



Der geologische Bau der Julischen Alpen und die Laibacher Erdbeben.

Von Prof. Dr. R. Hoernes.

(Vortrag, gehalten in Laibach am 10. Dezember 1904.)

Ein herrliches Hochgebirge, die Alpen, schmückt die Mitte unseres Weltteils. Jährlich durchziehen es Scharen von Forschern, um in wett-eifernder Anstrengung sein Gefüge zu ergründen, wenn man aber einen unter ihnen fragt, wie denn wohl die Alpen entstanden sein mögen, so muß zugestanden werden, daß in den letzten Jahrzehnten zwar eine große Anzahl von Stücken des Baurisses mit großer Gewissenhaftigkeit festgestellt worden ist, daß aber über das Wesen der auftürmenden Kraft noch sehr widerstreitende Meinungen bestehen. Diese Worte, mit welchen *Eduard Sueß* vor dreißig Jahren sein Buch «Die Entstehung der Alpen» begann, haben auch heute noch und vielleicht in erhöhtem Maße Geltung. Denn derjenige, welcher aus den erweiterten Darlegungen des Altmeisters *Sueß* in seinem «Antlitz der Erde», aus der Darstellung, welche die Ostalpen vor kurzem durch *C. Diener* in «Bau und Bild Österreichs» fanden und aus den in letzter Zeit von *Lugeon* und *Termier* geäußerten Ansichten über die großen Überschiebungen in den Karpathen und Alpen eine Meinung über die Entstehung der letzteren zurechtlegen wollte, müßte bekennen, daß der Widerstreit der Meinungen heute womöglich noch schärfer zutage tritt wie vor dreißig Jahren. Damals betonte *E. Sueß* die Einseitigkeit und Selbständigkeit der einzelnen Zweige des Alpensystems und trat der alten Meinung eines symmetrischen Baues der Ostalpen, welcher durch die Hebung einer kristallinen Achse verursacht worden sein sollte, entgegen. Heute behauptet *Diener* in Übereinstimmung mit ähnlichen, von *Bittner*, *Tietze* und *Löwl* geäußerten Ansichten, daß der Bau der Ostalpen auf keine Weise die Annahme der Entstehung seines Faltenwurfes durch einen einseitigen Schub zulasse, sondern nur durch einen Zusammenschub zwischen zwei starren Schollen erklärt werden könne. Die eine dieser starren Schollen sei das böhmische Massiv, die andere will er in der heute versunkenen «Adriatis» erblicken. Ohne darauf einzugehen, daß

dieser Vergleich zwischen der in ihrer geologischen Geschichte und in ihrer ektonischen Wirkung auf die Alpen nicht leicht zu erfassenden Adriatist und dem in seiner Rolle als starres, die Leitlinien der Alpen beeinflussendes Widerlager seit langem klar erkannten böhmischen Massiv beträchtlich hinkt, soll hier nur daran erinnert werden, daß die neuesten Ansichten *Dieners* im wesentlichen auf die alte Meinung *Elie de Beaumonts* zurückkommen, nach welchem die Gebirgsketten jenen Teilen der Erdrinde entsprechen, deren horizontale Ausdehnung durch ein «*écrasement transversal*» verringert worden ist, wobei die beiderseits vorliegenden Ebenen mit den Backen eines Schraubstockes verglichen wurden.

In keiner Richtung tritt die Verschiedenheit zwischen den Auffassungen von *Sueß* und *Diener* so scharf hervor, wie in jenen Erörterungen, die sich auf den Bau der Südalpen beziehen. *Diener* selbst huldigte früher (noch 1899 in einer in Petermanns Mitteilungen veröffentlichten Abhandlung über den Bau der Ostalpen) der durch *Sueß* vertretenen Ansicht, daß die Südalpen mit den westlichen Ausläufern des dinarischen Systemes durch eine südwärts gerichtete Bewegung von dem Hauptstamme der Ostalpen abgetrennt worden seien und ein selbständiges, südwärts bewegtes Faltengebirge darstellen; jetzt aber verwirft er diese Meinung und tritt zumal dem von *Sueß* im dritten Bande seines «*Antlitz der Erde*» ausgesprochenen Gedanken entgegen, daß die südlichen Kalkalpen den Dinarischen angehören und durch einen ununterbrochenen, mehr als 400 Kilometer langen und auf beträchtliche Strecken durch Tonalitintrusionen gekennzeichneten Gürtel von Dislokationen von den Alpen getrennt seien.

Für das jugendliche, vielleicht sogar tertiäre Alter der tonalitischen Intrusionen des periadriatischen Randbogens vom Adamello bis zum Bacher ist zuerst *W. Salomon* in einer 1897 in Tschermaks Mitteilungen veröffentlichten Abhandlung eingetreten. Näher auf seine Darlegungen einzugehen ist hier nicht der Ort; wir wollen nur einen Blick auf das östliche Ende des periadriatischen Randbogens werfen, wie es *Sueß* im dritten Bande seines «*Antlitz der Erde*», S. 442, zur Darstellung bringt. Wir erkennen hier, daß das Bachergebirge den südöstlichen Eckpfeiler der Zentralzone der Alpen darstellt, welcher mit der die nördliche und südliche Triasentwicklung scheidenden Tonalitzone nichts zu tun hat. Der Kalkzug der nördlichen Karawanken bricht hier bei Windischgraz quer ab und dem Bruche sind Gosauablagerungen angelagert, es müssen also hier zur Zeit der oberen Kreide schon ähnliche Verhältnisse geherrscht haben wie heute. Auf die durch *Frech* und *Teller* dargelegte Zusammensetzung des karnischen Gebirges aus verschiedenartigen und verschieden alten Elementen soll hier nicht weiter eingegangen werden, ebensowenig als auf die Ansicht *Frechs*, nach welcher das paläokarnische, zur Karbonzeit aufgerichtete Faltengebirge vorbedingend für die Gestaltung der später gebildeten Südalpen gewesen sei.

In den karnischen Ketten ist die faltende Bewegung nach Nord gerichtet, schon das ältere karnische Gebirge ist heftig gegen Nord gefaltet, die archaischen Gesteine des Gailtalzuges zeigen diese Bewegungsrichtung ebenso wie die Karawanken und die karnische Hauptkette. Es erstreckt sich diese Bewegungsrichtung aber teilweise noch etwas weiter nach Süden über die dinarische Grenze und es sind längs dieser Grenze am Nordrande des periadriatischen Gebietes dinarische Schichtreihen nach Norden überschoben, während sonst im dinarischen Gebiete treppenförmige Senkung gegen die Adria und das Streben nach Überschiebung in derselben Richtung herrschen. Die große Kalkmasse der Steiner Alpen zeigt an ihrer Nordseite die Wirkung der Bewegung gegen Nord; an ihrer Südseite aber ist sie gegen Süden überschoben und die Trias liegt auf einer überstürzten Serie von tertiären Ablagerungen. Diese Bewegungen können offenbar nicht gleichzeitig eingetreten sein. *Suess* meint, daß die Steiner Alpen als eine ziemlich starre Masse einmal nach Nord und ein andermal nach Süd bewegt worden seien, daß die nach Süd gerichtete periadriatische Bewegung die jüngere sei und die nach Nord gerichtete karnische wahrscheinlich älter als der Querbruch von Windischgraz, welchem die Gosau angelagert ist.

Die Steiner Alpen erheben sich am nördlichen Rande des großen Einbruchsfeldes von Laibach, das uns als Ausgangsstelle so häufiger und heftiger Erderschütterungen besonders interessiert. Es stellen die Steiner Alpen die östliche Fortsetzung der Julischen Alpen dar, von welchen sie durch einen später erfolgten Einbruch zwar getrennt sind, mit denen sie aber gleichartige Zusammensetzung und gleichartigen Aufbau teilen. Die Julischen Alpen sind scharf durch einen großen Bruch, den wir mit *Frech* als Save-Linie bezeichnen wollen, von der karnischen Hauptkette geschieden. Während die letztere intensiv gestört und gefaltet ist, stellt die Triasregion der Julischen Alpen eine vergleichsweise ruhig gelagerte Scholle dar, die wir uns allerdings nicht als eine ganz flach gelagerte Tafel vorstellen dürfen. Vor allem treffen wir Aufrichtung und Steilstellung der Schichten in größerer Ausdehnung am Nordrand der Julischen Alpen in den tieferen Gliedern der Trias, aber auch im Innern des Gebirges, in den weit über 1000 Meter mächtigen Dachsteinkalkmassen ist stellenweise steile Schichtstellung zu beobachten. *Diener*, dem wir die genauere Kenntnis der Julischen Alpen verdanken, die er 1884 im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt monographisch behandelte, schreibt gerade einer solchen energischen antiklinalen Aufrichtung die gewaltige, die benachbarten Gipfel wesentlich überragende Höhe des Triglav (2864 m) zu. Die weitaus überwiegenden Störungen in den Julischen Alpen aber sind Senkungsbrüche. Staffelförmig bricht das Triasgebirge gegen den nördlichen Teil des Senkungsfeldes von Laibach ab und auch im Innern der Julischen Alpen begegnen wir grabenartigen Einbrüchen, wie dem Flitscher Kessel. Teilweise

hängen die lokalen Aufquetschungen tieferer Schichten gerade mit den Senkungsbrüchen zusammen. Im großen und ganzen aber ist der Bau der Julischen Alpen ein einfacher und das berühmte Triasprofil von Raibl erschließt uns eben wegen der nur durch untergeordnete Brüche in kaum nennenswerter Weise gestörten Einheitlichkeit der von der Schlitzza durchschnittenen Gebirgsscholle die ganze Schichtserie der dinarischen Trias, wie sie in gleicher Vollständigkeit und zugleich überaus leichter Zugänglichkeit kaum an einer anderen Stelle der Südalpen angetroffen wird. Die Schichten fallen in diesem großartigen und ungemein lehrreichen Profil insgesamt nach Süden, aber um so flacher je weiter nach innen und aufwärts. Während die untersten, den permischen Ablagerungen folgenden Triasbildungen, die Werfener Schichten, die bunten Konglomerate, die dunklen, Pflanzenreste bergenden Tuffe von Kaltwasser, die Einlagerung des felsitischen Raibler Porphyrs unter den erzführenden Kalk des Königsberges noch ziemlich steil nach Süden einschließen, sehen wir in den höheren Teilen des Profils in dem auf den mächtigen erzführenden Kalk folgenden Fischschiefer der Raibler Scharte, den darauf folgenden eigentlichen Raibler Schichten und den von ihnen durch den Zwischendolomit getrennten Torer Schichten ein zwar stetig nach einer und derselben Seite geneigtes, aber immer flacher werdendes Fallen, bis endlich der Dachsteinkalk, der die stolzen Zinnen des Hochgebirges, den Mangart, Wischberg, Canin, Montasio usw., bildet, nahezu horizontal gelagert ist. Heute kann ein Zweifel an der normalen Schichtfolge des ganzen, durch *Sueß* 1867 geschilderten Profils, wie er 1868 durch *Stur* geäußert wurde, nicht mehr zutage treten.

Stur nahm irrig in der Gegend von Kaltwasser eine größere Störung an und erklärte demzufolge den doleritischen Tuff und die Sandsteine von Kaltwasser für gleichalterig mit dem Fischschiefer der Raibler Scharte, obwohl in Wahrheit diese Fischschiefer auf dem erzführenden Kalk ruhen, während die Schichtfolge von Kaltwasser ihn unterlagert. Der erzführende Kalk des Königsberges entspricht dem Schlerndolomit Südtirols, die Kephelopodenfauna des Fischschiefers von Raibl gleicht, wie *v. Mojsisovics* gezeigt hat, jener der Schichten von St. Cassian (Zone des *Trachyceras Aon*), in den tuffigen Schichten von Kaltwasser aber haben wir es mit der Vertretung der Buchensteiner Schichten zu tun. Es bleibt also kein Zweifel weder an der normalen Lagerung, noch an der Deutung der Schichten übrig. An dem ganzen Nordrande der Julischen Alpen, dem Laufe der Fella und Save entlang kann man die Riffzone des erzführenden Kalkes mit den Tuffsandsteinen im Liegenden und den Raibler Schichten im Hangenden als Fußgestell der höheren Dachsteinkalkmassen hinziehen sehen. Östlich vom Pischenzatal aber sind die Raibler Schichten nicht mehr als Mergel entwickelt und im Triglavstock und weiterhin nach Osten macht sich eine einheitliche Kalkentfaltung bemerkbar. Die gleiche Ausbildung

eines mächtigen, einheitlichen und gerade wegen des Fehlens einer kalkarmen Ausbildung im Niveau der Raibler Schichten schwierig zu gliedernden Kalkkomplexes tritt uns auch in der östlichen Fortsetzung der Julischen Alpen, in den Steiner Alpen, entgegen. Nur am Südabhang der Ojstrica werden die einförmigen Kalkablagerungen der letzteren durch eine Einlagerung kephalopodenführender Kalkschiefer des Wengener Horizontes unterbrochen. Auch im Gebiete der Steiner Alpen treten, um die Analogien mit den Julischen Alpen zu vervollständigen, Eruptivgesteine der Trias auf: die Quarzporphyre des Vellach-, Kanker- und Feistritztales, welche *Teller* als Äquivalente der Porphyre von Raibl betrachtet. Auf die Ähnlichkeit der Berg- und Talformen der Steiner Alpen und des Zentralstockes der Julischen Alpen soll hier nicht weiter eingegangen werden. Beide, Sanntaler oder Steiner und Julische Alpen bilden offenbar einen ursprünglich einheitlichen Gebirgstheil, dessen Zusammenhang heute durch eine tiefer eingesunkene Scholle, welche der Senkung von Laibach entspricht, unterbrochen erscheint. Wir haben aber eigentlich zwei Senkungsfelder: zwei Niederungen, welche durch einen Hügelzug von karbonischen Schiefern und Sandsteinen getrennt sind. Das Kastell von Laibach steht auf einem dieser Hügel zwischen den beiden Niederungen, die sich deutlich als Einbruchsfelder kennzeichnen durch die Art und Weise, in welcher die Falten und Störungen der umgebenden Gebirgsteile an sie herantreten und plötzlich enden. Von dem Senkungsgebiete von Laibach sind wiederholt heftige Erderschütterungen ausgegangen, welche in der Umgebung der Landeshauptstadt zerstörend wirkten, Laibach selbst oft hart heimgesucht haben und sich auf gewaltigen Flächen in- und außerhalb der Alpen fühlbar machten. Das gewaltige Beben, das Laibach in der Osternacht vom 14. zum 15. April 1895 erschütterte, ist noch in frischer Erinnerung. Dieses Beben ist aber nur eines von den vielen, die in früherer Zeit von der Laibacher Senkung ausgingen und die manchmal, wie jenes vom Jahre 1511, noch ungleich größere Schäden im Lande Krain und in seiner Hauptstadt anrichteten.

Die Laibacher Beben können aber nur im Zusammenhange mit den in der nördlichen Umgebung der Adria so häufig auftretenden periadriatischen Erschütterungen richtig beurteilt werden. Die ganze Tektonik des dinarischen Gebietes der Südalpen wird von der im geologischen Sinne sehr jungen Senkung der Adria beherrscht. Das erste Aufleben der periadriatischen Brüche mag allerdings in eine ziemlich ferne Zeit zurückreichen, in jene noch nicht mit erwünschter Genauigkeit festgestellte Epoche, aus der die Narbe des großen tonalitischen Randbogens stammt. Daß später, zur Tertiärzeit, wiederholte größere Störungen erfolgten, lehrt uns als naheliegendes Beispiel die geologische Geschichte der Steiner Alpen. Ihre Triaskalkmassen müssen schon vor der mittleren Oligozänzeit eine Zerstückelung durch teilweise Einbrüche erlitten haben, sonst könnte die Ingression der

marinen Ablagerungen der Gomberto-Schichten zwischen Menina und Rogac, ja bis ins Innerste der Triaskalkmassen ins Feistritzthal nicht eingetreten sein. Am Beginne der Miozänzeit erfolgten neue, gewaltige Dislokationen, durch welche die Bruchspalten aufgerissen wurden, die das Zutagetreten der andesitischen Laven des Smrekovz-Gebietes ermöglichten. Neue und noch größere Störungen, Faltungen und Überschiebungen erfolgten aber nach Ablagerung der jüngeren Tertiärgebilde, denn in dem östlich von den Steiner Alpen gelegenen steirischen Hügellande finden wir in der Umgebung von Tüffer selbst sarmatische Ablagerungen von den gebirgsbildenden Bewegungen mit beeinflusst. Daß dieselben im ganzen dinarischen Gebiete hauptsächlich durch treppenförmiges Absinken und Überschiebung gegen die Adria bestehen, wurde bereits erwähnt. Diese Senkungsvorgänge haben erst in sehr später Zeit die nördliche Adria dem Mittelmeere hinzugefügt und daß sie heute noch andauern, darüber belehren uns die Erderschütterungen, welche im periadriatischen Gebiete überaus häufig sind.

In meinen 1878 im Jahrbuche der Wiener geologischen Reichsanstalt veröffentlichten »Erdbebenstudien« habe ich zu zeigen versucht, daß dieses Gebiet sehr häufig von Erschütterungen heimgesucht wird, die bald von peripherischen, bald von radialen Bruchlinien ausgehen. Auf einer peripheren Bruchzone fand 1870 vor und nach dem zerstörenden Beben von Klana in Istrien ein ähnliches Wandern der Stoßpunkte statt, wie bei den Beben Calabriens im Jahre 1783, deren Zusammenhang mit einer die tyrrhenische Senkung umgebenden Bruchzone *Eduard Sueß* in seiner 1874 veröffentlichten Monographie der Erdbeben Unteritaliens nachwies. Hier wie dort finden aber auch auf Radiallinien, die höchstwahrscheinlich quere Abgrenzungen der sinkenden Schollen darstellen, heftige Erschütterungen statt, wie das zerstörende Beben von Belluno 1873, dessen Zusammenhang mit Querbrüchen *A. Bittner* zeigte. In der meinen Erdbebenstudien beigegebenen Karte des Bebens von Belluno und der Stoßlinie des großen Villacher Bebens vom Jahre 1348 habe ich auch etliche hypothetische Radiallinien verzeichnet, darunter eine, die von Triest über Adelsberg gegen Littai gezogen wurde und wohl besser direkt Triest mit Laibach verbunden hätte, denn beide Städte wurden gar oft zugleich von heftigen Erderschütterungen heimgesucht. Das Beben vom 24. und 26. März 1511 mag hier als bestes Beispiel angeführt sein. Es war, wie zumal *P. v. Radics* durch Sammlung der bezüglichen Nachrichten nachgewiesen hat, eines der heftigsten, von welchen Krain und seine Landeshauptstadt heimgesucht wurde. Laibach büßte acht Türme und einen Teil der Ringmauern ein, auch das Landhaus kam zum Einsturz. In Triest fielen zwei Tortürme und die Einwohner flüchteten vor dem anschwellenden Meer, so daß die Venetianer den Hafen einzunehmen suchten, aber mit Verlust zurückgeschlagen wurden. Diese Erschütterung pflanzte sich aber in heftigster

Weise quer durch die ganzen Alpen und noch weithin darüber hinaus fort: in Wien wurde der Stephansturm beschädigt, ein großer Teil von Böhmen und Mähren fühlte eine heftige Erschütterung, in Olmütz stürzten Gebäude ein und der Leitmeritzer und Schlaner Turm sollen bewegt worden sein wie eine Wiege, ohne jedoch beschädigt zu werden.

Dieses Beben vom Jahre 1511 gibt demnach ein gutes Beispiel für die weite Fortpflanzung eines heftigen Erdbebens auf Bruch- und Störungslinien von ungleicher tektonischer Bedeutung: eine in Bewegung gesetzte Scholle der Erdrinde teilt dieselbe der benachbarten mit und die Bewegungen machen sich auf weite Distanzen an den Abgrenzungslinien der Schollen bemerkbar. So scheint gerade die dem östlichen Abbruche des Wiener Waldes folgende Thermallinie von Wien sehr häufig von dem Nordrande der Adriasenkung ausgehende periadriatische Bewegungen mit großer Intensität nach der österreichischen Reichshauptstadt zu leiten.

Auch das Laibacher Beben vom Jahre 1511 gibt hiefür ein gutes Beispiel. Möge es uns erspart bleiben, die zerstörenden Folgen eines ähnlichen Ereignisses durch eigene Anschauung kennen zu lernen!

Wieder durch die ganze Alpen und nach ostliche Länder hin
1811: in Wien wurde der Stephansdom beschlachtet, ein großer Teil von
Lilien und Lilienblüten eine heilige Krönung in Oesterreich
Gedächtnis und die Leinwand und Silberne Tücher sollen
werden sein wie eine Krone, denn jedoch beschaffen zu werden.

1812: Letzt vom Jahre 1811 gab demnach ein ganz Neues
die erste Krönung eines heiligen Reiches und Krone und Krone
Lilien von goldener und anderer Krönung: die in Krönung ge-
samt Schicksal der Krönung von Krönung der Krönung mit auf die
Krönung machen sich auf Krönung an den Krönung
des Reiches Krönung 20 Jahren Krönung der Krönung Krönung
des Wiener Kaiserlichen Krönung von Wien sehr Krönung von dem
Krönung der Krönung Krönung Krönung Krönung Krönung
Krönung Krönung nach der Krönung Krönung Krönung Krönung
Krönung Krönung nach der Krönung Krönung Krönung Krönung

Auch die Krönung Letzt vom Jahre 1811 gab demnach ein ganz
Hilfslid: es war Krönung Krönung, die Krönung Krönung Krönung
Krönung Krönung durch Krönung Krönung Krönung Krönung