr Schicksal ist ihnen in den deutschen, französischen und englischen Mittelgebirgen vorgezeichnet. Denn diese sind die Ruinen der durch die zerstörenden Kräfte abgetragenen Alpen der Steinkohlenzeit. Allein den Alpen, sowie allen Gebirgen droht ein viel härteres Schicksal: das Schicksal vollkommener Vernichtung. Schweden und Finnland sind heute flachwellige Landschaften. Es war jedoch nicht immer so. Denn der aus archaischem Gestein aufgebaute Boden dieser Länder ist stark gestört, besteht aus abgetragenen Sätteln und ausgefüllten Mulden. Es ist kein Zweifel: Schweden und Finnland trugen einst Hochgebirge, die bis auf die Fundamente abgetragen wurden. Die Verwitterung, die Flüsse und die Gletscher vermögen im Verlaufe von Jähren aus dem zunächst zu einem Mittelgebirge abgetragenen Hochgebirge ein ganz flachwelliges Gelände zu schaffen, das unmerklich zum Quellgebiete ansteigt. Ein derartiges Endprodukt gewaltigster Zerstörung nennt man eine *Fastebene* oder ein *Peneplain*. Allein noch eine andere Kraft vermag eine

derartige totale Umformung von Gebirgen in Flachländern zu bewirken: dies ist die Brandungswelle. Die Welle läuft gegen eine Steilküste mit gewaltiger Kraft an und lockert deren Gefüge. Herabgefallene Blöcke benützt sie als förnliche Sturmböcke gegen das Steilufer und greift es so heftig an. Der Untergrund der Steilküsten wird unterhöhlt; die oberen Schichten stürzen nach, so daß das Steilufer immer weiter landeinwärts rückt. Ist die zerstörende Arbeit der Brandungswelle, die *Abrasion*, mit einer Senkung des Landes verbunden, so vermag sie weite Strecken des Landes gleichsam abzuhebeln und in schrägliegende Ebenen zu verwandeln. Durch Hebung kann dann diese marine Destruktionsfläche wieder zutage treten. Eine derartige Abrasionsfläche haben wir z. B. im Rheinischen Schiefergebirge vor uns.

So sehen wir also, daß auch unsere so stolzen und scheinbar für alle Ewigkeit aufgebauten Hochgebirge vergänglich sind. Allein die zerstörenden Kräfte sollen nicht gänzlich triumphieren! Ungeheure Schlammassen von Kalk, Ton tragen die Flüsse als Zerstörungsprodukte der Gebirge ins Meer. Dort bauen sich die Urtiere, Muscheln, Schnecken aus diesen Schlammassen ihre Hartteile, wie Schalen, Gerüste, auf. Die Tiere sterben ab — ein un-aufhörlicher Regen von Millionen und Millionen von Hartteilen abgestorbener Muscheln, Schnecken und Urtiere geht auf den Meeresboden nieder, der hier im Laufe geologischer Zeiträume einen mächtigen Schichtenkomplex bildet. Eines Tages ergreift ihn die gebirgsbildende Kraft und ein neues Gebirge entsteigt den Fluten des Meeres. Nichts gibt es auf dieser Welt Ewiges; ewig ist nur der Wechsel. Das lehrt uns auch die heutige Betrachtung über das Werden und Vergehen der Gebirge. (Huditz.)

Am 3. Dezember 1915 sprach Dr. Hans Angerer über „**Weltwirtschaftsziele**“.

Der Vortragende führte zunächst die gewaltigen Veränderungen in Verkehr und Wirtschaftsumsatz an, den das 19. Jahrhundert gebracht hat. Im Seeverkehre sind von markanten Daten auf dem Entwicklungswege der Weltwirtschaft Fultons erste Raddampferfahrt auf dem Hudson (1807), die erste Dampferfahrt der „Savannah“ über die Atlantis in 26 Tagen (1819), wobei noch Segel mitverwendet wurden, die erste reine Überseedampferfahrt des „Sirius“ (1838), die Gründung der Cunard-Linie (1840), die Erfindung der Schiffsschraube durch den österreichischer Ressel zu nennen, bis es zum Bau der heutigen Riesendampfer kommt, durch welche die Überfahrtszeit von Europa nach Amerika auf fünf bis sechs Tage herabgesetzt ist und in denen die Last von viertausend Menschen und die Fracht von etwa hundert Lastzügen zu je dreißig Güterwagen auf einmal befördert werden kann. In ähnlicher Weise ist die Entwicklung der Landverkehrsverhältnisse seit den ersten Eisenbahnbauten (Liverpool—Manchester 1825, Nürnberg—Fürth 1835, Kaiser Ferdinand-Nordbahn Wien—Krakau 1836) bis zu dem heutigen Weltschienennetze von etwa einer Million Kilometer ins Ungeheure gestiegen. Ebenso gewaltig hat sich der Briefverkehr durch die neuzeitliche Post (Gründung des Weltpostvereines 1874) gesteigert. Telegraph, Kabel, Fernsprechwesen über-