

Landesmuseum

downloaded from www.biolib.cz on 11/11/2015

I 11049





1

ERDBEBEN-THEORIE

RUDOLF FALB'S

und ihre wissenschaftliche Grundlage

kritisch erörtert

Dr. R. Hoernes,

Professor der Geologie an der Universität in Graz.

Mit 5 Abbildungen.

WIEN,
BROCKHAUSEN & BRÄUER.

1881.



L 11049

Spender Prof. H. Commensal

Meinem lieben Freunde und Kollegen

WILHELM GURLITT

gewidmet.

Lieber Freund!

„Ernst ist das Leben,
heiter ist die Kunst!“

Auch die Wissenschaft hat, zum Glück für Diejenigen, die ihr dienen, ihre heiteren Seiten. Du weißt, wie sehr in der letzten Zeit geistige und körperliche Unannehmlichkeiten mein Dasein bedrückten, und wie ich aus so mancherlei Gründen nicht leicht in der Lage war, Erheiterung zu suchen. Wenn die angenehme Tischgenossenschaft bei dem durch Sacher-Masoch mit Recht zur Berühmtheit gewordenen „Bierjackl“ geeignet war, mich manche Schmerzen vergessen zu lassen, so gab es doch auch der Stunden viele, in denen mir die eingehende Beschäftigung mit Falb's Erdbebentheorie, welcher die vorliegende Schrift ihre Entstehung verdankt, zur Erheiterung gereichte. Bei dem Antheil, welchen Du an meinen Studien in dieser Richtung nahmst, darf ich hoffen, keine Fehlbitte zu thun, wenn ich Dich ersuche, Dir die Widmung dieses Büchleins gefallen zu lassen, als ein unbedeutendes Zeichen meiner Dankbarkeit für Deine treue Freundschaft in einer Zeit, von der ich hoffe, dass sie bald nur als ein böser Traum in meiner Erinnerung leben wird.

Graz,

am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche 1881.

R. Hoernes.

INHALT.

	Seite
Vorbemerkung	1
I. Unsere Kenntniss vom Inneren der Erde	10
II. Einwirkung des Mondes auf irdische Vorgänge	34
III. Erdbebenstatistik	55
IV. Erdbebenerscheinungen	82
V. Die Contraction des Erdinnern als Ursache der Rinden- runzelung (Gebirgsbildung) und der „Stauungsbeben“	118

Vorbemerkung.

„Mundus vult decipi, decipiatur ergo.“

Der Fortschritt der Wissenschaft geht verschiedene Wege, bald fördert ein einzelnes, hoch begabtes Genie, bald die zusammenwirkende Kraft Vieler, entweder um einen kleinen Schritt oder um einen weiten Raum nach vorwärts. Es kann nicht geleugnet werden, dass bisweilen die anscheinend mühe-lose Arbeit eines Geistestitanen unendlich mehr leistet als die rastlose Thätigkeit Hunderter und Tausender, die angestrengt zur Kenntniss der Wahrheit beizutragen bemüht sind. Es gilt dies von jedem Zweig der Wissenschaft, von den humanistischen, philologisch-historischen Disciplinen so gut als von den exacten, mathematisch-naturwissenschaftlichen. Oft hat sich der Fall ereignet, dass das Genie des Einzelnen, der Begriffsfähigkeit der übrigen Fachgenossen vorseilend, von denselben verkannt, verlacht und verketzert wurde, sobald es eben wagte, neue, von den herrschenden Lehrmeinungen abweichende Ansichten aufzustellen und zu vertreten. Es ist deshalb nicht angezeigt, einer neuen Lehre gegenüber darauf hinzuweisen, dass sämtliche Fachgelehrte sich ihr gegenüber ablehnend verhalten. Der Vertreter derselben wird stets betonen, dass die Zunft-gelehrten ja selbstverständlich gegen Alles Stellung nehmen, was nicht aus ihrem Kreise hervorgegangen ist. In unserem Falle wendet sich der Autor einer neuen „Theorie“, die sich

bei Licht besehen als eine ziemlich haltlose Hypothese herausstellt, an das grosse Publicum, dem gegenüber er sich als der von der Gelehrtenzunft verkannte und verlachte Weise hinstellt, dessen Lehren einst ebenso allgemeine Geltung finden werden, als jene Galilei's und Kepler's.

Ich will nicht untersuchen, aus welchen Gründen Rudolf Falb es verschmäht hat, in angemessener Form seine Theorie der Erdbeben zunächst streng wissenschaftlich zu begründen, ehe er damit auf den Markt des Lebens trat, um (*sit venia verbo*) einen Ausverkauf neuer Lösungen von Problemen zu eröffnen, die zu den schwierigsten gehören, mit welchen sich die Erdkunde beschäftigt; ich habe nur die Absicht zu rechtfertigen, diese Theorie einer eingehenden Kritik zu unterziehen.

Ernste Forscher, die sich mit der Erscheinung der Erdbeben beschäftigten, haben stets ehrlich eingestanden, wie sehr ihr Wesen, ihre Wirkungen und ihr Zusammenhang mit anderen Vorgängen noch in Dunkel gehüllt ist. Auf Veranlassung der Erdbeben-Commission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft hat Professor A. Heim eine Instructionsschrift über Erdbeben und ihre Beobachtung verfasst, welche von dem Standpunkte ausgeht, dass es zur Untersuchung jedes Erdbebens zahlreicher Einzelbeobachtungen von möglichst vielen verschiedenen Orten bedarf. „Der Naturforscher ist hier (sagt Heim) auf die Hilfe der zahlreicheren Freunde der Wissenschaft angewiesen. Er wendet sich nicht nur an seine Fachgenossen, sondern an Jedermann, der Interesse an der Naturbeobachtung nimmt.“ Der Zweck der von Heim veröffentlichten Schrift besteht darin: „diesem weiten Kreis von Freunden der Naturbeobachtung das Wesentlichste bisher über die Erdbeben Bekannte in kurzen Umrissen mitzutheilen, neue solche Freunde zu gewinnen und die Anleitung zu geben, in welcher Weise zur weiteren Förderung unserer Erkenntniss beobachtet werden soll“. — Das in der Schweiz durch Organisation der Erd-

bebenbeobachtung gegebene Beispiel findet allenthalben Nachahmung, und man geht dabei von der Ansicht aus, dass noch lange Beobachtungsreihen nothwendig sind, ehe man die unzweifelhafte Bestätigung oder Widerlegung jener Meinung finden wird, die heute alle namhaften Geologen theilen: dass Erderschütterungen aus mehrfachen Ursachen entstehen können, und dass, abgesehen von den ganz localen und unbedeutenden Einsturzerscheinungen in Höhlendistricten, hauptsächlich vulcanische Erdbeben und solche, welche mit der Gebirgsbildung oder Rindenrunzelung der Erde zusammenhängen, zu unterscheiden sind.

Diese genaueren, auf umfassende Beobachtungen gegründeten Studien über Erdbebenercheinungen wären ganz überflüssig, wenn Falb's kühne Theorie: „Erdbeben sind unterirdische vulcanische Ausbrüche, hervorgerufen durch die Abkühlungsthätigkeit des Erdinnern und befördert durch die Anziehung von Sonne und Mond“ richtig wäre.

Für Falb „bleibt in der ganzen, so unentwirrbar scheinenden Erdbebenfrage kein einziger dunkler Punkt mehr übrig“, ¹⁾ und überflüssig wären demnach alle weiteren Untersuchungen über diese durch den grossen Astronomen, Geologen und Sprachforscher glänzend gelöste Frage. Freilich hat diese Lösung nur in Laienkreisen vielfache Anerkennung gefunden und mancher meiner Fachgenossen wird die Nothwendigkeit nicht einsehen wollen, eine Hypothese, deren Unrichtigkeit durch geologische Thatsachen so klar erwiesen ist, ausführlich zu bekämpfen.

Ferd. v. Hochstetter sagt über die Erdbeben-theorien Perrey's und Falb's Folgendes: „Alexis Perrey in Dijon hat in einer äusserst mühevollen und fleissigen Arbeit nach-

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 275.

zuweisen versucht, dass seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts von ungefähr 10.000 Erdbeben die meisten zur Zeit des Neumondes und Vollmondes stattgefunden, und, darauf gestützt, hat dieser Forscher eine eigene Theorie der Erdbeben gegründet, die Theorie nämlich, dass die Erdbeben durch eine Art Ebbe und Fluth des feurigen flüssigen Erdinnern verursacht werden, eine Theorie, welche auch bei uns ein vielgenannter Erdbebenprophet, wiewohl in modificirter Form, adoptirt und bei den Laien ausserordentlich populär gemacht hat. Auf eine Darlegung und Widerlegung dieser Theorie kann ich heute wohl nicht eingehen, ich muss mich darauf beschränken, zu sagen, dass die Wissenschaft Theorien ablehnt, welche ausschliesslich auf unerwiesenen Hypothesen beruhen, und dass es nicht der Weg der Deduction, sondern jener der Induction ist, auf welchem die Naturwissenschaft nach Wahrheit forscht."¹) — Die Wissenschaft als solche wird wohl durch Perrey's und Falb's Phantasien nicht gestört werden, immerhin ist die allgemeine Verbreitung solcher Irrlehren bedauerlich.

Ich muss zugeben, dass die Worte, welche Goethe dem Thales in den Mund legt:

„Mit solchem Streit verliert man Zeit und Weile
Und führt doch nur geduldig Volk am Seile.“

(Faust II.)

mit viel mehr Recht auf die von Falb aufgeworfene Erdbebenfrage, als auf jene Fehde zwischen Neptunisten und Plutonisten Anwendung finden, die Goethe in der classischen Walpurgisnacht durch Thales und Anaxagoras erörtern lässt. Aus dem Streit zwischen den Neptunisten und Plutonisten hat sich die moderne Geologie entwickelt, wie denn aus jeder

¹) „Ueber Erdbeben, mit Beziehung auf das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880.“ — Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club in Wien am 22. November 1880.

ernstlichen, um der Sache willen geführten Controverse eine Klärung der Ansichten hervorgehen wird. Auch das Erdbebenstudium kann nur gewinnen, wenn die Frage von allen Seiten erörtert wird. Neue, umfassendere und genauere Methoden der Untersuchung und vor Allem allseitige Betheiligung an der Beobachtung der Erdbeben sind nothwendig, wenn die Kenntniss dieser Erscheinung einen wahren Fortschritt machen soll. In diesem Sinne beabsichtige ich zu zeigen, dass man der Wahrheit nicht durch Aufstellung geistreicher aber haltloser Hypothesen, sondern durch ehrliche Arbeit näher kommt, und will auch Jene zur Theilnahme an derselben auffordern, welche sich durch die populäre Form und die gewandte Darstellung der Falb'schen Lehre, durch die angeblich eingetroffenen vorhergesagten Erdstösse und durch die leichtfertigen Urtheile unwissender Zeitungsschreiber haben bestechen lassen.

Ich muss, ehe ich auf die Sache selbst eingehe, noch eine persönliche Bemerkung machen. Ich weiss, dass Rudolf Falb von der Richtigkeit seiner Ansichten durchdrungen ist und mache ihm, wenngleich er seine Lehre mit der Leidenschaft des Gründers einer Religionssecte verfiicht und dabei, wohl auch in Folge der populären Form, in die er seine Gedanken zu kleiden gezwungen ist, bisweilen die sonst in wissenschaftlichen Erörterungen üblichen Schranken überschreitet, keinen Vorwurf in dem Sinne, als ob er wissentlich und absichtlich Falsches lehre — ich meine nur, dass er es mit den zur Stütze seiner Ansichten angezogenen Beweismitteln nicht sehr genau nehme, und dieselben zu wenig auf ihre Richtigkeit und Wahrheit untersuche. In diesem Sinne nenne ich Falb's Erdbeben-theorie einen „wissenschaftlichen Humbug“ und beanstände vor Allem, dass Falb keine einzige jener zahlreichen Thatsachen, die gegen seine Theorie sprechen, näher erörtert hat, obwohl von gegnerischer Seite wiederholt auf dieselben hingewiesen wurde.

Einer meiner Freunde (ich vermeide die Nennung des Namens und bemerke nur, dass es kein Fachgenosse, kein Geologe, sondern ein Archaeologe war) bemerkte mir gegenüber, dass es ihm leicht scheine, durch ähnliche kosmisch-geologische Theorien im grossen Publicum Beifall zu erhalten. Er stellte dafür folgendes Recept auf:

§ 1.

Als Grundursache der zu erklärenden Erscheinung empfiehlt es sich, den Mond hinzustellen, dessen räthselhafte Einwirkung auf irdische Vorgänge allezeit, von Naturvölkern sowohl als von hysterischen Frauen, von thessalischen Hexen und von Hunden, die den Vollmond anzubellen gewohnt sind, anerkannt wurde.

§ 2.

Die nöthige Verbindung zwischen Ursache und Wirkung wird auf dem Wege der Statistik hergestellt, da die wenigsten Leute derselben auf die Finger sehen und das Material prüfen, aus welchem die Ziffercolonnen, die Percentsätze und die übrigen Beweismittel abgeleitet werden.

§ 3.

Einige mathematische Berechnungen und geometrische Constructionen sind zwar nicht unbedingt nöthig, aber von entschieden vortheilhafter Wirkung, da Niemand die Prämissen genauer prüft, und Jedermann die ziffermässige Richtigkeit bestätigt.

§ 4.

Im Uebrigen muss die Darstellung möglichst populär sein, und es ist gut, wenn man allgemein anerkannte Theorien, z. B. die Laplace'sche und dgl. in anziehender Weise zugleich mit der neuen Lehre vorträgt. Je schwieriger es dem Laien gemacht wird, die alten Wahrheiten und die neuen Irrthümer zu unterscheiden, um so besser — —

Es liegt ein scharfes Verdict in diesem Recept, und ich gebe zu, dass es von Falb nur theilweise verdient ist; an die Anhänger der Falb'schen Lehre aber stelle ich die Frage, ob sie derselben wohl so gern Gehör geschenkt hätten, wenn sie in den betreffenden Darstellungen nicht die oben angeführten Regeln befolgt gefunden hätten. Eine streng wissenschaftliche Darlegung der Falb'schen Lehre hätte ihre unmittelbare Ablehnung zur Folge gehabt; der populären, nur stellenweise von wissenschaftlichem Anstrich gefärbten Darstellung aber dankte sie einerseits ein dankbares Publicum in Laienkreisen, andererseits die Sicherung gegen wissenschaftliche Widerlegung, da die populäre „Theorie“ in Fachkreisen gar nicht ernst genommen wurde. Die Geologie hat viele wunderbare Lehren und Ansichten auftauchen gesehen, ich erinnere an Marenzi's geologische Fragmente, an Mohr's Tang-Kohlenbildung, an Volger's Hohlschichten, an des allezeit exacten Forschers Pfaff Capuzinaden gegen den Darwinismus und die Bildung der Gebirge durch Runzelung der Erdrinde in Folge der Contraction des Erdinneren, an das famose salzfreie Urmeer Kuntze's mit seinen schwimmenden Wäldern von Sigillarien und Lepidodendren, an Fuchs' Bildung des Flysches durch Schlammvulcane; die Autoren aller dieser „Theorien“ haben es jedoch versucht, ihre Meinung wissenschaftlich zu begründen. Ihre Ansichten haben deshalb nur durch sehr kurze Zeit Sensation zu erregen vermocht, und sind bald vom Schauplatz der wissenschaftlichen Thätigkeit verschwunden, ohne dieselbe wesentlich zu beirren. Der populären Form, in welcher Falb zahlreichen Schriften¹⁾ seine Lehre vertrat, und vielleicht noch mehr der journalistischen und rednerischen Thätigkeit, mit welcher er die Wirkung seiner Werke unterstützte, dankt

1) „Grundzüge zu einer Theorie der Erdbeben und Vulcanausbrüche.“ 1869. „Gedanken und Studien über den Vulcanismus.“ Graz 1875. „Von den Umwälzungen im Weltall.“ Wien 1881.

es seine „Erdbeben-theorie“, dass sie so vielfach Anerkennung fand, wenn auch nur in Kreisen, die zunächst nicht im Stande waren, ein competentes Urtheil über die Frage abzugeben. Die Falb'sche Lehre vermochte um so eher durchzudringen, als gegentheilige populäre Darstellungen nicht vorhanden waren. Auch in der Wissenschaft aber gilt der goldene Spruch „audiatur et altera pars“. — Indem ich Jene, welche weiter in das Studium der Erdbebenerscheinungen einzudringen wünschen, auf die reiche Literatur verweise, welche in den letzten Jahren auf diesem Gebiete sich entfaltete, und die monographischen Darstellungen von A. Bittner, H. Credner, A. Heim, H. Hofer, E. Suess u. s. f. der eingehenden Beachtung empfehle, will ich es an dieser Stelle versuchen, jene Gründe geltend zu machen, die gegen Falb's Erdbeben-theorie sprechen.

Es soll dies in einer Reihe einzelner Betrachtungen oder Studien geschehen, in welchen ich den Widerspruch zwischen den Thatsachen und Falb's Behauptungen klar zu erweisen hoffe.

In dem ersten Capitel beabsichtige ich zu zeigen, dass unsere Kenntnisse vom Inneren der Erde derzeit noch ziemlich gering sind, und wir uns keine sichere Vorstellung von den Verhältnissen machen können, die in sehr grosser Tiefe herrschen, dass jedoch zahlreiche Gründe dafür sprechen dass ein glühend-flüssiges Erdinnere, wie es die Perrey-Falb'sche Hypothese voraussetzt, gar nicht existirt.

Im zweiten Capitel soll gezeigt werden, dass die Einwirkung des Mondes auf irdische Vorgänge von Falb um Vieles übertrieben wurde, und dass durch die Mond- und Sonnen-Constellationen, sowie durch die übrigen Fluth-factoren keine wesentliche Einwirkung auf die feste Erdrinde, oder das Erdinnere, sei es flüssig oder fest, verursacht werden könnte.

Im dritten Capitel soll die Ungenauigkeit der Falb'schen Erdbeben-statistik nachgewiesen und gezeigt werden, dass

aus der Häufigkeit der Erdbeben kein Beweis im Sinne seiner Lehre abgeleitet werden kann.

Im vierten Capitel sollen die Erdbebenercheinungen näher beleuchtet und die Nichtübereinstimmung der Thatsachen mit der Fluththeorie, sowie die Nothwendigkeit, verschiedene Ursachen für verschiedenartige Erdbeben anzunehmen, dargethan werden.

Endlich werde ich im fünften Capitel die Contraction des Erdinnern als Ursache der Rindenrunzelung (Gebirgsbildung) und der „Stauungsbeben“ besprechen.

I.

Unsere Kenntniss vom Inneren der Erde.

„Nichts Gewisses weiss man nicht.“

Nach seiner eigenen Darstellung kam R. Falb in folgender Weise zur Aufstellung seiner Theorie. Er hatte im Jahre 1868 für den 7. Februar, an welchem Tage der Mond der Erde ungewöhnlich nahe kam, eine stärkere Einwirkung desselben auf die Gezeiten vorausgesagt, die selbstverständlich auch eintraf. Zugleich aber wurden in den Tagesblättern auch Erdbeben gemeldet, welche um diesen 7. Februar an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche eingetreten waren.

„Ich wurde davon überrascht (schreibt Falb) und legte mir die Frage vor: „Sollte dieses Zusammentreffen von zahlreichen Erdbeben mit den Hochfluthen des Meeres nur Zufall sein oder liegt hier vielleicht ein noch unbekanntes Gesetz zu Grunde?“ Und es dauerte nicht so lange, als ich nöthig hatte, dieses auszusprechen, war ich mit mir selbst im Reinen. „Wenn das Innere der Erde“, so sagte ich mir, „noch zum grössten Theile flüssig ist, wie ja hervorragende Naturforscher behaupten, so muss dieses Flüssige im Innern der Anziehung des Mondes gehorchen wie das Flüssige an der Oberfläche der Erde. Darüber kann kein Zweifel herrschen. Und sollte vielleicht dieses Bestreben der inneren flüssigen Massen, eine Fluthwelle zu bilden, jene Bewegungen auf der Erdoberfläche

erzeugen, die wir Erdbeben nennen?"¹⁾ Und sofort ging ich daran, das Phänomen der Erdbeben zu studieren (ohne freilich die Prämisse „Wenn das Innere der Erde noch zum grössten Theile flüssig ist“, einer näheren Untersuchung zu unterziehen!!). Für Falb ist die Behauptung hervorragender Naturforscher, dass das Erdinnere noch flüssig sei, genügend, um auf diesem trügerischen Grunde eine ganze Theorie aufzubauen, obwohl ihm als Astronomen wohl bekannt sein musste, dass aus astronomischen Gründen die angebliche Flüssigkeit des Erdinnern nicht nur angezweifelt, sondern sehr unwahrscheinlich gemacht wurde.²⁾

Ed. Reyer hat in seinem wichtigen Werke über die Physik der Eruptionen die Frage nach dem Zustande des Erdinnern sehr ausführlich erörtert, weil die neueren Untersuchungen über Starrheit der Erde nothwendig zu der Annahme führen, dass die Vulcane Folgen localer Processe sind.³⁾ Ich entnehme dem Reyer'schen Werke folgende Ausführungen:

Hopkins wird durch Betrachtung der als „Präcession und Nutation“ bezeichneten Erscheinung zu seinen denkwürdigen Schlüssen geführt. Wir skizziren seinen Gedankengang: Die Erde würde mit immer gleicher Achsenneigung ihre Bahn durchwandern, wenn sie nicht polar abgeplattet, mit anderen Worten in der Region des Aequators angeschwollen wäre. An einem so gestalteten Körper greifen nun Sonne und Mond je nach den wechselnden räumlichen Beziehungen verschieden an. Die Folge dieser Einwirkung ist, dass die Erdachse Bewegungen

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall," pag. 146.

²⁾ Auf die unklaren Ansichten über das Innere der Erde, welche Falb (im IV. Abschnitt seiner „Gedanken und Studien über den Vulcanismus," pag. 135) ausspricht, komme ich ausführlich an späterer Stelle zurück.

³⁾ „Beitrag zur Physik der Eruptionen und der Eruptivgesteine," Wien 1877, pag. 109.

ausführt, wie solche an einem wankenden Kreisel beobachtet werden können. Diese vereinte Einwirkung beider Körper heisst „Präcession und Nutation“. Nun ist es klar, dass die dislocirenden Wirkungen von Sonne und Mond andere sein müssen, wenn die Erde ganz starr, andere, wenn sie zum Theile flüssig ist. Im letzteren Falle nämlich würden die flüssigen Theile sich den ablenkenden Einflüssen entziehen (unter der Voraussetzung idealer Liquidität), während im ersteren Falle die ganze Masse beeinflusst wird. Nun sind die beobachteten Ablenkungen so gross, dass man annehmen muss, ein grosser Theil der Erde werde beeinflusst. Hieraus aber ergibt sich, dass eben auch ein grosser Theil der Erde starr sei. Die Rechnung verlangt eine Dicke der festen Kruste gleich dem fünften oder selbst vierten Theile des Radius.¹⁾ In solcher Weise schliesst Hopkins aus den Gravitationsverhältnissen auf die innere Beschaffenheit unseres Planeten.“

„Zu diesem Schlusse, welchem Thomson beipflichtet,²⁾ kann man auch auf einem anderen Wege gelangen. Ampère hatte den Gedanken ausgesprochen, das Erdinnere könne nicht flüssig sein, weil sonst unter dem Einflusse der Mondanziehung gewaltige Fluthwellen an der festen Kruste zu beobachten sein müssten. Der Schluss war nicht richtig. Eine Fluthwelle kann ganz wohl bestehen, ohne von uns bemerkt zu werden: Da wir selbst die Bewegung mitmachen, ist uns die Möglichkeit entzogen, sie zu beobachten.³⁾ Indirect aber kann man Ampère's Ansicht prüfen. Thomson löste das Problem.“

¹⁾ Hopkins: „Phil. trans.," London. 1839, II; 1840, I; 1842, I. Entgegnungen von Hennessey und Bernard in „Phil. trans." London, Bd. 185 u. „Qu. J. geol. Soc.," 1875. Thomson und Tait: „Nat. phil.," 1867, I, pag. 689 betonen in ihrer Besprechung den Mangel directer Beobachtungen über die Wellenbewegung in der festen Kruste.

²⁾ Thomson: „Phil. trans." London 1863.

³⁾ Belli cit. in Omboni: „Elem. stor. nat." 1854.

„Er zeigte, dass die Mächtigkeit der oceanischen Fluthwelle durch die Rechnung grösser gefunden wird, als sie in der That ist. Hieraus schliesst er, dass die Erde nicht ganz starr sein könne, sich vielmehr an der vom Monde erregten Bewegung theilnehme. — Dies erklärt den Unterschied zwischen der Beobachtungs- und Berechnungs-Grösse der oceanischen Fluthwelle. — Die Berechnung ergibt übrigens, dass die Fluthwelle der starren Erdmasse nicht grösser ist, als wenn der ganze Körper Glas oder selbst Stahl wäre.¹⁾ — Delaunay wendet sich gegen die erste Ausführung.²⁾ Hopkins hat einen starren Körper einerseits, eine ideale Flüssigkeit andererseits angenommen. Solch absolutes Liquidum aber gibt es nicht, sondern jedem uns bekannten Körper kommt ein gewisser Grad von Viscosität (Zähigkeit, innerer Reibung) zu, welcher unter dem gewaltigen, in der Tiefe der Erde herrschendem Drucke gewiss nicht unbedeutend sein wird. Eine solche zähe Masse aber muss offenbar auch an den langsam wirkenden Ablenkungen theilnehmen, welche die feste Schale durch den Einfluss von Sonne und Mond erfährt. Hiedurch wird Hopkin's Berechnung illusorisch.“

„Diese Einwendung scheint mir wohl richtig, doch glaube ich nicht, dass durch dieselbe Hopkin's Anführung für uns ihren Werth verliere. Man wird allerdings zugestehen müssen, dass die beobachteten Erscheinungen in zweierlei Weise gedeutet werden können: Entweder ist ein kleiner Kern absolut flüssig oder — was mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat — der Kern ist grösser und viscos. Wir haben uns hier aber nicht für ein oder das andere zu entscheiden, sondern halten uns an das beiden Lösungen Gemeinsame: Die Erde im grossen Ganzen ist sehr starr.“

1) Will. Thomson: „Proc. roy. soc. L.,” 1862—63, Bd. 12, p. 104

2) Delaunay: „Compte rend.,” 1868.

Indem wir diesen Ausführungen Reyer's, welche seiner Ueberzeugung nach den local-vulcanistischen Anschauungen die Herrschaft zu sichern scheinen, vollkommen beipflichten, wenden uns zur Betrachtung jener Factoren, welche den Aggregatzustand des Erdinneren beeinflussen. Es sind dies 1. die Wärme, 2. Durchträngung, 3. Druck der lastenden Schichten.

Was nun zunächst die Temperatur des Erdinnern anlangt, so ist allbekannt, dass dieselbe eine sehr hohe sein muss, wie dies aus den heissen Quellen, den vulcanischen Erscheinungen und den Temperaturmessungen in Bergwerken und Bohrlöchern hervorgeht. Die Zunahme der Wärme gegen das Innere des Planeten kann auf Grund unserer, an der Oberfläche desselben und in den äussersten Rindenschichten gemachten Beobachtungen wohl behauptet werden. Das Mass dieser Zunahme aber ist nicht so leicht festzustellen, als es scheint, weil eben alle unsere Beobachtungen, so genau dieselben auch sein mögen, sich auf einen im Vergleich zum Erdradius verschwindend kleinen Raum der äussersten Rinde beziehen. Und selbst in diesem haben wir die grössten Verschiedenheiten wahrgenommen, da je nach dem Gesteinsmaterial, in welchem ein Schacht oder ein Bohrloch abgeteuft wurde, eine andere Wärmezunahme zu beobachten war. An welchem Orte der Erde man aber tiefer eingedrungen ist, hat man stets eine Zunahme der Temperatur beobachten können, sobald die Grenze der jährlichen Temperaturschwankungen überschritten wurde. In unseren Breiten nimmt man bis zu einer Tiefe von 20—30 Meter die Einwirkung der jährlichen Temperaturschwankungen wahr, während die täglichen Veränderungen sich nur bis zu einer Tiefe von 1—2 Meter nachweisen lassen. In einer Tiefe von 20—30 Meter herrscht eine Temperatur, welche nahe der mittleren Jahrestemperatur gleichkommt. Gehen wir weiter in die Tiefe, so steigert sich die Temperatur in Folge der inneren Erdwärme. Diese Temperaturzunahme wurde allenthalben, in dem oberflächlich stets gefrorenen

Boden Sibiriens gerade so, wie unter dem Aequator, beobachtet. Nur ist, wie schon oben bemerkt, die Grösse der Zunahme von der Gesteinsbeschaffenheit und anderen Factoren abhängig. Ich erlaube mir hiefür einige Beispiele anzuführen, welche ich der lesenswerthen Schrift Prof. Dr. Franz Toula's: „Die verschiedenen Ansichten über das Innere der Erde“¹⁾ entnehme:

„Die grösste in neuester Zeit erreichte Schacht-Teufe ist die im Albertischachte in Přebram, wo im Mai 1874 die Tiefe von 1000 Meter erreicht wurde.

„Hier ergab sich als Gesteinstemperatur in einer Tiefe von:

74·5 Meter	9·44 ⁰ C _f .
145·0	11·52 ⁰ „
190·7	11·97 ⁰ „
286·3	13·75 ⁰ „
359·8 „	14·16 ⁰ „
432·7	15·14 ⁰ „
505·6	16·52 ⁰ „
581·5	17·77 ⁰ „
661·8	19·16 ⁰ „
737·3	20·41 ⁰ „
832·2	21·11 ⁰ „
889·3 „	21·80 ⁰ „

„Berechnet man daraus die geothermische Tiefenstufe d. h. die Tiefenstufe, der eine Temperaturzunahme um 1⁰ C. entspricht, so entfällt für die einzelnen aufeinanderfolgenden Strecken eine Zunahme der Wärme um einen Grad auf: 34, 97, 53, 172, 74, 52·8, 68·7, 57·7, 55·9, 135·5, 82·7 Meter, was für eine sehr verschiedenartige Wärmevertheilung spricht; wollte man für die ganze Strecke eine mittlere geothermische Tiefenstufe annehmen, so würde diese circa 65 Meter betragen. Es ist dies eine auffallend grosse Stufe, wenn man sie mit

¹⁾ Vortrag, gehalten im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien am 5. April 1876.

Angaben von anderen Werken vergleicht; so fand man beispielsweise für den Bohrbrunnen von la Grenelle in Paris (532 Meter tief) 30 Meter, für den Bohrbrunnen von Neusalzwerk in Westphalen (679 Meter tief) 29 Meter als geothermische Tiefenstufe.

„Der tiefste bis jetzt durch Bohrung erreichte Punkt liegt in Preussen ($5\frac{1}{2}$ Meilen südlich von Berlin) im Bohrloche von Sperenberg, es ist 1271·2 Meter tief und ist auf 1193 Meter durch Salz geführt. Die Bohrungen ergaben folgende Temperaturen: bei 1000' 23° C., bei 2000' 33° C., bei 3000' 43° C., bei 4042' 48° C., die geothermische Tiefenstufe beträgt hier (nach Dunker) 98·5' oder etwas über 31 Meter.

„Ausführliche Angaben hat auch S. Roth gemacht.¹⁾ Die mittlere Jahrestemperatur von Sperenberg, wie zu Berlin mit 7·18° R. angenommen, ergaben sich folgende Temperaturen für die Tiefe von:

	Die Zunahme der Wärme für 100' beträgt:
700' = 15·654° R.	
900' = 17·849°	1·097° R.
1100' = 19·943°	1·047° „
1300' = 21·947° „	0·997° „
1500' = 23·830°	0·946° „
1700' = 25·623° „	0·896° „
1900' = 27·315°	0·846° „
2100' = 28·906°	0·795° „
3390' = 36·756°	0·608° „

für 4042' Tiefe würden die Rechnungen 39·13° R. ergeben.“

Mit der grossen geothermischen Tiefenstufe, welche der 1000 Meter-Schacht von Příbram aufweist, contrastirt auffallend die rasche Zunahme der Temperatur in der Tiefe des Comstock-Ganges in Nordamerika. — „Im Sommer 1876 hatten die Schachte bereits Tiefen von 2500' erreicht und der Erzreich-

¹⁾ „Ueber die Temperaturbeobachtungen in dem Bohrloche von Sperenberg.“ Poggend. Ann., 148. Bd., pag. 168.

thum war 1600' tief nachgewiesen. Man arbeitete an einem Schachte, welcher in einer Tiefe von 4000' den Gang erreichen sollte, aber bei der hohen Temperatur, welche jetzt schon in den tiefen Horizonten herrscht und bei der noch weit höheren der aufquellenden Wässer ist es keineswegs sicher, ob Menschen in dieser Tiefe zu arbeiten im Stande sein werden.

In der That hatten sich in Savage Mine im März 1876 Wässer von 42·6° R. zu einer Höhe von 400' über der Schachtsohle gesammelt, welche erst nach einiger Zeit unter den grössten Anstrengungen bewältigt wurden; im Imperial-Felde erreichte die Luft in 2000' Tiefe 40·9° R. Die Berichte vom Monate Juli 1876 meldeten, dass auf der Concession Gouland Curry ein grosser neuer Ventilationsapparat aufgestellt worden sei, der in der Tiefe durch mehrere Lose reicht, und durch welchen es gelungen sein soll, die Temperatur daselbst von 43·6° R. auf 25·8° R. herabzudrücken. Dieses scheint sich aber doch nur auf Theile des Baues zu beziehen; wenigstens sind auch seither viele Klagen über die Leiden der Arbeiter in der Tiefe bekannt geworden, obwohl die Arbeitszeit in manchen Strecken nur je 10 Minuten betragen soll.¹⁾

Der Gegensatz zwischen der rascheren Wärmezunahme in der Tiefe des Comstock-Ganges und der langsameren im Tausend-Meter-Schacht von Příbram, dürfte dadurch seine Erklärung finden, dass der letztere in sehr alten Schiefergesteinen abgeteuft wurde, während der Comstock-Gang in jüngeren Eruptivgesteinen aufsetzt.

Am interessantesten ist für uns die Thatsache, dass dort, wo in Folge gleichartigen Gesteinsmateriales die Temperaturzunahme eine grössere Regelmässigkeit zeigt, wie in dem in Salz abgeteuften Bohrloche von Sperenberg, die geothermische Tiefenstufe immer grösser wird, je tiefer wir in die Erde eindringen. Carl Vogt hat hieraus einen Beweis gegen eine grosse

¹⁾ E. Suess, „Die Zukunft des Goldes,“ pag. 133 und 134.

Eigenwärme des Planeten ableiten wollen. Er sagt in seinem Vortrage „Ueber Vulcane“: „Die Wärme nimmt also nach unten zu, aber in stets verminderter Proportion.¹⁾ Wäre ein solches Resultat möglich, meine Herren, wenn im Innern der Erde eine constante Wärmequelle existirte? Wie will man dem einfachen gesunden Menschenverstande gegenüber behaupten, man müsse beim Annähern des Fingers an eine Lichtflamme, stets grössere Entfernungen durchmessen, je näher man der Flamme kommt, um mehr Wärme zu empfinden? Eine Wärmequelle hätte also eine um so grössere und um so intensivere Wirkung, je weiter sie entfernt ist, und ihre Wirkung verminderte sich in dem Masse, als man sich ihr nähert? Ist es nicht klar, dass man zu der nicht nur unwahrscheinlichen, sondern selbst unmöglichen Schlussfolgerung gelangen müsste, dass man in der Nähe des feurig flüssigen Erdkernes, jener kolossalen Wärmequelle, die Alles zu einer feurigen Kugel zusammen geschmolzen hat, sogar Tausende von Metern durchmessen müsste, um einen Grad Wärmezunahme zu finden?“ — Und an anderer Stelle desselben Vortrages sagt Vogt: „Man nimmt den feuerflüssigen Kern an, weil man beim Eindringen in den Boden bis zu einer gewissen Tiefe eine gewisse Zunahme der Wärme constatirt und daraufhin den Grundsatz aufstellt, dass diese Zunahme immer in derselben Weise anhalten und nach Innen sich anhäufen müsse. Diese Progression aber bestreite ich gerade. Wenn sie nicht existirt, wie ich zu beweisen hoffe, so bleibt gar kein Grund weiter, um die Annahme abzulehnen, dass die Erde schon im Ganzen am Ziele ihrer Erkaltung und ihrer definitiven Verdichtung angekommen sei.“²⁾

R. Falb bemerkt dem gegenüber mit Recht (und ich freue mich, wenigstens in diesem Punkte mit ihm übereinstimmen zu können): „Die Wärmezunahme nimmt gegen den Mittelpunkt

¹⁾ Basel, 1875, pag. 31.

²⁾ C. Vogt, „Ueber Vulcane,“ pag. 26 und 27.

continuirlich ab, die Temperatur-Verschiedenheit der Schichten gleicher Distanz von einander ist desto geringer, je höher die Temperatur ist. Jede kugelförmige Masse, deren Temperatur gegen den Mittelpunkt continuirlich zunimmt, muss dieselbe Erscheinung zeigen, und wenn Professor C. Vogt hierin einen Beweis gegen den heissflüssigen Erdkern findet, so war das nur möglich, weil er sich der physikalischen Gesetze, die hier im Spiele sind, und der Consequenz seiner Behauptung nicht bewusst war." ¹⁾

Es hängt jedoch, wie unten noch ausführlich erörtert werden soll, der Aggregationszustand des Erdinnern nicht blos von der Wärme ab, welche allerdings in grösserer Tiefe eine ungemein hohe sein muss. Ueber die Temperaturen aber, die in grösserer Tiefe herrschen, haben wir nur sehr unsichere Vorstellungen, weil eben unser Beobachtungsmaterial sich auf einen gar zu kleinen Theil der äussersten Rinde des Planeten bezieht. Jedenfalls ist es gerechtfertigt, anzunehmen, dass das Erdinnere sehr heiss, und dass seine hohe Temperatur ein Rest der ursprünglichen Ballungswärme ist. Wenn wir jedoch die Frage aufwerfen, in welcher Tiefe eine genügende Hitze herrscht, um Gesteine zu schmelzen (mit anderen Worten, wo die Grenze zwischen dem früher fast allgemein angenommenen, gluthflüssigen Erdinnern und der festen Kruste liegt), so müssen wir zugeben, dass unsere Erfahrung dermalen nicht ausreicht, darauf eine sichere Antwort zu geben. Demungeachtet finden wir häufig, und zwar gerade in populären Darstellungen, Beantwortungen derselben. So sagt Toula: „Um glasige Lava zu schmelzen, sind schon circa 900⁰ C. nothwendig, dem entspräche, unter Annahme einer gleichmässigen Wärmezunahme, eine Tiefe von fast vier deutschen Meilen. — Steinlava (basaltische Lava) schmilzt erst bei etwa 1700⁰ C. oder unter derselben Annahme in einer Tiefe von 7³/₄ deutschen Meilen.“

¹⁾ „Gedanken und Studien über den Vulcanismus," pag. 173 und 174.

„Die Lava entsteigt als eine geschmolzene Gesteinsmasse dem Erdinnern, ebenso wie die siedend heißen Quellen. Die Temperatur der Lava in der Tiefe dürften wir immerhin mit 2000°C . annehmen. Darin liegt übrigens, so hoch die Zahl auch ist nichts Ungeheures, bringen wir es doch, freilich unter Anwendung von bis auf 300°C . erhitzter Gebläseluft, bis über 2800°C .“

Wenn wir bedenken, dass der Schmelzpunkt durch vermehrten Druck um ein Erhebliches erhöht werden dürfte, so ist die Annahme von 2000°C . vielleicht noch etwas zu gering, da nun überdies eine gleichmässige Wärmezunahme (in arithmetischer Progression) offenbar nicht stattfindet, sondern, wie erwähnt, die geothermischen Tiefenstufen immer grösser und grösser werden, je tiefer wir hinabsteigen, so werden wir vielleicht erst in 30 oder 40, oder noch mehr Meilen Tiefe, überall auf geschmolzene Masse treffen, von hier an bis zum Mittelpunkte sind wir dann aber nicht mehr gezwungen, ein weiteres Steigen der Temperatur anzunehmen (wie es früher üblich war, wodurch man Temperaturgrade von 200.000 bis 250.000°C . herausgerechnet hat). „Denn,“ so sagt Naumann (Geologie I, 59), „ist das Innere wirklich flüssig, so braucht auch die Temperatur jenseits der Grenze des flüssigen Kernes nicht viel höher zu steigen, während sie innerhalb desselben ziemlich constant sein kann, weil dort nothwendig Strömungen stattfinden müssen, durch welche sich die etwaigen Differenzen mehr und mehr ausgleichen.“¹⁾

Wer über das Problem, mit welchem wir uns eben beschäftigen, eingehender nachdenkt, muss zugeben, dass solche Ausführungen fast ganz auf dem Boden der Phantasie stehen. Auch wenn wir von den noch zu erörternden Factoren, welche den Aggregatzustand des Erdinneren beeinflussen, absehen und uns vorstellen, dass in der Tiefe dieselben physikalischen Ver-

¹⁾ „Die verschiedenen Ansichten über das Innere der Erde,“ pag. 15 und 16.

hältnisse herrschen, wie an der Oberfläche, sind wir nicht im Stande zu sagen, an welcher Stelle die Temperaturzunahme gegen Innen einen Grad erreicht hat, dass daselbst die Gesteine sich im Gluthfluss befinden müssen. Gehen wir jedoch von jenen Annahmen aus, welche dem Vorhandensein eines glühend flüssigen Erdinneren am günstigsten sind; setzen wir die erforderliche Wärme = 2000° C. und nehmen wir eine geothermische Tiefenstufe von 30 Meter an, welche in jeder Tiefe constant bleibt, so dass, was keineswegs der Fall ist, die Wärmezunahme in arithmetischer Progression erfolgen würde, so erhalten wir immerhin eine Tiefe von 60 Kilometer als Grenze der glühend-flüssigen Sphäre.

Allein der Aggregatzustand wird im Innern der Erde noch von anderen Factoren beeinflusst, von der Durchtränkung und dem Druck der lastenden Schichten. Diese beiden Factoren wirken einander entgegen, die Durchtränkung gesellt ihre Wirkung der Wärmezunahme, der Druck aber sucht beide — und, wie wir sehen werden, mit Erfolg — zu bekämpfen.

Ed. Reyer hat in seinem Werke über die Physik der Eruptionen die Bedeutung der Durchtränkung der hochgradig erhitzten Massen im Innern der Erde für die vulcanischen Erscheinungen sehr ausführlich und gründlich erörtert. Mit ihm wenden wir zur Bezeichnung dieser Massen, deren Zustand wir erörtern wollen, das Wort „Magma“ (Mischung) an, da dasselbe über den Aggregationszustand nichts aussagt, während wir bei dem Worte „Lava“ stets an die glühend flüssigen Ströme denken, die aus den Vulcanen hervorquellen. Reyer geht von der Absorption verschiedener Gase durch geschmolzene Metalle aus, welche beim Erstarren ausgespritzt werden. Er bespricht die Aufnahme des Sauerstoffes durch geschmolzenes Silber, jene von Kohlenoxydgas, Wasserstoff und Kohlensäure durch flüssiges Eisen, erörtert die Wahrnehmungen, welche v. Hochstetter an geschmolzenem Schwefel

machte, der eine gewisse Menge von Wasser in sich aufgenommen hatte, und beim Erstarren dasselbe unter Erscheinungen fahren lässt, die vollständig an die gewöhnlichen Vulcanausbrüche erinnern, und kommt bei der Vergleichung mit diesen zu dem Schlusse, dass auch im Erdmagma Gase absorbirt sein müssten. Ausführlich discutirt Reyer die älteren und neueren Ansichten über die Ursachen der vulcanischen Erscheinungen — erörtert die Porosität der Laven und ihre Flüssigkeitseinschlüsse (Wasser, Salzlösungen, flüssige Kohlensäure), die Ausscheidungsfolge der Gase nach beendigten Eruptionen und findet obige Annahme vollständig gerechtfertigt. Nachdem also Liquida im Magma vorhanden sind, fragt es sich, wie dieselben in die Tiefe kommen. In Beantwortung dieser Frage zeigt Reyer erstlich, dass Wasser von Spalten der Erdoberfläche aus gegen die Tiefe sickern kann, obwohl dieselbe sehr heiss ist. Bischof hat bereits die Ansicht ausgesprochen, dass die Tension des Wassers in grossen Tiefen durch den Druck der Wassersäule überwunden werde. Angelot hat den Gedanken weiter ausgeführt.

„Er bezieht sich auf Biot, welcher aus Dulong und Gay-Lussac's Untersuchungen über die Tension des Wasserdampfes eine Formel ableitet, nach welcher die Tension mit der Temperatur zunehmend einem Maximum von 1200 Atmosphären zustrebt, ohne dasselbe je zu erreichen (Acad. Paris 1841). Nun fragt sich Angelot, welche Wärme, welcher Druck und welche Tension in einer Erdentiefe von 50 Kilometer herrscht, und erhält folgendes Resultat: Temperatur etwa 1500 Grad; Tension nicht bestimmt, jedenfalls aber weniger als das Maximum von 1200 Atmosphären; Druck (10 Meter Wassersäule = 1 Atmosphäre) jedenfalls genügend, um selbst das Maximum der Tension zu besiegen. Für die Tiefe von 10 Kilometer erhält Angelot 300 Grad und 1000 Atmosphären Druck, eine Grösse, welche jedenfalls die daselbst herrschende Tension

weitaus übertrifft.¹⁾ Hieraus folgt, dass in geringer, wie grosser Tiefe Liquida bestehen können, ohne zu verdampfen.

„Allerdings muss es eine Zeit gegeben haben, da die Erdkruste noch zu hoch erhitzt war, um das Niedersickern des Wassers zu gestatten. Heute aber muss das Wasser, um mit dem heissen Erdinnern in Contact zu kommen, schon so tief sinken, dass ein Wiederverdampfen unmöglich ist. Nur wo das Magma bis nahe an die Oberfläche empordringt, da kann es sich ereignen, dass das infiltrierende Wasser als Dampf Wolke zurückgestossen wird (Dampfschüsse der Vulcane).²⁾ Zur Unterstützung seiner Ansicht bezieht er sich auf die von Robert nachgewiesene Thatsache, dass in der Tiefe der Geyser das Wasser weit über 100 Grad warm ist.³⁾ Kein Zweifel, dass es in der Tiefe glühen kann, ohne zu verdampfen“. Reyer pflichtet diesen Ausführungen Angelot's, deren Darstellung ich wörtlich dem „Beitrag zur Physik der Eruptionen“ entnahm,⁴⁾ vollständig bei, indem er auf die übereinstimmenden Resultate der Pfaff'schen Berechnungen⁵⁾ verweist und betont, dass in schmalen, viele Verengerungen aufweisenden Gängen die Circulation (welche diese Berechnungen stören würde) keine grosse Bedeutung hat. Eingehend erörtert Reyer die Frage, ob das Wasser sich vom glühenden Magma absondere, und wie es sich sonst zu diesem verhalte und gelangt sodann zu der für uns höchst wichtigen Frage, ob nicht, abgesehen von der Infiltration, seit jeher Gase im Magma bestehen müssen. Er verweist zunächst auf die allverbreiteten Kohlensäure-Emanationen und bemerkt: „Wollen wir nicht zur Erklärung derselben durch-

¹⁾ Angelot, „Bull. soc. géol.“ 1842, p. 188, 189. Humboldt äussert denselben Gedanken: „Kosmos“, 1845, I. p. 254 und 256.

²⁾ Angelot, „Bul. soc. géol.“ 1843, p. 43 und 48.

³⁾ Robert, „Bul. soc. géol.“ 1842, p. 189.

⁴⁾ l. c., pag. 39 und 40.

⁵⁾ Pfaff, „Geologie“, 1873, pag. 141.

wegs chemische Prozesse in der Tiefe annehmen, so müssen wir den ursprünglichen Verband der Kohlensäure mit dem Magma zugeben." Ausgehend von der Kant-Laplace'schen Hypothese, kehrt er die Frage: wie kommen die Atmosphärlilien in das Magma? um in die Antwort: die Atmosphärlilien kommen nicht in das Magma, sondern aus demselben. Folgende kosmogonische Ableitung führt ihn zu diesem Schlusse: „Ein kosmischer Nebel ist eine diffuse Gesellung verschiedener Elemente in gasförmigem Aggregat-Zustande. Mit fortschreitender Abkühlung scheiden sich an einem oder mehreren Orten die mindest flüchtigen Körper als Flüssigkeiten ab, welche, wie in Cagnard's und Andrew's schönen Versuchen, als Flüssigkeitsschlieren in der Gasmasse schwimmen. Sie bilden den Kern des Nebels. Bei weiterer Abkühlung erstarrt der mindest schmelzbare Bestandtheil der Schliere, wobei stets die in der Flüssigkeit absorbirten Gase abgeschieden werden. Nun ist der Status des Magma eingetreten; alle drei Aggregat-Zustände coexistiren. Hier muss bemerkt werden, dass diese Ausscheidungen niemals präcis vor sich gehen. So wenig wir aus einer Mischung verschiedener Körper je auf einen Schlag einen reinen Körper abscheiden können, so wenig kann dies in dem Laboratorium der Natur vorkommen. Unsere Niederschläge sind immer „verunreinigt“ mit Mutterlauge. Wir müssen den abgeschiedenen festen Körper zu wiederholtenmalen lösen und fällen, umkrystallisiren oder sublimiren; wir müssen eine Flüssigkeit oft destilliren, um schliesslich eine relativ reine Substanz zu erhalten. Und haben wir aus einem Krystall oder einer Lösung alle fremden festen, beziehungsweise flüssigen Beimischungen möglichst entfernt, so beginnt erst der Kampf mit den alldurchdringenden Atmosphärlilien. Wie soll nun die Natur bei dem Prozesse der Weltballung eine Reinheit der Ausscheidung bewirken, welche uns nach wiederholter Sonderung nicht gelingt? Das aber ist von hoher Wichtigkeit für unsere Frage.“

„Die fortwährende Abscheidung der schwerst schmelzbaren Theile aus dem Magma wird allerdings begleitet von Gas-Ausscheidungen. Die ausgeschiedenen Spratzgase durchbrechen das Magma, die hochglühenden Schlieren fahren in die Gas-Sphäre und sinken abgekühlt wieder nieder.¹⁾ Fort und fort wiederholen sich diese örtlichen Erstarrungen und die hiedurch bedingten Gasausscheidungen. Aber nie können die Gase ganz aus dem Erstarrungsballe verbannt werden. Er ist und bleibt magmatisch; es stecken darin starre und flüssige Theile und die Flüssigkeiten beherbergen noch so viele Gase, als sie nur immer fassen können. Je fortgeschrittener jedoch die Abkühlung, je tiefer greifend die Erstarrung, umso weniger Bedeutung erhält das Aussprätzen. Endlich kommt es dahin, dass die abgeschiedenen Gase nicht mehr genügende Tension besitzen, um die überlastenden Massen zu durchbrechen.“

„Wir sehen also, dass Gase seit jeher im Magma enthalten waren; dass deren zwar bei jedem Erstarrungs-Process abgedehnt wurden, dass aber ihre vollständige Verbannung aus dem Magma nie stattfinden kann.“²⁾

Diese Durchtränkung des Magma befördert gewiss, ebenso wie hohe Temperatur, die Flüssigkeit desselben. Seit langem wusste man, dass der Schmelzfluss der Laven ein anderer sei, als der in Oefen künstlich erzeugte, und Dolomieu, Spallanzani und Andere suchten nach der Ursache dieser Erscheinung,³⁾ aber erst Menard und Scrope bewiesen, dass die Beweglichkeit des Magma nicht bloß von der Temperatur, sondern auch von

¹⁾ „Ich erinnere an die von Zöllner richtig gedeuteten Wasserstoff-Eruptionen auf der Sonne (Zöllner, „Ber. sächs. Ges. Wiss.,” 1870, p. 107, 117, 119) und an das Aufleuchten dunkler Sterne (Zöllner, „Photometr. Unters.,” 1865, p. 247). Diese Erscheinungen dürften wohl in vielen Fällen Folge der Erstarrung in der Tiefe der sich kühlenden Weltkörper sein.“

²⁾ Reyer, „Beitr. z. Physik d. Eruptionen,” pag. 57 und 58.

³⁾ Vergl. Reyer, „Beitr. z. Phys. d. Erupt.,” pag. 83 u. f.

der Durchtränkung abhängt. Beide schreiben dem Wasser jene Rolle zu, welche Dolomieu dem Schwefel zuerkannt hatte. — In der folgenden Zeit wurde durch Silliman und Dana dem Wasser krystallisirende Gewalt zugeschrieben. Die Gründe, welche diese Forscher vorbrachten, und die experimentellen Beweise Daubrée's führten diese Frage bald zum Abschlusse. Dies scheint die in's Stocken gekommene Imprägnationslehre wieder belebt zu haben. Die individualisirende Gewalt des Wassers war bewiesen. Es lag nahe zu schliessen: Wenn die Imprägnation mit Wasser die molekulare Umlagerung begünstigt, so dürfte sie wohl überhaupt die innere Beweglichkeit (Flüssigkeit) des Magma befördern.¹⁾

Trotz der grossen, im Innern des Planeten herrschenden Wärme, und trotz des verflüssigenden Einflusses der durchtränkenden Flüssigkeiten, wird das Magma durch Druck verfestigt, sobald es aus Substanzen besteht, welche sich beim Erstarren zusammenziehen. Ausführlich erörtert Reyer den Zusammenhang zwischen Aggregat-Zustand und Druck, und zeigt, dass jene Körper, deren Theile sich beim Erstarren nähern, hierin durch den Druck unterstützt werden, während diejenigen Substanzen, deren Erstarren eine Entfernung der Theile voraussetzt (z. B. Wasser) an der Verfestigung durch Druck gehindert werden. Da nun, wie durch genaue Untersuchungen festgestellt ist, die Bestandtheile des Magma beim Erstarren sich zusammenziehen, muss der Druck auf dasselbe eine verfestigende Wirkung ausüben. — „Allerdings wirkt die Temperaturzunahme gegen die Tiefe der Verfestigung entgegen. Diese Gegenwirkung kann aber dem Effecte jenes Druckes nicht die Wage halten. Die Wärme nimmt nämlich von Tiefenstufe zu Tiefenstufe immer weniger zu, während der Druck umgekehrt immer mehr wächst, weil jede tiefere Schichte unter dem Drucke der überlastenden leidet, also dichter ist, als die hangende.“

¹⁾ Reyer a. o. c. O., pag. 86 und 87.

„So muss denn die ausweitende Macht der Wärme an irgend einem Orte der Tiefe durch die annähernde Wirkung des Druckes besiegt werden, wie in einem analogen Falle gezeigt worden ist.¹⁾ — Hieraus folgt, dass das Magma in einer bestimmten Tiefe trotz Temperaturzunahme der Erstarrung anheimfallen und von da bis zum Centrum des Weltkörpers an Starrheit zunehmen muss.“

„Dies gilt für die Silicate, also für die Hauptmenge des Magma. — Die Liquida, sofern sie zu den normalen Körpern gehören, verhalten sich in gleicher Weise, nur wird die Tiefe, in welcher die Erstarrung eintritt, eine sehr bedeutende sein, um so grösser, je niedriger der Erstarrungspunkt der Substanz liegt. Die meisten mögen in mässiger Tiefe flüssig bleiben, in grösserer Tiefe nur mehr die leichtflüssigen, im Centrum aber sind vielleicht selbst die leichtest flüssigen Stoffe starr.²⁾ Wie sich die sogenannten permanenten Gase verhalten, ob sie in irgend einer Tiefe flüssig oder starr werden, bleibt eine offene Frage.“

„Im Gegensatz zu diesen Körpern wird das Erstarren des Wassers durch Druck nicht begünstigt. Dies darf uns aber

¹⁾ Reyer bezieht sich hier („Beitr. z. Physik d. Erupt.“, pag. 119) auf die oben mitgetheilten Ausführungen Angelot's, nach welchen Wasser in der Tiefe existiren kann, ohne zu verdampfen.

²⁾ Reyer übersieht hier den „kritischen Punkt“ jenseits dessen auch beim stärksten Druck Körper nicht verfestigt werden können, die wir bei niedrigerer Temperatur durch Druck aus dem gasförmigen in den flüssigen Zustand überführen können. So kann gewiss flüssige Kohlensäure in einer Tiefe, in welcher eine Temperatur von 36° C. herrscht, nicht mehr als solche existiren — jedoch unter einem solchen Drucke stehen, dass sich nachträglich bei der Abkühlung flüssige Kohlensäure in den Hohlräumen bilden konnte, wie uns dies ja auch die genaue Untersuchung der Flüssigkeitseinschlüsse lehrt. Schlechthin „permanente Gase“ gibt es wohl nach den neuesten Erfahrungen nicht, doch würden im Erdinnern sehr viele daselbst vorhandene Liquida wegen Ueberschreitung des „kritischen Punktes“ sich im gasförmigen Zustande befinden müssen, wenn sie nicht durch Absorption gefesselt wären.

nicht zu der Annahme verleiten, das Wasser müsse in jeder Tiefe völlig flüssig sein. Wir müssen vielmehr wohl annehmen, dasselbe erlange, auf ein geringes Volum zusammengepresst, einen gewissen Grad von Zähigkeit."

Reyer erörtert noch, dass das Magma nicht von reinen Liquiden, sondern von Lösungen durchtränkt sei, deren Lösungs-Coëfficient durch Druck vermehrt werde, woraus folge, dass auch der etwa nicht erstarrte Theil des Magma in der Tiefe sich durch eine, dem reichen Gehalte an gelösten Stoffen entsprechende Schwerflüssigkeit auszeichnen werde, und gelangt zu dem Gesamt-Ergebniss:

„Die Hauptmasse des Magma ist in der Tiefe verfestigt, die durchtränkenden Lösungen werden je tiefer, um so zähflüssiger. Mithin können wir behaupten, dass das ganze Magma mit zunehmendem Drucke an Beweglichkeit verliert, sich also dem starren Zustande nähert."¹⁾

Wir folgen den weiteren Ausführungen Reyer's welche die Frage behandeln, ob das starre Magma ausbruchsfähig ist? und allen weiteren, auf die Erklärung der vulcanischen Erscheinungen abzielenden nicht, sondern begnügen uns, auf die Uebereinstimmung zwischen den Folgerungen Reyer's und den Anforderungen der Astronomie hinsichtlich der Starrheit des Erdinnern hinzuweisen.

R. Falb behandelt in seinen „Gedanken und Studien über den Vulcanismus" in einem eigenen Capitel das Innere der Erde. Es zerfällt dieser vierte, 52 Seiten umfassende Abschnitt seines Werkes, in welchem er verspricht „nur die positiven Thatsachen, welche zur Annahme eines heissflüssigen Erdinnern führen, in Betracht zu ziehen", in vier Theile: 1. Die Erde war flüssig. 2. Die Erstarrung ist durch Abkühlung vor sich gegangen. 3. Die Erdmasse ist theilweise noch gegenwärtig

¹⁾ Reyer am mehrfach cit. Orte, pag. 121.

flüssig und heiss. 4. Die Vulcane verdanken ihren Ursprung zunächst diesem Zustande des Erdinnern. Mit den beiden ersten Theilen, die nur Resultate enthalten, welche von anderen Forschern abgeleitet und längst allgemein anerkannt worden sind, haben wir uns nicht weiter zu befassen. Der dritte, für uns wichtigste Theil, berührt den Kern der Frage nur sehr flüchtig, und die Einwände, welche Falb gegen die Starrheit des Erdinnern erhebt, sind nicht sehr stichhaltig. Falb meint, dass mit einer Erstarrung durch Abkühlung stets eine Aenderung der Dichte verbunden sei. „Deshalb hätte bei dem Uebergange in den festen Zustand die nur durch den Flüssigkeitszustand bewirkte Anordnung der Massen im ganzen Erdsphäroid geändert werden müssen, und wenn diese Aenderung auch nur in dem Masse stattgefunden hätte wie bei der Erdoberfläche, so müssten, weil alle Schichten der Erde davon betroffen worden wären, die Wirkungen auf das Pendel bedeutend sein und plötzliche Uebergänge, Abweichungen von der Berechnung in seinem Verhalten fast an allen Orten auftreten, so dass der Gedanke, durch das Pendel die Gestalt der Erde zu finden, gar keinen Sinn mehr hätte.“

Dieser Einwand wird durch die Reyer'schen Ausführungen vernichtet, da nach denselben die Verfestigung des Erdinnern durch den Druck der lastenden Schichten herbeigeführt wird. Die Rinde aber ist Product der Erstarrung durch Abkühlung. Dass grosse Verschiedenheiten in der Dichte im Erdballe local vorhanden sind, darüber belehrt uns das Loth, welches in der Nähe mancher Gebirge eine negative Ablenkung ergibt, die keineswegs, wie Falb an anderer Stelle ¹⁾ meint, auf Hohlräume unter den Gebirgen deutet.

Falb erörtert sodann die auf Grund unserer dermaligen Erfahrungen wohl schwer zu lösende Frage, ob die Erstarrung des Erdinnern von der Peripherie oder vom Centrum des Planeten

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 228.

begonnen habe, und die Ansichten, welche Hopkins, Paulett Scrope und Thomson über dieselbe geäußert haben. Meines Erachtens ist diese Erörterung eine müßige, da die Frage unbeantwortbar ist, überdies ihre Lösung nicht directen Bezug auf den heutigen Zustand hat.

Sodann versteigt sich Falb zu der Behauptung, dass sich ein durch Druck verfestigter Kern des Planeten mit seiner Theorie sehr wohl vertrage:

„Wenn man aber behauptet, der grosse Druck bringe im Erdinneren eine so bedeutende Dichte des flüssigen Kernes hervor, dass man ihn als fest bezeichnen müsste, so ist meines Erachtens gar kein besonderer Scharfsinn nothwendig, um herauszufinden, dass, wo bei sehr hoher Temperatur eine grosse Dichte oder „Erstarrung“ nur durch immensen Druck bewirkt wird, der Erstarrungsgrad mit dem Schwanken des Druckes gleichfalls schwankt und daher von einer dauernden und einförmigen Erstarrung des Inneren analog dem Zustande der äusseren Kruste keine Rede sein kann. Partien, die heute durch den höheren Druck starr sind, müssen — bei anhaltend hoher Temperatur — morgen, wenn der Druck geringer wird, an Starrheit verlieren. Dies gilt namentlich von jenen Partien des Inneren, die in der Uebergangsregion von der Kruste zum Kerne liegen. Ja, der ganze Kern würde augenblicklich vollkommen flüssig — zugleich aber auch bedeutend abgekühlt — werden, wenn man ihn von dem Drucke der überlasteten Schichten befreite. Mit diesen wenigen Worten ist der Standpunkt fixirt, den man, nach meiner Meinung, in dieser Frage einzunehmen hat. Aus einem solchen Kern kann fort und fort Flüssiges in die Canäle eindringen; er widerstreitet daher unserer Theorie des Vulcanismus keineswegs.“¹⁾

¹⁾ R. Falb, „Gedanken und Studien,“ p. 171.

Herr Falb wird wohl entschuldigen, wenn ich dieser Ausführung die Behauptung entgegenzusetzen wage, dass nach meiner Meinung ein durch Druck verfestigter Kern der Erde sich mit seinen Ansichten über Vulcanismus und Erdbeben nicht verträgt. Ich werde im nächsten Capitel ausführlich zu zeigen haben, dass eine Einwirkung von Sonne und Mond auf einen solchen Kern im Sinne der Falb'schen Lehre unmöglich ist, und beschränke mich an dieser Stelle die Leichtfertigkeit hervorzuheben, mit welcher Falb in diesem Abschnitte, welcher über das Innere der Erde handelt, die Hauptfrage nach dem daselbst herrschenden Aggregatzustande als eine nebensächliche und nicht entscheidende hinstellt. In dem ganzen 52 Seiten umfassenden vierten Capitel der „Gedanken und Studien über den Vulcanismus“ wird dem Kern des Pudels sorgfältig aus dem Wege gegangen.

Im übrigen Theile des dritten Abschnittes dieses Capitels wird die Ansicht erörtert, dass die Erde im Inneren noch einen Rest der ursprünglichen Ballungswärme besitze, und werden die gegentheiligen Ausführungen C. Vogt's treffend widerlegt, wie bereits erwähnt wurde. Im vierten Abschnitte hingegen behandelt Falb in allzu flüchtiger Weise, und von ganz unrichtigen Ansichten ausgehend, die Hauptprobleme, welche der Vulcanismus darbietet. Die eingehende Lectüre des Reyer'schen Werkes wäre Falb sehr zu empfehlen gewesen, doch begegnen wir denselben Irrthümern auch in den „Umwälzungen des Weltalls“ wieder, die lange nach dem „Beitrag zur Physik der Eruptionen“ erschienen. Reyer bespricht sehr ausführlich den Vulcanismus der Sonne, des Mondes und der Erde, ihre gemeinsame Grundursache und ihre Verschiedenheiten. Man vergleiche damit die verworrenen Ansichten, welche Falb über den Vulcanismus als kosmische Erscheinung in seinem letzten Werke (pag. 182—200) entwickelt. Die grossen Errungenschaften Secchi's und Zöllner's erscheinen da in einer Weise

mit den Ergebnissen Falb'scher Phantasien verknüpft, dass man, um dieses „Magma“ zu bezeichnen, die Worte Kleist's gebrauchen möchte:

„In eurem Kopf liegt Wissenschaft und Irrthum
Geknetet, innig wie ein Teig, zusammen;
Mit jedem Schnitte gebt ihr mir von beidem. —“

Zu meinem Glücke ist es zum Zwecke der Würdigung der Falb'schen Erdbebenlehre nicht nöthig, alle Irrthümer zu widerlegen, welche Falb auf dem Gebiete des Vulcanismus sich hat zu Schulden kommen lassen. Wer von einer Ueberzahl der Vulcane in der Aequatorialzone, von den „noch thätigen Vulcanen Peschan und Hotschen in Centralasien, nördlich vom Himalaya“ spricht, wer die aufgeplatzten Magmablasen der Mondkratere ohneweiters mit den irdischen Anschüttungsregeln vergleicht, braucht als Vulcanforscher nicht ernst genommen zu werden.

Ich werde übrigens noch an anderer Stelle auf Falb's irrige Ansichten über den Vulcanismus zurückzukommen haben. Falb behauptet, dass alle Erderschütterungen eine und dieselbe Ursache haben, so dass man nicht zwischen vulcanischen und nicht vulcanischen Erdbeben unterscheiden dürfe. „Was giebt uns das Recht (ruft er mit Emphase aus), eine Erscheinung, die genau so, mit denselben Details, am Vesuv und Aetna, wie im mittleren Europa, genau so in Oberitalien, wo doch keine Vulcane existiren, wie an der Westküste von Süd-Amerika auftritt, verschiedenen Ursachen zuzuschreiben?“ 1)

Noch schärfer äussert sich Falb an anderer Stelle über die ihm höchst unbequeme Unterscheidung von vulcanischen und nicht vulcanischen Beben. Er versteigt sich daselbst 2) zu der Behauptung, dass Diejenigen, welche noch andere als vulcanische Ursachen der Erdbeben annehmen, keine ernst

1) „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 174.

2) Am gleichen Orte, pag. 100.

Studien über den Gegenstand angestellt hätten, man habe sich die Arbeit leicht gemacht, und mit Ausserachtlassung der vorzüglichsten Erscheinungen oberflächliche Vermuthungen geäußert, wo sorgfältige, gründliche, physikalisch-mathematische Erörterungen am Platz gewesen wären. Es wird meine Aufgabe sein, die Sorgfalt und Gründlichkeit der Falb'schen Erörterungen einer näheren Beleuchtung zu unterziehen.

II.

Einwirkung des Mondes auf irdische Vorgänge.

Fluthconstellationen.

„Und grösser, immer grösser nahet schon
 Der Göttin rundumschrieb'ner Thron,
 Dem Auge furchtbar, ungeheuer!
 In's Düstre röthet sich sein Feuer
 Nicht näher! drohend-mächtige Runde,
 Du richtest uns und Land und Meer zu Grunde!
 So wär' es wahr, dass dich thessalische Frauen,
 In frevrend magischem Vertrauen,
 Von deinem Pfad herabgesungen?
 Verderblichstes dir abgerungen?“

(Anaxagoras, Faust II.)

Nach verglich“ (sagt R. Falb in seiner Schrift über die Umwälzungen des Weltalls, pag. 147) „die vorzüglichsten Erschütterungen, welche in der Geschichte verzeichnet sind, mit den Stellungen des Mondes, und fand bald, dass bedeutende Katastrophen vorzugsweise zu den Zeiten grosser Fluth-Constellationen eingetreten waren.“

„Gleichzeitig wurde ich bei dem Studium der vorzüglichsten Bücher über diesen Gegenstand gewahr, dass bereits vor zweihundert Jahren Jorje Balivi in Lima, vor hundert Jahren der italienische Meteorolog Toaldo und seit 1854 der französische Gelehrte Alexis Perrey den Einfluss des Mondes auf die Erdbeben ahnten und behaupteten. Namentlich hat der letztgenannte Forscher durch eine fleissige Zusammenstellung von Erdstössen aus allen Theilen der Erde den Beweis geliefert, dass mehr Erdbeben:

1. Zur Zeit des Neu- und Vollmondes als zur Zeit der Viertel;

2. zur Zeit der Nähe des Mondes an der Erde als bei seiner grössten Entfernung;

3. in den Wintermonaten der nördlichen Hemisphäre als in den Sommermonaten eintreten. Doch der Ueberschuss war so gering, dass ihm die Gelehrten in Europa jede Beweiskraft absprachen und der Einfluss des Mondes selbst von hervorragenden Männern, wie zuvor von Humboldt, Arago, Poisson, Ampère,¹⁾ so nachher von den ersten Koryphäen der Geologie geleugnet wurde. Man kann sich davon überzeugen, wenn man alle Werke durchsieht, welche vor dem Jahre 1868 über Erdbeben erschienen sind."

„Eine Theorie der Erdbeben hat auch Perrey nicht aufgestellt."

„Ich fand bald den Grund, weshalb die Arbeiten dieses Gelehrten kein überzeugendes Resultat liefern konnten, in der Mangelhaftigkeit seiner Untersuchung, in der unrichtigen Form derselben, in der Nichtbeachtung der grossen Fluth-Constellationen."

Wir wollen nun die Falb'schen Fluthconstellationen näher in's Auge fassen, zunächst aber die Erklärung, welche Falb über die Bildung der Meeresfluth durch Sonne und Mond gibt. Er sagt hierüber wörtlich²⁾ Folgendes:

¹⁾ Wie stolz würde sich Falb auf diesem Piedestal aus berühmten Männern, deren Meinung er siegreich bekämpfte, erheben — wenn seine Theorie die richtige wäre! Aber die Humboldt, Arago, Poisson, Ampère scheinen, wie in zahlreichen anderen Fällen, auch in diesem Recht zu behalten.

²⁾ R. Falb: „Von den Umwälzungen im Weltall"; pag. 100 u. f., die daselbst gegebene, oben reproducirte Erklärung ist vollständig falsch und sehr geeignet, falsche Vorstellungen über die Grösse der Fluthanziehung zu erzeugen.

II.

Einwirkung des Mondes auf irdische Vorgänge.

Fluthconstellationen.

„Und grösser, immer grösser nahet schon
Der Göttin rundumschrieb'ner Thron,
Dem Auge furchtbar, ungeheuer!
In's Düstre röthet sich sein Feuer
Nicht näher! drohend-mächtige Runde,
Du richtest uns und Land und Meer zu Grunde!
So wär' es wahr, dass dich thessalische Frauen,
In frevrend magischem Vertrauen,
Von deinem Pfad herabgesungen?
Verderblichstes dir abgerungen?

(Anaxagoras, Faust II.)

Ech verglich" (sagt R. Falb in seiner Schrift über die Umwälzungen des Weltalls, pag. 147) „die vorzüglichsten Erschütterungen, welche in der Geschichte verzeichnet sind, mit den Stellungen des Mondes, und fand bald, dass bedeutende Katastrophen vorzugsweise zu den Zeiten grosser Fluth-Constellationen eingetreten waren."

„Gleichzeitig wurde ich bei dem Studium der vorzüglichsten Bücher über diesen Gegenstand gewahr, dass bereits vor zweihundert Jahren Jorje Balivi in Lima, vor hundert Jahren der italienische Meteorolog Toaldo und seit 1854 der französische Gelehrte Alexis Perrey den Einfluss des Mondes auf die Erdbeben ahnten und behaupteten. Namentlich hat der letztgenannte Forscher durch eine fleissige Zusammenstellung von Erdstössen aus allen Theilen der Erde den Beweis geliefert, dass mehr Erdbeben:

1. Zur Zeit des Neu- und Vollmondes als zur Zeit der Viertel;

2. zur Zeit der Nähe des Mondes an der Erde als bei seiner grössten Entfernung;

3. in den Wintermonaten der nördlichen Hemisphäre als in den Sommermonaten eintreten. Doch der Ueberschuss war so gering, dass ihm die Gelehrten in Europa jede Beweiskraft absprachen und der Einfluss des Mondes selbst von hervorragenden Männern, wie zuvor von Humboldt, Arago, Poisson, Ampère,¹⁾ so nachher von den ersten Koryphäen der Geologie geleugnet wurde. Man kann sich davon überzeugen, wenn man alle Werke durchsieht, welche vor dem Jahre 1868 über Erdbeben erschienen sind."

„Eine Theorie der Erdbeben hat auch Perrey nicht aufgestellt."

„Ich fand bald den Grund, weshalb die Arbeiten dieses Gelehrten kein überzeugendes Resultat liefern konnten, in der Mangelhaftigkeit seiner Untersuchung, in der unrichtigen Form derselben, in der Nichtbeachtung der grossen Fluth-Constellationen."

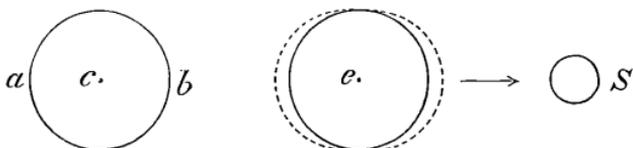
Wir wollen nun die Falb'schen Fluthconstellationen näher in's Auge fassen, zunächst aber die Erklärung, welche Falb über die Bildung der Meeresfluth durch Sonne und Mond gibt. Er sagt hierüber wörtlich²⁾ Folgendes:

¹⁾ Wie stolz würde sich Falb auf diesem Piedestal aus berühmten Männern, deren Meinung er siegreich bekämpfte, erheben — wenn seine Theorie die richtige wäre! Aber die Humboldt, Arago, Poisson, Ampère scheinen, wie in zahlreichen anderen Fällen, auch in diesem Recht zu behalten.

²⁾ R. Falb: „Von den Umwälzungen im Weltall"; pag. 100 u. f., die daselbst gegebene, oben reproducirte Erklärung ist vollständig falsch und sehr geeignet, falsche Vorstellungen über die Grösse der Fluthanziehung zu erzeugen.

„Es stehe die Sonne in S und es werde die Erde in c durch einen Kreis bezeichnet. Durch die Anziehungskraft der Sonne wird die Erde in einer bestimmten Zeit gegen die Sonne, also gegen den Punkt S vorrücken, und nach dem mit e bezeichneten Punkte gelangen. Da die Anziehung der Sonne aber auf die ihr näher stehenden Körper kräftiger wirkt, als auf die entfernteren, so wird die Erdoberfläche im Punkte b am stärksten, der Mittelpunkt c schwächer und der dem b entgegenstehende Punkt der Oberfläche a am schwächsten angezogen. Demzufolge müsste auch die Bewegung gegen die Sonne in b am stärksten, in a am schwächsten sein. Beträgt z. B. die Vorrückung des Centrums c , welches auf den mit e bezeichneten Punkt zu stehen kommt, $2'$, so wird die von b drei, jene von a nur $1'$

Fig. 1.



betragen, da b stärker, a dagegen schwächer angezogen wird als c . Die feste Erdrinde, deren Theile durch die Erstarrung zusammengehalten werden, wird bei dieser Bewegung mit dem Mittelpunkte gleichen Schritt halten. Allein Alles, was sich entweder an der Oberfläche oder im Innern als flüssig und somit von der festen Erdkruste als trennbar vorfindet, wird die Bewegung genau nach den Anforderungen der Sonnenanziehung ausführen.“

„Wir betrachten heute nur jene flüssige Masse, welche sich unmittelbar auf der Erdoberfläche befindet und in ihrer Bewegung keinen Widerstand von Seiten der festen Erdrinde erleidet: das Wasser des Meeres.¹⁾ Die Wassertheilchen in a

¹⁾ Die Behauptung, dass die feste Erdrinde der Fluthbewegung des Oceans keinen Widerstand entgegensetze, ist unbezahlbar, vergleiche darüber die folgenden Ausführungen.

können mit der festen Rinde, die sich mit der Geschwindigkeit des Mittelpunktes c gegen die Sonne bewegt, nicht gleichen Schritt halten und bleiben hinter ihr zurück, das heisst, es erhebt sich hier die Wassermasse über die kugelförmige Gestalt. Wir zeigen dies in der Fig. 69 durch den punktirten Wulst an. Die Wassertheilchen dagegen, welche sich auf der Erdoberfläche in b befinden, eilen dem Mittelpunkte der Erde und somit auch dem mit ihr gleichen Schritt haltenden kugelförmigen Umrisse vor, das heisst, es erhebt sich auch hier die Wassermasse über den kreisförmigen Durchschnitt der Erde." 1)

„Wir sehen, dass auf diese Weise die Sonne zwei Wasserberge erzeugt, den einen von ihr abgewendet wegen des Zurückbleibens, den zweiten ihr zugewendet wegen des Voreilens der Gewässer.“

„Auf dieselbe Art wie die Sonne wirkt aber auch der Mond auf die Erde; auch gegen den Mond führt die Erde eine Bewegung aus; wir brauchen dies hier nicht weiter zu erörtern, 2) es genügt, hervorzuheben, dass ganz aus demselben Grunde auch der Mond zwei Wasserberge erzeugt, von denen der eine ihm zugewendet, der andere direct von ihm abgewendet ist.“

„Indem die Erde sich in vierundzwanzig Stunden von West nach Ost um ihre Achse dreht, während diese Wasserberge innerhalb dieser Zeit ungefähr auf ihrer alten Stellung verbleiben, wird jeder Ort der Erde abwechselnd innerhalb vierundzwanzig Stunden bald zu einem Berge, bald zu einem Thale gelangen. Im ersten Falle erscheint das Meer zu steigen, es ist Fluth, im zweiten zu fallen, es ist Ebbe.“

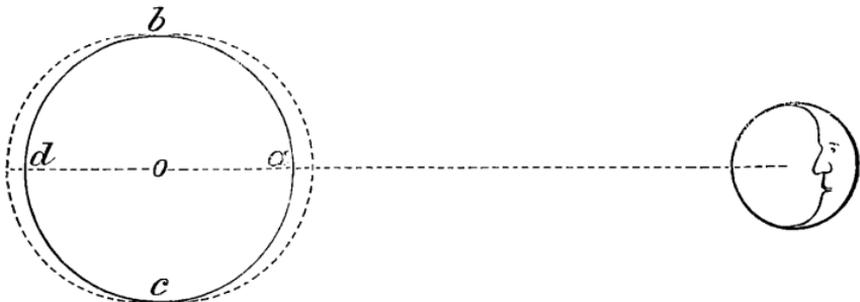
1) Das Wort „erheben“ sollte auch in der bloß theoretischen Flutherklärung vermieden werden. Weder Sonne noch Mond „heben“ durch ihre Anziehung die Wassertheilchen direct empor.

2) Es wäre eine Erörterung dieses Vorganges denn doch sehr wünschenswerth gewesen — sie hätte meines Erachtens das Unzulässige der Falb'schen Gezeiten-Erklärung klar erwiesen.

„Hier soll noch bemerkt werden, dass sich der Gipfel des zugekehrten Wasserberges nahezu unter dem betreffenden Gestirne, oder genauer gesprochen, an jenem Punkte befindet, dessen Bewohnern das betreffende Gestirn über dem Scheitel steht. Der Gipfel des abgekehrten Wasserberges liegt natürlich bei deren Antipoden. Nachdem aber Sonne und Mond nur den Bewohnern der heissen Zone über dem Scheitel stehen können, so folgt daraus, dass das Phänomen der Gezeiten sich am stärksten in der heissen Zone fühlbar machen muss.“

Wir wollen diesen Ausführungen Falb's gegenüber

Fig. 2.



gehend betrachten, wie Fluth und Ebbe des Meeres thatsächlich zu Stande kommen.

Fluth und Ebbe entstehen durch die auf die Wasserhülle der Erde ungleich wirkende Anziehungskraft des Mondes. Da die Stärke der Anziehung durch die Nähe vergrößert, durch die Entfernung verringert wird (sie verhält sich stets umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen), übt der Mond auf den ihm zunächst gelegenen Oberflächen Punkt *a* der Erde eine stärkere Anziehungskraft aus, als auf deren Mittelpunkt *o* oder die Punkte *b* und *c*, welche um 90° von dem ihm zunächst gelegenen Punkte *a* entfernt sind.

Der Unterschied der Mondanziehung für den Punkt *a* und den Mittelpunkt der Erde beträgt in

runder Zahl nur den neunmillionten Theil der irdischen Schwerkraft. Es sind sonach sehr kleine Unterschiede in der Anziehung, welchen das Fluth-Phänomen seine Entstehung verdankt. Von einer directen „Hebung“ der Gewässer durch die Anziehungskraft des Mondes kann demnach gar nicht die Rede sein, und kleine, abgeschlossenerere Meere haben in Folge dessen sehr schwache Fluth-Oscillationen. Bei der leichten Beweglichkeit der Wassertheilchen findet jedoch ein Abfließen nach jener Stelle statt, an welcher durch die Anziehungskraft des Mondes das Gewicht, wenn auch nur um eine minimale Grösse verringert wird, und so kommt es in weiten und offenen Meeren zu einem stärkeren Anschwellen der Gewässer unter dem Monde. In analoger Weise verhält sich die Sache an der vom Monde abgewendeten Halbkugel der Erde — nur sind hier die Unterschiede der Mondanziehung noch um einen kleinen Betrag (entsprechend der grösseren Entfernung) geringer, und die abgekehrte Fluthwelle fällt dem entsprechend schwächer aus, als jene der zugekehrten Erdhälfte. Die punktirten Linien der Skizze sollen die Lage der beiden Fluthberge versinnlichen. Vermöge der Achsendrehung der Erde findet an jedem Tage zweimal Ebbe und Fluth statt. Der Zeitraum, in welchem sich diese doppelte Oscillation abspielt, ist jedoch nicht genau 24 Stunden, sondern im Mittel 24 Stunden 50 Minuten 28 Secunden, was genau der Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Mondculminationen entspricht. Zwischen dem einen Hochwasser und dem anderen liegt daher stets ein Intervall von 12 h 25' 14" und für einen bestimmten Küstenpunkt tritt die Fluth täglich um etwa 50 Minuten später ein.

Wenn sich hierin unmittelbar der Einfluss des Mondes als Ursache des Fluth-Phänomens kund thut, wird doch durch einen anderen Umstand dieser Zusammenhang unkenntlich gemacht. Der Zeitpunkt der Fluth fällt nämlich in der Regel

nicht mit der Mondesculmination unmittelbar zusammen (wie dies theoretisch der Fall sein müsste, wenn die Erde eben vollständig und in gleicher Tiefe von Wasser bedeckt wäre), es liegt ein mehr oder minder beträchtliches Zeitintervall, Hafenzzeit genannt, zwischen der Culmination des Mondes und dem Eintritt des Hochwassers. Die Hafenzzeit ist für bestimmte Punkte der Küste verschieden — ihre Ursache werden wir später zu beleuchten haben.

In ähnlicher Weise, wie der Mond, würde auch die Sonne eine, wenn auch um Vieles schwächere Ebbe und Fluth erzeugen, wenn der Einfluss des Mondes nicht um so Vieles stärker wäre, dass jener der Sonne sich nur dadurch fühlbar machen kann, dass er zur Zeit der Syzygien (Neu- und Vollmond) mit jenem des Mondes zusammenfallend, Springfluthen erzeugt, während er zur Zeit der Quadraturen (erstes und letztes Viertel), jenem des Mondes entgegenarbeitend, Nippfluthen bildet. Im ersteren Falle liegen eben die von der Sonne und dem Monde erzeugten Fluthberge einer-, die Stellen der Ebbe andererseits an demselben Orte, während im zweiten Falle die von der Sonne erzeugte Fluth mit der Ebbe des Mondes, die von letzterem gebildete Fluth aber mit der Ebbe der Sonne zusammenfällt.

Der Unterschied in der Höhe des Wassers zur Ebbe- und Fluthzeit ist aber in den einzelnen Meeren ein sehr verschiedener. Wäre die Erde allseitig von Wasser bedeckt, so müsste sich das Phänomen der Gezeiten ganz regelmässig abspielen, und die Gegenden um den Aequator müssten bedeutend höhere Fluthen aufweisen als jene, welche in höheren Breiten liegen. Die grossen Landmassen aber hemmen die regelmässige Ausbildung der Fluth im höchsten Grade und bedingen locale Unterschiede nicht nur in der Fluthgrösse, sondern auch in der „Hafenzzeit“, d. i. in jenem Zeitintervall, welches zwischen den Mondculminationen und dem Eintritt des Hochwassers liegt. Man hat diesen Einfluss der Continente früher über-

schätzt, indem man eine Theorie aufstellte, nach welcher nicht nur kleine und halb isolirte Meeresbecken gar keine selbstständige Fluth aufzuweisen hätten, sondern auch im indischen und atlantischen Ocean die Fluth nicht selbstständig zur Ausbildung gelange, da hier gerade in den Aequatorialgegenden die Continente nebst den Inseln drei grosse von Nord nach Süd streichende Dämme bildeten, welche der Ausbildung der Fluthwelle im Wege ständen. Nach dieser, nun wieder aufgegebenen Theorie, entstünde die Fluth im pacifischen Ocean und theile sich westlich fortschreitend den übrigen Meeren mit, welche keine selbstständige Fluth besässen. Diese Ansicht konnte nur in Folge der localen Verschiedenheiten der Hafenzeiten und der Fluthhöhen auftauchen. Hinsichtlich der Fluthhöhen mag es genügen, daran zu erinnern, dass die Fluth im stillen Ocean nur 2—3 Fuss steigt, im atlantischen Ocean an der spanischen Küste 12, an der westfranzösischen 18 Fuss und an der englischen Küste am Eingange der Themse ebenso 18 Fuss Höhe erreicht. In engen Buchten und Canälen erreicht die Fluth jedoch viel beträchtlichere Höhen, im Bristol-Canal 40—50 Fuss und im Hintergrunde der Fundy-Bai an der südöstlichen Küste von Britisch-Nordamerika sogar 60—70 Fuss Höhe.

Darnach aber darf man den Effect der von Sonne und Mond erzeugten Oscillation der flüssigen Hülle des Erdballes nicht bemessen. Ausschlaggebend ist die geringe Höhe im offenen Weltmeer und in isolirten Meeresbecken.

In Binnenmeeren, wie im mittelländischen und schwarzen Meer, im Caspi-See, in der Ostsee und im mexikanischen Meerbusen ist fast gar keine Fluth bemerkbar. Indem ich nochmals die geringe Grösse der Verschiedenheit in der Anziehungskraft des Mondes für verschiedene Punkte der Erde und den dementsprechend geringen Effect in der Fluthbewegung des offenen Meeres (2—3 Fuss im pacifischen Ocean) betone, wende

ich mich zur Besprechung der sieben Fluthfactoren, welche nach Falb eine Verstärkung der Fluth zu erzeugen geeignet sind.

Falb gibt („Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 111) nachstehendes Schema dieser Factoren, welche, für sich genommen, eine Verstärkung der Fluth erzeugen:

Fluth-Factoren.

	Anziehungskraft unter Mitwirkung der	
	Constellation	Schwungkraft
☉	I. Nähe der ☉ (1. Jan.)	IV. Aequatorstand der ☉ (21. März u. 23. Sept.) V. Aequatorstand des ☽ VI. Quadratur (Revolutionsschwung)
☽	II. Nähe des ☽	
☉ u. ☽	III. Syzygium	
Ω	VII. Stellung des ☽ in der Ekliptik	

Von allen übrigen Factoren ist die verstärkende Wirkung, die sie auf die Fluth ausüben, längst bekannt, und bedarf ihr Einfluss wohl keiner weiteren Erörterung. Nur der sechste Fluth-factor Falb's, welcher „bisher von Seite der übrigen Gelehrten ganz unberücksichtigt geblieben ist”¹⁾, muss etwas näher betrachtet werden. Falb motivirt ihn folgendermassen:²⁾

„Sechster Factor. Nicht blos bei der Rotation der Erde um ihre Achse, sondern auch bei ihrer Bewegung oder Revolution um die Sonne tritt die Schwungkraft wirksam auf. — Dieser Schwungkraft zufolge haben alle Theile der Erde die Tendenz, sich gegen jenen Punkt zu bewegen, der bei dem Fluge der Erdkugel jeweilig die vorderste Stelle einnimmt; auf den Himmel übertragen, nennt man diesen Punkt den Apex. Er liegt stets in der Sonnenbahn (Ekliptik) und nahezu

1) „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 113.

2) Ebendasselbst, pag. 109 und 110.

neunzig Grade von dem Stande der Sonne entfernt gegen Westen. Bei der scheinbaren täglichen Bewegung des Firmaments von Ost nach West erreicht dieser Punkt sechs Stunden vor der Sonne seinen höchsten Stand über dem Horizonte. Nun erreicht aber der Mond seinen höchsten Stand sechs Stunden vor der Sonne dann, wenn er im letzten Viertel steht. Im letzten Viertel also fällt die Linie, welche von der Erde zum Monde geht, nahe mit der Linie zusammen, welche die Richtung des Revolutionsschwunges bezeichnet. Es werden sich daher beide Kräfte zu dieser Zeit unterstützen und eine Verstärkung der Meeresfluth herbeiführen." —

„Es muss daher die dem Monde zugekehrte Fluthwelle zur Zeit des letzten Viertels eine Verstärkung erfahren. Steht der Mond im ersten Viertel, so wird die abgekehrte Fluthwelle mit der Richtung des Revolutionsschwunges zusammenfallen und dadurch neuerdings eine Verstärkung der Meeresfluth eintreten, die aber um so viel schwächer sein wird, als die zugekehrte Welle die abgekehrte an Höhe übertrifft. Es besteht daher ein Gegensatz zwischen dem ersten und letzten Viertel, ebenso, wie zwischen Voll- und Neumond. Im Ganzen erweisen sich also auch die beiden Viertel, welche man zusammengenommen die „Quadraturen“ nennt, als ein Factor der Hochfluth.“ —

Das wäre sehr schön und gut — wenn es wahr wäre. Allein Falb hat hier ganz darauf vergessen, dass zur Zeit der Viertel ein viel mächtigerer Factor der vom Monde erzeugte Fluth entgegearbeitet: — Der Einfluss der Sonne.

Wenn man schon den Revolutionsschwung als Fluthfactor in Rechnung bringen will, kann man nur soviel sagen, dass derselbe zur Zeit der Syzygien der Bildung der Springfluth — zur Zeit der Quadraturen der Bildung der Nippfluth — entgegearbeitet, also die Differenz der Grösse der von Sonne und Mond erzeugten Fluthen auszugleichen bestrebt ist. Dass

demungeachtet Springfluth Springfluth und Nippfluth Nippfluth bleibt, dürfte selbst Falb wohl nicht in Abrede stellen können, wenn er die Sache etwas besser überlegt haben würde. — Die Behauptung, dass auch die Quadraturen einen Hochfluth-Factor darstellen, scheint übrigens nur zu dem Zwecke aufgeworfen zu sein, um auch jene Erdbeben, die so rücksichtslos sind, zur Zeit der Quadraturen einzutreten (wie z. B. das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880) in den Rahmen der Erdbeben-theorie einzwängen zu können.

Ich möchte hier darauf aufmerksam machen, dass, wenn wir neben den Syzygien auch die Quadraturen als Zeiten der Hochfluth voraussetzen, wenn wir ferner mit Falb annehmen, dass sich der Erdbeben-Effect der Hochfluth sowohl einige Tage vor als nach derselben einstellen kann,¹⁾ wenige Tage im Monat übrig bleiben, an welchen der Effect der Hochfluthen gänzlich mangeln würde. Es treten übrigens auch an diesen Tagen Erdbeben und vulcanische Ausbrüche ein. Ich werde später auf die Behauptungen Falb's über Verspätung und Verfrühung des Fluth-effectes zurückkommen und wende mich nun zunächst zu den von ihm eingehend erörterten „grossen Fluthconstellationen“.

Ueber die möglichen Combinationen der Fluthfactors bemerkt Falb: ²⁾

„Der III. und VI. Factor stehen sich vollkommen entgegen, derart, dass die höchste Wirkung des einen stets mit der geringsten Wirkung des anderen zusammenfällt. Diese beiden Factors schliessen sich also gegenseitig aus.“

„Bedingungsweise, das ist nur in den gegenwärtigen Jahrtausenden, schliessen sich ferner aus der I. und IV.“

¹⁾ Vergleiche: „Gedanken und Studien“, pag. 97—98, — ebendasselbst pag. 115 und 116. — „Von den Umwälzungen im Weltall“, pag. 220—222.

²⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall“, pag. 112 und 113.

Factor, da der 1. Januar nicht auf den 21. März oder 23. September fallen kann."

„Es sind daher im höchsten Falle nur folgende Combinationen möglich:

- | | | | |
|----|---------------------------|---|---------------------------|
| a) | I, II, III, —, V, —, VII | } | Solstitien. ¹⁾ |
| b) | I, II, —, —, V, VI, VII | | |
| c) | —, II, III, IV, V, —, VII | } | Aequinoctien. |
| d) | —, II, —, IV, V, VI, VII | | |

„Man sieht daraus, dass gegenwärtig höchstens fünf Factoren zusammentreffen können."

„Die Tage, an welchen eine dieser vier Combinationen stattfindet, sind es daher, auf welche sich unsere Aufmerksamkeit concentriren muss, wenn der Einfluss des Mondes und der Sonne auf die Naturerscheinungen erforscht werden soll."

„Das ist es, wodurch sich unsere Anschauung von allen bisherigen Fluth-Theorien unterscheidet."

Mir scheint nun, als ob die Falb'schen Anschauungen sich noch in etwas höherem Grade von den bisherigen Meinungen entfernten. Bis nun hat die Astronomie stets angenommen, dass ein Himmelskörper zu irgend einer Zeit einen bestimmten Ort einnimmt — Herr Rudolf Falb aber war es vorbehalten, zu zeigen, dass er an zwei Stellen zugleich sein Unwesen treiben kann.

Betrachten wir die Fälle sub *a* und *d* etwas näher. Der Fall *a* setzt voraus: Nähe der Sonne, Nähe des Mondes, Syzygium, Aequatorstand des Mondes, Stellung des Mondes in der Ekliptik. — Obwohl nicht Astronom von Fach, kann ich doch nicht umhin, die Möglichkeit der Erfüllung aller dieser Bedingungen zu bestreiten. Am ersten Januar, acht Tage nach dem Wintersolstitium, zu welcher Zeit die Sonne im Wendekreis stand, hat sie sich nur wenig von demselben entfernt. Steht der Mond zur Zeit des Syzygium in der Ekliptik, so

¹⁾ Sollte wohl heissen: „8 Tage nach dem Wintersolstitium."

kommt stets eine Finsterniss zu Stande, da Erde, Mond und Sonne in eine gerade Linie zu liegen kommen. Nun soll aber der Mond zur selben Zeit, da er, um diese Bedingungen zu erfüllen, $23\frac{1}{2}$ Grad vom Aequator entfernt sein muss, auch noch im Aequator stehen. Das heisst denn doch zu hohe Anforderungen an den Trabanten unseres Planeten richten!

Aehnliches gilt vom Falle *d*. Hier wird verlangt: Nähe des Mondes, Aequatorstand der Sonne, Aequatorstand des Mondes, Quadratur und Stellung des Mondes in der Ekliptik.

Zur Zeit der Aequinoctien steht nun die Sonne im Aequator, und zwar an einer Stelle, wo die Ekliptik denselben schneidet. Der Mond soll nun ebenfalls in der Ekliptik stehen, er soll (um der Bedingung der Quadratur zu genügen) 90^0 von der Sonne entfernt sein, und schliesslich wird an ihn noch die Forderung erhoben, sich auch im Aequator zu befinden. Das ist mehr, als er leisten kann. 90^0 vom Tag- und Nachtgleichenpunkt liegt die Ekliptik $23\frac{1}{2}^0$ vom Aequator entfernt, er kann also nur entweder im Aequator oder der Ekliptik, nicht aber an beiden Stellen zugleich sein.

Wenn die Sache nicht so erheiternd wäre, könnte man in einigen Unwillen gerathen über diesen Kern der „grossen Fluthconstellationen“. Falb leistet hier unendlich mehr, als Anaxagoras im zweiten Theile des Faust, indem dieser nur durch sein Flehen zur dreigestalteten Nachtgöttin den Thron derselben aus seiner Bahn bewegt; Falb aber denselben sogar an zwei verschiedenen Stellen des Himmels zur Wirksamkeit gelangen lässt. Die Wunderwerke der thessalischen Hexen treten hinter dieser Leistung eines modernen Astronomen, welche den Mond verdoppelt, weit zurück. Man müsste Spiritist sein, und an Zöllner's vier Dimensionen glauben, um allenfalls auch die Falbschen Fluthconstellationen für möglich halten zu können.

Es soll damit keineswegs geaugnet werden, dass die von Falb angeführten Factors in der That (mit Ausnahme des

schon früher widerlegten sechsten Factors) eine Erhöhung der Fluth herbeiführen. Als besonders starke Fälle wären zu bezeichnen die folgenden Combinationen:

α) I, II, III, VII.

β) II, III, IV, V, VII.

In beiden Fällen wird die Fluthstärke am grössten sein, wenn eine Sonnenfinsterniss eintritt, da dann die beiden zugekehrten, grösseren Fluthberge zusammenfallen. Wir können beide Fälle mit kurzen Worten dahin bezeichnen: α) Sonnenfinsterniss am 1. Januar bei gleichzeitiger Erdnähe des Mondes, β) Sonnenfinsterniss am 21. März oder 23. September bei gleichzeitiger Erdnähe des Mondes.

Es muss jedoch betont werden, dass alle Fluthfactors, mit Ausnahme der sub III angeführten (Syzygien), nur eine unbedeutende Wirkung ausüben, und nur dann Bedeutung haben, wenn sie mit demselben zusammenfallen. Aber auch dann ist die Fluth nur um einen geringen Betrag höher, als zur Zeit gewöhnlicher Syzygien.

Wir haben im ersten Abschnitt erörtert, dass aller Wahrscheinlichkeit nach das Innere der Erde einen hohen Grad von Starrheit besitzt, so dass die wechselnden Anziehungskräfte der Sonne und des Mondes nur einen verschwindenden Einfluss auf dasselbe üben können. Wir haben oben gesehen, dass die Fluth des Weltmeeres nur durch die ausserordentlich leichte Verschiebbarkeit seiner Theilchen Stande kommt, und eine sehr geringe Höhe (2—3 Fuss an den Küsten des pacifischen Ocean's) erreicht. Diese Erwägungen entziehen der Falb'schen Erdbeben-Hypothese jeden Boden. Allein wir wollen noch prüfen, welche Erscheinungen sich zeigen müssten, wenn ein glühend flüssiges Erdinnere im Sinne der Falb'schen Hypothese vorhanden wäre, welches den Einwirkungen der Fluth-

factoren unterläge. Es müssten dann ganz andere Erscheinungen zu Tage treten, als locale Erdbeben und Vulcanausbrüche, welche Falb als Folgen der unterirdischen Fluth hinstellt.

Ich muss hier zunächst eine willkürliche Annahme Falb's über die Verfrühung und Verspätung dieser Fluthwirkung zurückweisen. Falb sagt über dieselbe wörtlich Folgendes: ¹⁾

„Was die Retardation und Anticipation des Effectes betrifft, so geht ihre Bedeutung aus Folgendem hervor: Ueberall, wo in der Natur durch stufenweise Steigerung und Fall von Kräften, die dem früheren Gleichgewichte entgegenwirken, eine Summation der Materie erreicht wird, trifft das Maximum des Effectes nicht auf die höchste, sondern auf eine spätere, etwas niedriger liegende Stufe der Kraft, weil die zur vorhandenen Summe durch die verringerte Kraft hinzutretende Vermehrung noch ausreicht, um den durch das Gleichgewichtsbestreben eintretenden Defect zu maskiren.²⁾ Speciell vom Standpunkt meiner Theorie ist jedoch ausserdem noch zu beachten, dass — wenn es sich um einen unterirdischen Durchbruch handelt — sehr häufig einer später eintretenden geringeren Fluth das gelingen kann, was die vorausgehende stärkere nicht zu Stande brachte. Denn wenn wir z. B. uns nach Jahrtausenden den Aetna eingestürzt und erloschen denken, so werden noch immer als Zeugen der einstigen Communication zahlreiche Canäle und Schlote vom flüssigen Erdinneren zu dem höher gelegenen Becken und von diesem wieder an die Erdoberfläche laufen. Die wieder erwachende vulcanische Kraft wird nun zwar den Weg durch diese mehr oder minder verworfenen und verschütteten Canäle suchen, ihn aber erst nach wiederholten

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 96,

²⁾ Ich glaube kaum, dass es Herrn Falb durch diese gewundene Darstellung gelungen ist, den bedeutenden „Defect” seiner Theorie, welcher in dem Nicht-Zusammentreffen der angeblichen Ursache und der Wirkung liegt, zu „maskiren”.

Angriffen¹⁾ frei zu machen im Stande sein. Deshalb werden die aus den tiefsten unterirdischen Durchbrüchen entstehenden Erdbeben möglicherweise nicht am Syzygiumstage, wo die Fluth am grössten ist, sondern erst 1—3 Tage später, oft gar erst bei der nächsten Hochfluth, also 14 oder 29 Tage später,²⁾ wo der Widerstand durch wiederholte Angriffe (namentlich durch die grosse Kraft derselben am Tage der Hochfluth) schon sehr geschwächt ist, eintreten.”

„Je stärker aber das Maximum selbst ist, desto geringer muss die Verspätung des Durchbruches ausfallen, ja, wenn die Fluth-Ziffer eine besondere Höhe erreicht, sich sogar in eine Verfrühung verwandeln. Auf diesen Satz lege ich den grössten Werth. Ich muss jedoch gleich im Vorhinein bemerken, dass er nicht a priori aufgestellt, sondern erst, nachdem der Mondeinfluss bereits im Allgemeinen festgestellt war, beim Detail-Studium aus den Thatsachen abstrahirt wurde. Anfangs machte mir die Erklärung dieser „Anticipation des Effectes“ Schwierigkeiten, als ich mir jedoch, Kraft und Widerstand durch Ziffern ausdrückend, den ganzen unterirdischen Eruptions-Process lebhaft³⁾ vorstellte, da sah ich bald ein, dass das Gleichgewicht zwischen der angreifenden und widerstehenden Kraft bei sehr hohem Werthe der ersteren bereits einige Tage vor dem Maximum eintreten müsse, so dass, da dann der Druck noch fortwächst, der Durchbruch gleichfalls eine Verfrühung zeigen muss. Nach meinen Untersuchungen kann diese Verfrühung auf 5 Tage steigen.” — —

¹⁾ Diese „Angriffe“ müssten doch wohl als mehr oder minder starke Erdschütterungen an der Oberfläche fühlbar sein??

²⁾ Hiedurch soll der für Falb's Erdbeben-theorie sehr fatale Umstand, dass starke Syzygien bisweilen nicht von Erdbeben begleitet erscheinen, entkräftet werden.

³⁾ Es ist dazu sehr grosse Lebhaftigkeit der Vorstellung (recte Phantasie) nöthig.

Von Interesse für die Beurtheilung der Art und Weise, wie Falb zu seinen Ansichten gelangte, ist es, diesen speciellen Fall in's Auge zu fassen: es war das Nichteintreffen einer Prophezeiung, welche den Propheten veranlasste, für einen späteren Fall die Vorherbestimmung zu ändern. Falb sagt hierüber wörtlich: ¹⁾

„Für die schüchterne Andeutung des Erdbebens vom 13. August 1868, die an die Erwähnung der Meeresfluthen vom 7. Februar im „Sirius“ vom 1. März 1868 mit folgenden auch dort fettgedruckten Worten: **„Wir sagen hier ein ähnliches Ereigniss für den 19. August 1868 voraus** und werden seinerzeit auch die Gründe angeben, die uns zu dieser Prophezeiung berechtigen“, angeknüpft wurde, war das Princip der „Anticipation“ — weil mir damals noch unbekannt — nicht in Anwendung gebracht, wohl aber für die Voranzeige des Erdbebens vom 1. October 1869, da das theoretische Maximum des Druckes auf den 5. October fiel, welche Voraussehung sich glänzend bewährte“.

Wenn die schüchterne, fettgedruckte Andeutung des Erdbebens vom 13. August um sechs Tage sich irrte, und zwar in dem Sinne, dass eine unvorhergesehene Verfrühung des Effectes eintrat, ereignete sich in einem anderen Falle eine für Falb noch unbequemere Verspätung. ²⁾ Für den 27. August 1874 hatte Falb, nachdem der Aetna sichere Anzeichen eines bevorstehenden Ausbruches gegeben hatte, eine Eruption vorausgesagt; weil an diesem Tage eine Hochfluth in Aussicht stand. Bereits am 8. und 16. August war der Gipfelkrater in Thätigkeit, und am Morgen des 29. erfolgte eine Seiteneruption, welche Falb als eine ausgezeichnete Bestätigung seiner Prophezeiung ausposaunte. Es wird an anderer Stelle meine

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 98, in der Note.

²⁾ Vergleiche diesbezüglich: „Gedanken und Studien,” pag. 46, und „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 262 u.

Aufgabe sein, zu zeigen, dass in diesem Falle das Gewicht der schon vor Wochen bis zu dem 10.000' über dem Meer gelegenen Gipfelkrater emporgestiegene Lavasäule von dem Berge nicht mehr ertragen werden konnte. — er erhielt einen Riss, durch welchen in Folge des Druckes der lastenden Säule die Lavamasse ausströmte. Ein solches Ereigniss hat offenbar mit einer Fluth des glühend flüssigen Erdkernes nichts zu schaffen. Wenn aber Falb demungeachtet das Gegentheil behauptet, sei es gestattet, die Frage aufzuwerfen, wie es denn möglich sei, dass hier, trotzdem nachgewiesenermassen die Communication bereits hergestellt war, der Effect der Fluth zwei volle Tage nach dem Fluth-Maximum eintreten konnte?

Falb's Behauptungen widersprechen hier allzu sehr aller Wahrscheinlichkeit. Wenn ich ein paar Freunde für Dienstag Abends zu einer Tarockpartie lade, und sie erscheinen am Donnerstag mit der Betheuerung, dass unaufschiebbare Geschäfte sie am Dienstag zu kommen verhindert hätten, werde ich darüber kaum in grosse Aufregung gerathen; wenn aber eine „Theorie“ an die Anziehungskraft der Sonne und des Mondes die Anforderung stellt, an einem bestimmten Zeitpunkt irgend einen Effect zu erzielen, und derselbe dann nicht eintritt, dann muss es irgendwo einen Haken haben. In dem eben citirten Falle vom Ausbruch des Aetna würde auch eine Verspätung von einem Tage für mich hinreichen, um die Behauptung zu rechtfertigen, dass Falb's Theorie hier eine Widerlegung, keineswegs aber eine Bestätigung erfahren hat. Und Aehnliches gilt von allen Prophezeiungen, mit welchen Falb in den Journalen so viel Unwesen getrieben hat. Bedenken wir, dass durchschnittlich an jedem Tage mindestens zwei Erderschütterungen an irgend einer Stelle der Erdoberfläche eintreten, und setzen wir eine Fehlergrenze von fünf Tagen vor, und drei Tagen nach dem bezeichneten Erdbebentag hinzu, dann ersehen wir, dass eine solche Prophezeiung kein grosses Wagniss ist.

Wäre ein glühend-flüssiges, dem Einflusse von Sonne und Mond unterworfenes, also Ebbe und Fluth zeigendes Erdinnere wirklich vorhanden, dann müssten sich, und zwar auf Stunden und Minuten genau, regelmässige Oscillationen an der starren Kruste der Erde geltend machen, sobald dieselbe nicht so dick und schwer ist, dass sie jede Ebbe und Fluth des Kernes dadurch verhindert, dass sie denselben durch ihren enormen Druck verfestigt. Ich bin nicht der Meinung Reyer's, dass eine solche Fluthwelle bestehen könne, ohne von uns bemerkt zu werden, weil uns, da wir die Bewegung mitmachen, die Möglichkeit entzogen wäre, sie zu beobachten.¹⁾ Ich glaube vielmehr, dass die Starrheit der Kruste sie hindern würde, diese Bewegung wie eine elastische Haut mitzumachen. Es müssten zahlreiche Sprünge in der Richtung der Mittagskreise die Oberfläche durchsetzen, die an der Stelle der Fluthberge klaffen, an der Stelle der Ebbe aber sich schliessen würden. Die Aequatorialgegenden würden zweimal täglich der Schauplatz lebhafter Bewegung der Erdoberfläche werden, oder wenigstens zur Zeit der grossen Fluthconstellationen solche wahrnehmen lassen.

Von dem Allen beobachten wir aber nichts. Wir nehmen nur Eruptionen in vulcanischen Küstengegenden und Erdbeben in Kettengebirgen wahr, wobei deren Verbindung mit den Fluthfactors als eine sehr problematische erscheint, da die Hochfluthtage keineswegs genau mit den Erdbeben und Vulcanausbrüchen zusammenfallen. Falb versucht freilich über diese Klippe dadurch hinauszukommen, dass er die unterirdische Fluth nur Anregerin der vulcanischen Erscheinungen sein lässt. Die Lava soll die unterirdischen Canäle gehoben und eingepresst werden, worauf der vulcanische Explosionsprocess in Thätigkeit tritt. Ich werde die unrichtigen Ansichten Falb's über Vulcanismus später näher zu beleuchten haben, an dieser Stelle

¹⁾ „Beitrag zur Physik der Eruptionen,“ pag. 111.

möchte ich nur hervorheben, dass seine Annahme eines Emporhebens des flüssigen Erdinnern in Canäle der Erdrinde durch die unterirdische Fluth vollständig unzulässig ist. Falb spricht stets von einer „hebenden Kraft“, welche die Anziehung von Sonne und Mond gelegentlich der Fluth ausübt. Dies ist nach dem, was wir über das Zustandekommen der Meeresfluth wissen (vergleiche darüber die eingehenden Ausführungen am Beginn dieses Abschnittes), ganz irrig. Falb selbst gibt zu, dass eine eigentliche Fluthwelle im Inneren der Erde sich nicht bilden kann. Ich citire seine eigenen Worte:

„Die Anziehung von Sonne und Mond wirkt auch auf den feurigflüssigen Erdkern. Allerdings kann eine Fluthwelle, wie wir sie an dem Meere beobachten, hier wegen des Druckes der festen Erdkruste auf die innere Masse nicht entstehen. Allein das Bestreben dieser flüssigen Masse, nach den Anforderungen von Sonne und Mond sich zu bewegen und eine Welle zu bilden, muss sich durch einen Druck äussern, und so wird Lava in die unterirdischen Canäle eingepresst, oder die schon darin befindliche Masse emporgedrängt, sobald die Fluthkraft eine bedeutende Höhe erreicht.“¹⁾

Allein, auch wenn wir die früher bekämpfte Prämisse eines glühend flüssigen Erdkernes acceptiren, ist diese Ansicht unhaltbar. Wenn in Folge des Druckes der festen Erdrinde keine Fluthwelle sich bilden kann, dann fehlt die Kraft, welche die Lava in den Schlot treiben und heben soll. Die vereinigte Anziehungskraft der Sonne und des Mondes ist nicht im Stande, in einem Binnenmeere starke Ebbe und Fluth zu erzeugen — ebensowenig vermag sie an irgend einer Stelle das vorausgesetzte glühend flüssige Erdinnere in die Spalten der Rinde emporzuheben — es wirkt eben die enorm viel bedeutendere irdische Anziehung direct entgegen. Wenn, wie Falb selbst angesichts der Thatsachen zugeben muss, keine

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 217.

Fluthwelle im Erdinneren zu Stande kommen kann, dann vermag die schönste Fluthconstellation nicht, die Lava auch nur um einen Fuss zu heben. Es müsste der Effect jedoch mehrere tausendmal so gross sein, um Eruptionen aus dem Gipfelkrater des Aetna oder aus den Riesenvulcanen der Anden herbeizuführen.

Wir sehen sonach, dass selbst dann, wenn wir der Falb'schen Erdbebentheorie zu Liebe ein gluthflüssiges Erdinnere annehmen, wie es nicht existiren kann, die viel gepriesene Theorie der eingehenden Kritik nicht Stand zu halten vermag, und sich als eine haltlose Hypothese erweist.

Immerhin erscheint es mir nothwendig, jene Thatsachen, welche Falb als Beweise für die Richtigkeit seiner „Theorie“ vorbringt, näher zu beleuchten — es wird sich dabei herausstellen, dass sowohl die Statistik der Erdbeben als auch die nähere Betrachtung der Erdbebenerscheinungen, weit entfernt, Belege im Sinne der Falb'schen Anschauungen darzubieten, ebenso klar dieselben ad absurdum führen, als unsere bisherigen allgemeineren Betrachtungen. —

III.

Erdbebenstatistik.

„Zahlen regieren die Welt.“
 „Mit Zahlen lässt sich trefflich streiten,
 Mit Zahlen ein System bereiten.
 Den Zahlen muss man selbstverständlich glauben,
 Und von der Zahl lässt sich kein Jota rauben.“
 (Frei nach Goethe.)

ach der Falb'schen Theorie muss in der Vertheilung der Erdbeben der Zeit nach eine doppelte Periodicität zu bemerken sein, eine solche nach dem Stande des Mondes und eine weitere nach dem Stande der Sonne. Falb bemühte sich, die letztere statistisch nachzuweisen und schlug folgenden Weg ein: Aus dem englischen Erdbebenkataloge von Mallet zählte er die Erdbebenstage vom Jahre 800 bis 1843 nach Christus. Es fanden sich in jener Sammlung innerhalb dieses, tausend Jahre umfassenden Zeitraumes 5500 Erdbebenstage auf der nördlichen Halbkugel. Nach Falb „zeigt sich zunächst die grösste Häufigkeit der Erdbeben im Monate Januar, dann nimmt die Zahl derselben ab, steigt wieder im April zu einem zweiten Maximum an und fällt dann wieder zum absoluten Minimum im Juni. Im Monate Juni gibt es also am wenigsten Erdbeben auf der nördlichen Halbkugel. Von da an nimmt die Häufigkeit wieder zu und erreicht im August ein schwaches, im October aber ein hervorragendes Maximum. Darauf fällt die Zahl im November, hebt sich aber wieder im December, um zum ersten, dem Januar-Maximum anzusteigen.“¹⁾

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 161.

Falb stellt die Zahl der Erdbebenstage für die nördliche Hemisphäre für jeden Monat percentweise in folgender Art dar:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
11	9	8	8	8	7	7	8	7	9	8	9 ¹⁾

Die Erdbebenvertheilung auf der südlichen Hemisphäre zu erforschen, bildete einen hervorragenden Punkt in dem Programme von Falb's südamerikanischer Reise. Es stellte sich heraus, dass (ich citire Falb's eigene Worte) „auf der südlichen Hemisphäre die Vertheilung der Erdbeben vollständig mit jener auf der nördlichen übereinstimmt, das heisst, dass das Maximum auf den Januar und das Minimum auf unsere Sommermonate fällt“.

Die officiellen Aufzeichnungen im Lyceum von Copiapo (nördlich von Chili) ergeben nach Falb von 1862—1877 die Zahl von 474 Erdbebenstagen, welche sich durch Notizen aus dem dort erscheinenden Journale „La Constituyente“ noch zu 501 ergänzen lassen. Diese sollen sich auf die einzelnen Monate folgendermassen vertheilen:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
62	37	42	45	46	35	41	43	20	56	53	21

Falb setzt hieraus die Percentualcurve fest und stellt sie ohneweiters, als jene der südlichen Hemisphäre, jener gegenüber, die er aus 5500 Erdbebenstagen der nördlichen Hemisphäre gefunden hat. Während die letzteren in einem Zeitraume von über 1000 Jahren stattfanden, sind es nur die Beobachtungen

¹⁾ Die Addition ergibt statt 100 nur 99: grosse Geister genirt so etwas nicht.

von fünfzehn Jahren in einem Orte Südamerikas, welche der nachstehenden, aus Falb's „Umwälzungen des Weltalls“ entnommenen Percentualcurve der Südhemisphäre zu Grunde liegen:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
12	7	8	9	9	7	8	9	4	11	11	4

Ausdrücklich betont Falb, dass diese Curve von Copiapo mit den 120 Erdbebetagen, welche Mallet's Katalog aus der südlichen Hemisphäre mittheilt, übereinstimmt. Diese 120 Erdbebetage vertheilen sich auf die einzelnen Monate des Jahres in folgender Weise:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
12	9	4	11	8	9	7	6	7	13	23	11

Um an einem Beispiele zunächst zu zeigen, wie Falb mit der Statistik der Erdbeben umspringt, und was für Dinge er vollkommen übereinstimmend findet, habe ich zunächst die Percentualcurve dieser 120 Erdbebetage, die mit jener von Copiapo vollständig übereinstimmen soll, abgeleitet. Sie lautet:

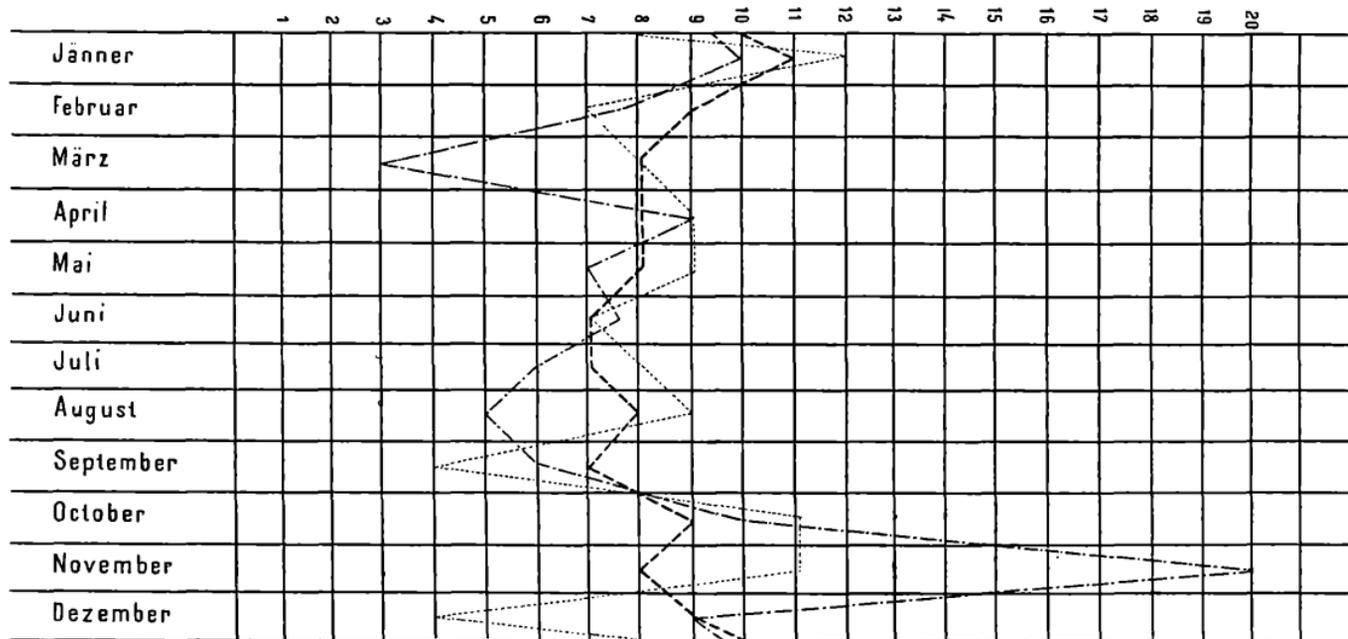
Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
10	7·5	3	9	7	7·5	6	5	6	10	20	9

Ich bedaure, weder diese Curve mit jener von Copiapo, noch eine von beiden mit der Percentualcurve der Beben der nördlichen Hemisphäre übereinstimmend finden zu können. Maxima und Minima nicht nur, sondern der ganze Verlauf dieser

Percentagecurven sind weit entfernt sich zu decken, was der Fall sein müsste, wenn Falb's Ansicht die richtige wäre. Man kann dem gegenüber einwenden, dass das Material, welches den einzelnen Curven zu Grunde liegt, ein sehr ungleiches ist, und ich selbst gebe gern zu, dass ich es nicht wagen würde, auf Grund so gänzlich unzulänglicher Behelfe für die Südhemisphäre überhaupt Percentagecurven aufzustellen, welche die Häufigkeit der Erdbeben in den einzelnen Monaten zeigen sollen. Einige Uebereinstimmung müsste zwischen denselben indess doch vorhanden sein, wenn Falb's Ansicht die richtige wäre. Mir ist es jedoch an dieser Stelle nur darum zu thun, an einem Beispiel klar zu zeigen, was Falb als „vollkommen übereinstimmend“ und als beweisend für seine Theorie erachtet. Auch der grösste Anhänger der Falb'schen Theorie wird beim Anblicke der graphischen Darstellung dieser drei Curven wohl kaum im Stande sein, die von Falb behauptete Uebereinstimmung herauszufinden. — Es sei jedoch gestattet, noch ein weiteres derartiges Beispiel anzuführen, indem ich abermals die Ausführungen Falb's wörtlich citire: „Als wir die Vertheilung der Erdbeben nach den verschiedenen Monaten erforschten und jene Curve fanden, nach welcher die meisten Erdbeben der nördlichen Halbkugel im Januar, April und October eintreten, fragten wir uns, ob diese Vertheilung wirklich eine gesetzmässige oder eine zufällige sei, das heisst, ob die Erdbeben im Allgemeinen sich so vertheilen, oder ob nicht etwa diese Vertheilungcurve nur gerade für die Zahl von 5500 Erdbebentagen gelte, und eine andere Curve sich herausstellen würde, wenn man 1000, und wieder eine andere, wenn man 10.000 Erdbebentage untersuchen würde“. ¹⁾

„Diese Frage war sehr wichtig, denn aus ihrer Bejahung oder Verneinung musste hervorgehen, ob es in der Vertheilung

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 175.



————— Percentualcurve der nördl. Hemisphäre nach den 5500 Erdbebetagen Mallet's.

- - - - - Percentualcurve der 120 Erdbebetage Mallet's auf der südlichen Hemisphäre.

..... Percentualcurve der süd. Hemisphäre nach Falb, gegründet auf 501 Erdbebetage von 1862—1877 zu Copiapo.

der Erdbeben ein bestimmtes Gesetz gebe, welches uns zur Auffindung ihrer Ursache verhelfen könnte. Es machte keine grossen Schwierigkeiten, die Antwort darauf zu erhalten."

„Wir theilten zu diesem Zwecke die 5500 Erdbebetage zwei Hälften, und erhielten so 2750 Erdbebetage der ersten und 2750 Erdbebetage der zweiten Periode." Folgendes sind die betreffenden Percentualreihen, und zwar bezieht sich die Reihe *a* auf den Zeitraum von 800 bis 1794 nach Chr., die Reihe *b* auf 1795 bis 1842 nach Chr."

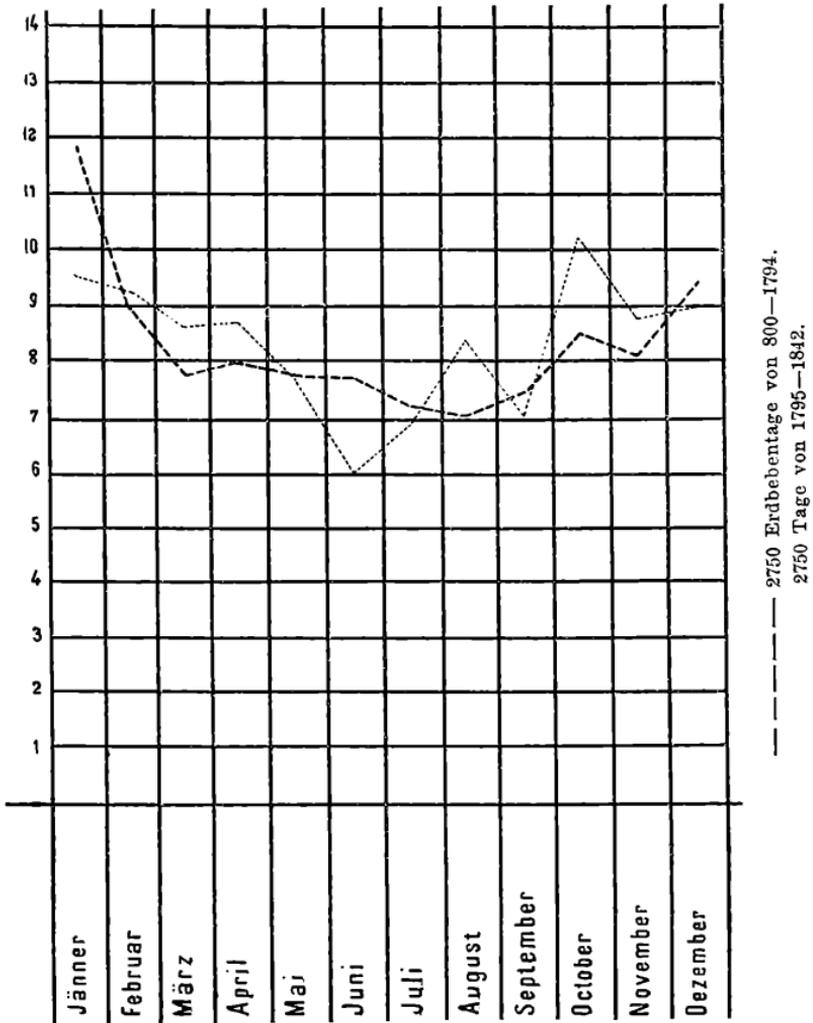
	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
	11·8	9·0	7·8	8·0	7·8	7·7	7·2	7·1	7·5	8·5	8·1	9·4
b	9·5	9·1	8·6	8·6	7·7	6·0	6·9	8·3	7·2	10·3	8·8	9·0

„Die wesentliche Uebereinstimmung der beiden Perioden steht ganz ausser Zweifel, und es sind Tausende gegen Eins zu wetten, dass eine hundertmal grössere Zahl von Erdbebetagen gleichfalls keine andere Vertheilung ergeben wird."

„Man hat in neuester Zeit meteorologische Erscheinungen mit der Häufigkeit der Sonnenflecken in Beziehung gebracht, auf Grund von solchen statistisch ermittelten Reihen; aber der Parallelismus tritt nirgends so stark hervor, wie in diesen zwei Erdbebencurven."

Ich darf es wohl nicht wagen, mich mit meinem Gegner in Bezug auf mathematische, geometrische und astronomische Kenntnisse in einen Wettstreit einzulassen, dennoch muss ich aussprechen, dass ich von Parallelismus bis nun eine andere Vorstellung gehabt habe, und dass ich die von Falb aufgestellten Percentualcurven auf Grund dieser Vorstellung kaum als parallel anzuerkennen vermag. Wie aus der graphischen Darstellung

ersichtlich, weisen dieselben bedeutende Verschiedenheiten in ihrem Laufe auf — die eine Curve hat ihr Maximum im Januar,



die andere im October, die eine ihr Minimum im August, die andere im Juni. Mein beschränkter Verstand begreift nicht, wie

man derartige Curven eines Parallelismns beschuldigen kann; ich glaube, dass ein ganz merkwürdiges, mit zahlreichen Prismen ausgestattetes optisches Instrument dazu gehört, um sie dem Auge eines gewöhnlichen unerfahrenen Menschenkinds parallel erscheinen zu lassen.

Nothwendig erscheint mir, an dieser Stelle zu betonen, dass überhaupt die Percentsätze der Erdbebenstage, wie sie Falb für die einzelnen Monate festgesetzt hat, verhältnissmässig wenig von der Durchschnittsziffer abweichen. Als letztere erhalten wir 8·33 Procent Erdbebenstage pro Monat. Nachstehend sei die durch Combination der zuletzt angeführten Falb'schen Curven erhaltene Percentualreihe der Erdbebenstage von 800 bis 1842 nach Chr., und die negative und positive Abweichung von der monatlichen Durchschnittsziffer angegeben:

Januar:	10·65	=	+	2·316	
Februar:	9·05	=	+	0·716	
März:	8·2	=			— 0·133
April:	8·3	=			— 0·033
Mai:	7·75	=			— 0·583
Juni:	6·85	=			— 1·483
Juli:	7·05	=			— 1·283
August:	7·7	=			— 0·633
September:	7·35	=			— 0·983
October:	9·4	=	+	1·066	
November:	8·45	=	+	0·116	
December:	9·2	=	+	0·866	
<hr/>					
Summe:	99·95	=	+	5·083	— 5·133

Wir erhalten daher als Summe der Abweichungen von der Durchschnittsprocentzahl + 5·083 und — 5·133. (Die Summe der positiven und negativen Abweichungen ist um 0·05 verschieden, weil die Summe der Percentualreihe nicht 100 sondern 99·95 beträgt, was wieder darin seinen Grund hat, dass

die sub *a* auf pag. 176, der „Umwälzungen des Weltalls“ von Falb ausgeführte Percentualreihe einen Fehler von 0·1 Procent enthält.)

Wir ersehen aus unserer Zusammenstellung erstlich, dass die Summe der Abweichungen von der Durchschnittsprocentzahl viel zu gering ist, um als Basis der Falb'schen Ansichten zu dienen, zweitens, dass Falb's Angabe, dass im April (nach dem Frühlings-Aequinoctium) ein „Maximum“ der Erdbebenhäufigkeit, ähnlich jenem im Januar und October eintrete, vollständig unbegründet ist. Im April und März bleiben die Erdbeben unter der Durchschnittszahl, und es ist sonach das Frühlings-Aequinoctium (21. März) von keinem Einfluss auf die Häufigkeit der Erdbeben, während nach dem Herbst-Aequinoctium (23. September) anscheinend eine Steigerung der Häufigkeit der Erdbeben (wenn auch eine ganz unbedeutende) eintritt. Dies lässt wohl darauf schliessen, dass die Stellung der Sonne im Aequator, die an den Tag- und Nachtgleichen eintritt, der vierte Fluthfactor Falb's, von keinem Belang für die Häufigkeit der Erdbeben ist.

Allein es lässt sich aus den von Falb mitgetheilten Percentualreihen geradezu der Schluss ableiten, dass bei grösserem Beobachtungsmaterial diese Abweichungen vollständig verschwinden und die Curve, welche die Häufigkeit der Erdbeben in den einzelnen Monaten des Jahres ausdrückt, zu einer Geraden werden muss.

Ich wiederhole die beiden Percentualreihen für den Zeitraum von 800—1794 und 1795—1842 nach Christo, indem ich die Abweichungen von der monatlichen Durchschnittsziffer hinzusetze:

Percentualreihe für 2750 Erdbebentage von 800—1794 n. Chr.			Percentualreihe für 2750 Erdbebentage von 1795—1842 n. Chr.		
Januar	11.8	= + 3.46	Januar	9.5	= + 1.16
Februar	9.0	= + 0.66	Februar	9.1	= + 0.76
März	7.8	= - 0.53	März	8.6	= + 0.26
April	8.0	= - 0.33	April	8.6	= + 0.26
Mai	7.8	= - 0.53	Mai	7.7	= - 0.63
Juni	7.7	= - 0.63	Juni	6.0	= - 2.33
Juli	7.2	= - 1.13	Juli	6.9	= - 1.42
August	7.1	= - 1.23	August	8.3	= - 0.03
Septemb.	7.5	= - 0.83	Septemb.	7.5	= - 1.13
October	8.5	= + 3.16	October	10.3	= + 1.96
Novemb.	8.1	= - 0.23	Novemb.	8.8	= + 0.46
Decemb.	9.4	= + 1.06	Decemb.	9.0	= + 0.66
Summe	99.9	+ 5.36 - 5.46	Summe	100	+ 5.56 - 5.56

Wir erhalten also als Summe der Abweichungen der Durchschnitts-Procentzahl für die erste Percentualreihe + 5.36 und - 5.46 (der Fehler von 0.1 Percent in der Falb'schen Percentualreihe macht sich hier bemerklich), für die zweite Reihe aber: + 5.56. Combiniren wir, wie oben ausgeführt, beide Reihen und suchen wir die Summe der Abweichungen, so erhalten wir + 5.1. Es verringert sich sonach, entgegen der Falb'schen Behauptung, durch die Berücksichtigung zahlreicherer Erdbebentage, die Summe der Abweichungen, und der Schluss erscheint gerechtfertigt, dass diese Summe auf Null herabsinken wird, sobald genügendes Material der Untersuchung zu Gebote steht.

Wenn Falb's Behauptung: die Percentualcurve der Erdbebentage zeigt drei Maxima: in den Monaten Januar, April und October, im Allgemeinen richtig wäre, müsste sie auch in einzelnen Fällen ihre Bestätigung finden. Wir wollen

für zwei Länder, Niederösterreich und Kärnten, die Vertheilung der Erdbebenstage auf die einzelnen Monate seit dem Jahre 1000 n. Chr. untersuchen. Für die Erdbeben Niederösterreichs hat E. Suess, für jene Kärntens H. Hoefler eine chronistische Zusammenstellung geliefert. Der ersteren¹⁾ entnehmen wir, dass vom Jahre 1000 n. Chr. bis zum Jahre 1873 in Niederösterreich und den angrenzenden Gebieten an 120 Tagen Erderschütterungen stattfanden. Es vertheilen sich dieselben in folgender Weise auf die einzelnen Monate des Jahres:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
19	16	6	9	8	15	7	9	9	9	6	7

Hervorzuheben ist die grosse Zahl der Erdbebenstage im Juni, welche gar nicht mit der Falb'schen Theorie übereinstimmt, und das gänzliche Fehlen der April- und October-Maxima. Hingegen fanden allerdings zahlreiche Beben im Januar, fast ebenso viele aber auch im Februar statt.

Als Percentualcurve erhalten wir (vergleiche die graphische Darstellung auf Seite 67) nachstehende Zahlen:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
16	13	5	7·5	7	12	6	7·5	7·5	7·5	5	6

¹⁾ E. Suess, „Die Erdbeben Niederösterreichs,“ 33 Bd. d. Denkschriften d. k. Akademie d. Wissenschaften, 1873, IV. Abschnitt: Verzeichniss von Erdbeben in Niederösterreich und einigen zunächst angrenzenden Landestheilen.

Wenden wir uns zu den Erdbeben Kärntens, so nehmen wir in der chronistischen Zusammenstellung Hoefers¹⁾ 180 Erdbebetage von 1000 n. Chr. bis 1877 wahr. Es vertheilen sich dieselben auf die Monate in nachstehender Weise:

Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
40	16	18	6	12	14	6	9	17	13	9	20

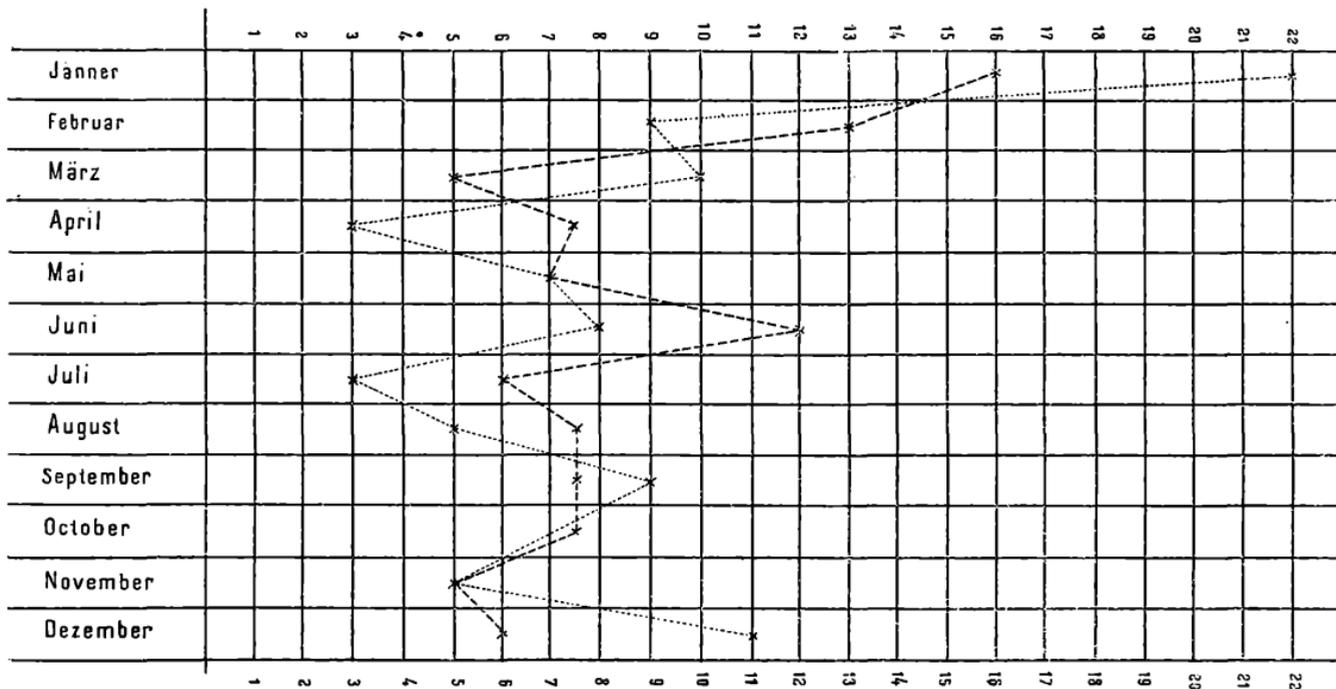
Wir nehmen auch hier eine sehr grosse Zahl von Erdbebetagen im Monate Januar wahr, doch muss bemerkt werden, dass von den angeführten 40 Erdbebetagen des Monats Januar, 16 auf das Jahr 1862 allein fallen, in welchem fast täglich an der Nordseite der Koschutta Erdbeben verspürt wurden. Bemerkenswerth ist ferner das absolute Minimum im April, welches gar nicht mit Falb's Ansichten übereinstimmt, und die ebenfalls geringe Zahl der Beben im October, welche von jenen des Januar, Februar, März, Juni, September und December übertroffen wird.

Die Percentualzahlen für die einzelnen Monate sind:

Januar	Febr.	Mä.	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
22	9	10	3	7	8	3	5	9	7	5	11

Klarer als viele Worte zeigt ein Blick auf die graphische Darstellung der beiden Percentualcurven, wie wenig die Vertheilung der Erdbebetage auf die einzelnen Monate in beiden Ländern übereinstimmt, und wie wenig beide Curven den Anforderungen der Falb'schen Theorie entsprechen.

¹⁾ H. Hofer, „Die Erdbeben Kärntens und deren Stosslinien,“ Denkschriften d. k. Akademie d. Wissenschaften 42, Bd. 1880: Chronik der Erdbeben.



180 Erdbebetage von 1000—1877 in Kärnten nach Hoefler.

----- 120 Erdbebetage von 1000—1873 in Niederösterreich nach Suess.

Ich muss jedoch an dieser Stelle nachdrücklichst auf die Lückenhaftigkeit des Materiales aufmerksam machen, welches diesen Zusammenstellungen zu Grunde liegt. Von den 180 Erdbebetagen, welche die Hoefler'sche Chronik für Kärnten namhaft macht, gehören nur 22 der Zeit von 1000—1800 n. Chr., die übrigen 158 aber der Zeit von 1800—1877 an. Würden wir aus den früheren Jahrhunderten so genaue Aufzeichnungen haben, wie aus den letzten Jahrzehnten, dann liessen sich freilich sicherere Schlüsse ziehen.

Sehr lehrreich erscheint es mir, für eine längere Phase von Erderschütterungen, welche in einem bestimmten Gebiete sich ereigneten, Percentualcurven nicht nur der Erdbebetage, sondern auch der einzelnen Stösse festzustellen und mit einander zu vergleichen. Ich wähle hiezu zunächst die Stossreihe, welche in den Südalpen und im istro-dalmatischen Karst vom October 1869 bis Juli 1870 andauerte, und unter dem Namen des Erdbebens von Klana bekannt ist, weil dieser Ort durch den Stoss vom ersten März wesentlich beschädigt wurde. Wir verdanken Herrn Oberbergrath D. Stur die detaillirtesten Nachrichten über die Erschütterungen, welche dem Stosse vom 1. März vorausgingen und nachfolgten (nach den letzteren war jener vom 10. Mai fast ebenso stark als jener vom 1. März). Ich werde auf das Beben von Klana noch zurückzukommen haben, da mehrere Erscheinungen desselben in entschiedenster Weise die Falb'schen Behauptungen widerlegen, an dieser Stelle will ich nur die Verschiedenheit der Percentualcurven für die einzelnen Stösse und für die Erdbebetage betonen.

Es fanden im oben bezeichneten Zeitraume in den Südalpen und im Karst 80 einzelne Erschütterungen statt, die sich an 36 Tagen ereigneten. Es vertheilen sich dieselben auf die einzelnen Monate in folgender Weise:

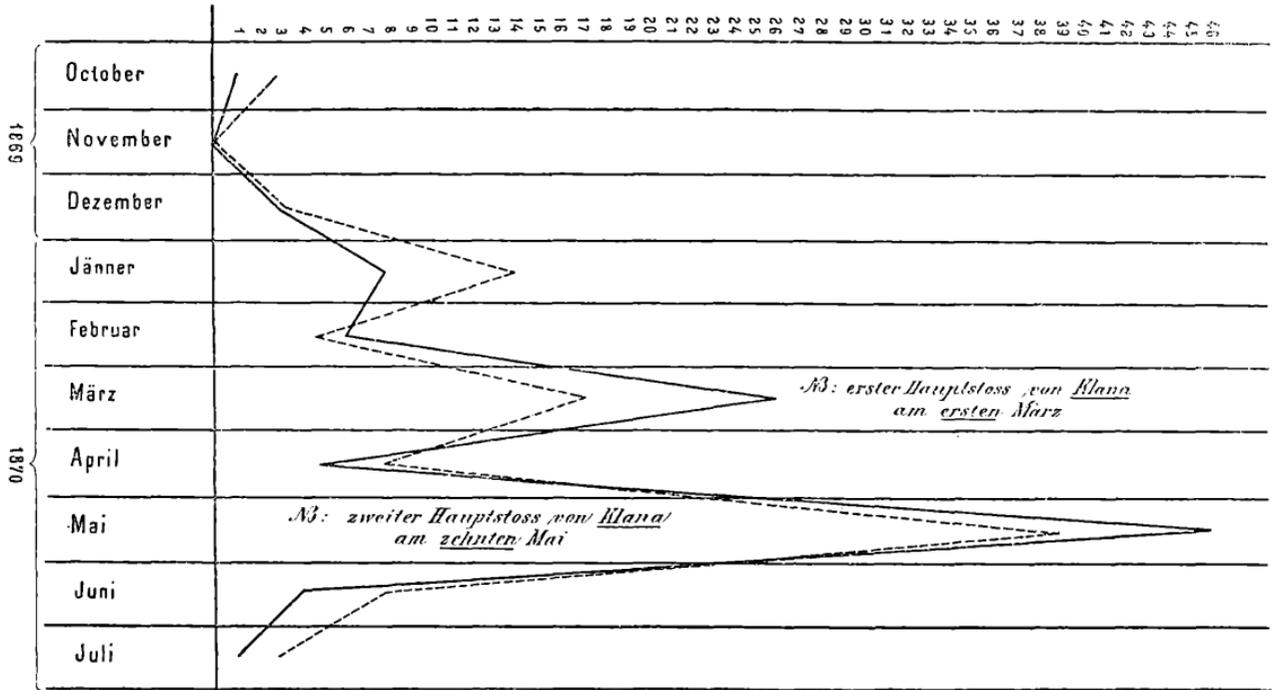
	1869			1870						
	Octob.	Nov.	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Einzelne Stösse	1	—	2	6	5	21	4	37	3	1
Erdbebenstage	1	—	1	5	2	6	3	14	3	1

Hieraus ergeben sich die Prozentzahlen:

	1869			1870						
	Octob.	Nov.	Dec.	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Einzelne Stösse	1	—	3	8	6	26	5	46	4	1
Erdbebenstage	3	—	3	14	5	17	8	39	8	3

Die graphische Darstellung zeigt: 1. dass Häufigkeit der Erdbebenstage und der einzelnen Stösse sich nicht geradezu decken, sondern oft beträchtlich abweichen. 2. Doch bemerken wir in entschiedener Weise eine Uebereinstimmung der Curven in den im März und Mai erreichten Höhen — in beiden Monaten war auch die Energie der Bewegung am grössten, da ein Hauptstoss am 1. März, ein zweiter am 10. Mai sich ereignete. Mit den Ansichten Falb's stimmen die mitgetheilten Curven wenig überein, da nach denselben die häufigsten Erdbeben im Januar, April und October stattfinden sollten, während wir hier März und Mai als Erdbebenmonate hervortreten sehen. Erwähnt sei endlich, dass zwar für den ersten Hauptstoss vom 1. März ein Zusammenfallen mit einem Syzygium stattfand (Neumond am 2. März), doch war dieses Syzygium viel schwächer als andere, die ihm nicht allzulange vorhergingen. Nach der Falb'schen Theorie scheint es unbegreiflich, warum das Beben von Klana nicht am 17. oder am 31. Januar stattfand, an welchen Tagen weitaus stärkere Fluthwirkung

Erderschütterungen im südlichen Theile der Ostalpen. October 1869 bis Juli 1870. (Erdbeben von Klana.)



————— Percentualcurve für Erdbebenstage.
 - - - - - Percentualcurve der einzelnen Stösse.

vorauszusetzen war, da die Syzygien mit Finsternissen verbunden waren und zudem noch die Nähe der Sonne wirksam blieb. Für die zweite Haupterschütterung vom 10. Mai, welche zwei Tage nach dem ersten Viertel eintrat, lässt sich jedoch aus der Falb'schen Theorie gar keine Erklärung ableiten.

Wir wollen nunmehr noch das Erdbeben von Belluno vom Jahre 1873 in's Auge fassen, da dieses von Falb als ein besonders klarer Beweis für die Richtigkeit seiner Ansichten hingestellt wurde. Am 29. Juni 1873 war die Umgebung von Belluno, und in noch höherem Grade das Becken von Alpage Schauplatz eines gewaltigen, zerstörend wirkenden Erdbebens. Dieses Erdbeben trat vier Tage nach dem Syzygium (Neumond am 25. Juni) ein; durch das ganze Jahr 1873 und noch durch mehrere Monate des folgenden Jahres wiederholten sich stärkere und schwächere Erschütterungen, von welchen Falb behauptet, dass sie sich in ihrer Zu- und Abnahme genau an die Periodicität der Fluthwerthe anschmiegen. Es scheint mir am besten, die von Falb veröffentlichte Tabelle, welcher die erste Rubrik den von ihm berechneten (theoretischen) Werth der Hochfluth, die zweite den Tag derselben, die dritte alle stärkeren Stösse nach ihrer (an die Hochfluthtage anzubringenden) Datums-Correction enthält, einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Die stärksten Stösse sind mit einem Sternchen, Neumond durch ☉, Vollmond durch ☾ bezeichnet.

Diese Tabelle ¹⁾ lautet:

¹⁾ „Gedanken und Studien,“ pag. 269.

Fluth	1873 Juni	25 ●	+ 4* + 8
3·5	Juli	{ 10 ☉	- 3 - 2 - 1 + 3 + 4 + 6 + 7
2·9		{ 24 ●	- 4 + 3* + 4 + 7
3·9	August	{ 8 ☉	+ 0*
3·2		{ 23 ●	- 5 - 3 - 2 - 1
4·6	Sept.	{ 6 ☉	+ 3
3·5		{ 21 ●	- 4
4·7	Octob.	{ 6 ☉	+ 3
3·1		{ 21 ●	
4·1	Nov.	{ 4 ☉	+ 2
3·3		{ 20 ●	
3·4	Dec.	{ 4 ☉	- 2 + 3 + 5
3·2		{ 20 ●	+ 0 + 5*
3·0	1874 Januar	{ 3 ☉	+ 5
3·5		{ 18 ●	
3·2	Febr.	{ 1 ☉	
4·3		{ 17 ●	
3·5	März	{ 3 ☉	
4·7		{ 18 ●	- 1
3·5	April	{ 1 ☉	
4·6		{ 16 ●	

Zu dieser Tabelle habe ich nun zunächst zu bemerken, dass sie keineswegs vollständig ist. Falb hat z. B. die von A. Bittner am 1. August beobachteten starken Stöße einfach weggelassen, da sie eben in höchst unbequemer Weise zwischen die Hochfluthtage fallen. Bittner führt vom 1. August sehr starke, dem vom 27. Juli an Intensität gleichkommende Stöße an, die Falb gänzlich vernachlässigt. Auch die Nichtberücksichtigung der schwächeren Erschütterungen, zumal jener des Jahres 1874, ist zu rügen, da diese Schlussäusserungen der seismischen Kraft sich gerade in den Zwischenzeiten geltend machten. Doch betrachten wir zunächst die von Falb selbst vorgebrachten Thatsachen. Wir sehen zunächst dass von den

namhaft gemachten 29 Tagen stärkerer Erschütterungen zwei, 8. August und 20. December, unmittelbar mit Hochfluthagen zusammenfallen; — alle übrigen weisen Verspätungen und Verfrühungen auf. Ich habe bereits erörtert, dass dieses Nicht-Zusammenfallen der Hochfluthage mit den Erdbeben, diese Incongruenz der behaupteten Ursache und Wirkung die Falb'sche Theorie ad absurdum führt. Falb behauptet jedoch, dass Verspätungen und Verfrühungen eintreten müssen; geben wir dies zu, dann müssen wir wenigstens verlangen, dass sich die Erdbeben um die Hochfluthage in der Weise gruppiren, dass die zahlreichsten mit ihnen zusammenfallen oder eine geringe Verspätung und Verfrühung aufweisen, während die Abnahme vor und nach den Hochfluthagen eine mehr oder minder regelmässige ist. Falb stellt nun aus der bereits angeführten eine zweite Tabelle zusammen, in welcher die erste Rubrik Tage vor oder nach der Hochfluth, die zweite die Häufigkeit des Vorkommens der entsprechend verfrühten oder verspäteten Erdbeben, die dritte diese Häufigkeit in Percenten angibt. „Percentual-Reihen erweisen sich in der Naturforschung stets lehrreich“, in unserem Falle aber beweist die von Falb angeführte das gerade Gegentheil von dem, was er behauptet:

Die Tabelle ¹⁾ lautet:

0	2	6·9
1	3	10·3
2	4	13·8
3	7	24·1
4	5	17·2
5	4	13·8
6	1	3·4
7	2	6·9
8	1	3·4
29		(Summe = 99·8)

¹⁾ „Gedanken und Studien,“ pag. 270.

Wir finden in dieser Percentualreihe dieselbe Zahl (6·9) für Erdbeben, die unmittelbar mit dem Hochfluthtage zusammenfallen und für Erschütterungen welche sieben Tage früher oder später auftreten, — die grösste Zahl (24·1) entspricht einer dreitägigen Verfrühung oder Verspätung. Dies macht die Falb'sche Beweisführung vollständig unhaltbar. Vergleichen wir aber noch (in der ersten Tabelle) die Fluthstärken, welche Falb angibt, mit dem Effect der Fluth. In sehr auffallender Weise sehen wir hier, dass stärkere Fluthen eine Verspätung, schwächere eine Verfrühung der Wirkung erzielen. Wir können z. B. der von Falb aufgestellten Tabelle folgende Daten entnehmen:

Fluthstärke	Tag der Hochfluth	Verfrühung	Fluthstärke	Tag der Hochfluth	Verspätung
3·2	23. Aug.	— 5	4·6	6. Sept.	+ 3
3·5	21. Sept.	— 4	4·7	6. Oct.	+ 3
3·4	4. Dec.	— 2	4·1	4. Nov.	+ 2

Hier sieht man sich wohl zu der Behauptung veranlasst, dass die Thatsachen kaum mit den Anforderungen der Theorie in Uebereinstimmung gebracht werden können. Wir nehmen aber noch weitere Widersprüche wahr. Die Verspätung der Fluthwirkung soll nach Falb im Wesentlichen durch die Hindernisse bewirkt werden, welche die dem Erdbeben zu Grunde liegende unterirdische Eruption zu überwinden hat. Dies kann doch nur für den ersten Durchbruch, nicht aber für die folgenden Erschütterungen gelten. Man würde also allenfalls für die erste, stärkste Bethätigung der seismischen Kraft eine solche Verspätung gelten lassen können, nicht aber für die nachfolgenden Erschütterungen, die entweder mit der Hochfluth unmittelbar zusammenfallen oder ihr etwas vorausseilen müssten. Am schwierigsten scheint es mir, mit der Falb'schen Ansicht solche Erscheinungen zu vereinbaren, wie sie die Hochfluth

vom 24. Juli und 20. December 1873 begleiteten. Wir sehen in der zuerst citirten Tabelle vier starke Stösse von der ersten, zwei von der letzten Hochfluth abhängig gemacht. Sie ordnen sich in nachstehender Weise:

24. Juli: — 4 + 3* + 4 + 7

20. December: + 0 + 5*

Es scheint mir nun unbegreiflich, dass hier die ausserordentlich heftigen Stösse vom 27. Juli und 25. December eine Verzögerung erlitten haben sollen, nachdem schwächere Stösse vorhergingen, die sich den Hochfluthtagen näher anschlossen. Endlich fallen unter den letzten Aeusserungen der seismischen Kraft die Stösse vom 12. Januar, 11. und 12. Februar, 26. März, 9. April mitten zwischen die Hochfluthtage.

Es erhellt sonach auch bei Detailbetrachtung des Bebens von Belluno, dass dasselbe, weit entfernt, eine Bestätigung der Falb'schen Ansichten darzubieten, entschieden gegen dieselben spricht. Es scheint mir überflüssig, noch weitere Beispiele in Discussion zu ziehen — ich glaube, dass die bisherigen Erörterungen genügen, um zu zeigen, dass die Erdbebenstatistik keineswegs zu Gunsten der Falb'schen Theorie spricht. Welches Erdbeben wir immer näher in's Auge fassen, stets wird sich der Widerspruch zwischen den Thatsachen und den Anforderungen der Theorie zeigen. So fiel das Erdbeben von Agram (am 9. November 1880) ebenso mitten zwischen die Hochfluthtage, wie jenes verheerende Beben auf Ischia, welches in letzter Zeit (4. März 1881) Casamicciola zerstörte. Ich werde an anderer Stelle zu zeigen haben, wie sehr vulcanische und nicht vulcanische Beben durch ihre Wirkungen sich unterscheiden — eines aber haben beide Kategorien von seismischen Erscheinungen gemein: dass sie den Anforderungen der Falb'schen Theorie keine Folge leisten.

Wäre diese Theorie richtig, dann könnte man ohne Schwierigkeit Erdbeben voraussagen, wie Falb dies auch gethan hat.

Da Falb gerade seiner Eigenschaft als „Erdbebenprophet“ seiner Lehre viele Anhänger gewonnen hat, sei es gestattet, diese seine Thätigkeit etwas näher zu beleuchten. Die erste Voraussagung galt der grossen Fluthconstellation vom 18. August 1868, sie wurde durch das grosse Erdbeben von Peru vom 13. August erfüllt, sonach mit einer Verfrühung von fünf Tagen. Dieses Vorseilen der Wirkung veranlasste Falb gelegentlich einer zweiten Fluthconstellation, jener vom 5. October 1869, eine Verfrühung der Erscheinung anzunehmen, und für den 1. October Erdbeben vorauszusagen. Wenn auch nicht in Peru so doch in Manila traten thatsächlich am 1. October 1869 starke Erschütterungen ein, es bebte die Erde überdies am selben Tage zu Utah und Filmare in Nord-Amerika, am 2. October in der Nähe von Coblenz und im österreichischen Küstenlande, am 4. October erfolgte die Eruption eines Vulcans in Columbien und am 5. ereigneten sich Erdstösse in der Krim. Diese glänzenden Resultate seiner Voraussagungen veranlassten den Propheten, gelegentlich noch mehr wagen und an Stelle allgemeiner, auch locale Erdbeben zu prophezeien. So sagte Falb nach dem ersten Hauptstoss von Belluno (29. Juni 1873) eine Wiederholung des Bebens für die Hochfluthen vom 24. Juli und 8. August voraus, die entsprechenden Erdstösse traten thatsächlich am 27. Juli und 8. August ein und erregten natürlich grosse Sensation bei den Bewohnern Bellunos. Mit gerechtem Stolze weist Falb auf die bewundernden Zuschriften hin, die ihm aus diesem Anlasse zuzingen. Unter anderem bringt er auch das nachstehende Sonnet zum Abdruck, welches sowohl die Naivetät des dichterischen Italieners, als auch die Eitelkeit des geschmeichelten Propheten, der sich nicht scheut, solche Lobhudeleien zu veröffentlichen, trefflich darlegt:

Il Terremoto dell' 8 Agosto 1873.

A Rodolfo Falb che lo predisse.

O uom che non puoi tu? Fuor dall'argilla
T'alzi ardito a indagar la legge eterna
Della danza degli astri, e la superna
Virtù che piove il sol, di Dio pupilla.

Interroghi l'elettrica scintilla
E l'arcano poter che la governa
Penetri della terra entro l'interna
Tenebra, a profetar più che Sibilla.

Che più? Ti libri fra gli erranti e fissi
Astri e li miri dall'immenso moto
Scoter la terra, il mare e gl'imi abissi.

Onde Rodolfo, il primo, il vero ignoto.
Ne rileva ed esclama: io vi-predissi
Il giorno e l'ora d'un fatal tremuoto.¹⁾

Schliesslich bestand die Falb'sche Theorie im vollsten Sinne des Wortes eine Feuerprobe, indem ihr Autor es wagte, einen Ausbruch des Aetna vorher zu verkünden. Als der sicilische Vulcan Ende Juli 1874 Anzeichen der wiedererwachenden unterirdischen Kraft gab, wagte es Falb, für den Hochfluthtag des 27. August den Eintritt der Eruption zu prophezeien. In der That verrichtete der Aetna am Morgen des 29. August seine Schuldigkeit und lieferte die nur um zwei Tage verspätete Eruption.

„Somit war meine Theorie des Vulcanismus — ruft Falb emphatisch aus — auf die wundervollste Weise bestätigt: Nicht blos Erdbeben, sondern auch Vulcane gehorchen den Anziehungen der Sonne und des Mondes.“²⁾ — „Wenn Professor Silvestri durch die Eruption vom 29. August überrascht

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 260.

²⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 266.

wurde, so liegt der Grund darin, dass meine Theorie, welche eben die Zunahme der vulcanischen Thätigkeit genauer zu signalisiren vermag, als irgend eine andere, noch nicht allen Geologen und Chemikern geläufig ist. Für die Wissenschaft erwächst daraus insofern ein Nachtheil, als jenen Forschern der Vortheil entgeht, rechtzeitig bei der Hand zu sein, wenn das berechnete Maximum der Fluth und mit ihm die erhöhte vulcanische Action eintritt. Ich habe meiner Theorie auch diesmal vertraut, und sie hat mich nicht getäuscht. „„Wer Ohren hat zu hören, der höre““, könnte man auch hier ausrufen; doch mir ist es längst gleichgiltig geworden, ob sich Jemand die Mühe nimmt, meine Gedanken nachzudenken oder nicht; mir hat die Natur die Genugthuung gewährt, inmitten zahlreichen Widerspruches ein Gesetz fest begründet zu sehen, das weder Geringschätzung noch Missgunst aus den steinernen Tafeln des Kosmos zu tilgen vermögen.“¹⁾

Obwohl ich fürchten muss, dass mir der Vorwurf gemacht werde, ich sei nur aus Geringschätzung oder Missgunst bestrebt, Falb's leuchtenden Namen aus den steinernen Tafeln des Kosmos zu kratzen, in welchen er neben jenen Kepler's und Laplace's prangt, muss ich doch gestehen, dass mir die angeführten, glänzend eingetroffenen vier Voraussagungen von Erdbeben und Eruptionen nicht im mindesten imponiren.

Was zunächst die zwei „allgemeinen Voraussagungen“ betrifft, so muss erwogen werden, dass Erderschütterungen keineswegs zu den seltenen Erscheinungen gehören, sondern an jedem Tage des Jahres in der Mehrzahl stattfinden. Durchschnittlich kommen 2—3 Erdbeben, die an irgend einem Punkte der Erdoberfläche sich ereignen, auf einen Tag. Erdbebenfreie Tage sind selten, und würden es in noch höherem Grade sein, wenn uns aus entlegenen Gegenden nicht blos die allerstärksten verheerenden Erschütterungen bekannt würden.

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 80.

Es ist also gar kein Wagniss, eine Erscheinung vorauszusagen, die alltäglich eintritt, zumal wenn man sich durch die Annahme der Verfrühung und Verspätung der Fluthwirkung ein Hinterpfortchen offen lässt. Was ferner die beiden localen Voraussetzungen anlangt, so ist in Betreff des Bebens von Belluno zu bemerken, dass dem Hauptstoss vom 29. Juni 1873 etliche Hundert schwächere Stösse in den nächsten Monaten folgten. Es verging fast kein Tag, an welchem sich nicht einzelne oder zahlreichere, schwächere oder stärkere Stösse fühlbar machten. Es ist bei solchen Beben gar keine Kunst, für einen bestimmten Tag die Wiederkehr der Erschütterung zu behaupten — weil eben jeder Tag solche bringt. Uebrigens haben wir eben gesehen, wie wenig die Vertheilung der Stösse von Belluno den Anforderungen der Falb'schen Theorie Genüge leistet. Was endlich die Voraussagung einer Aetna-Eruption — das grösste Kunststück des Erdbebenpropheten — betrifft, so verweise ich auf die eingehende Erörterung dieses Ausbruches im nächsten Abschnitt. Die Eruption war bereits im vollen Gange und Lava bis zu dem Gipfelkrater (also etwa 10.000 Fuss über den Meeresspiegel) emporgestiegen, als Falb am 8. und 16. August den Aetna bestieg. Am 29. erfolgte lediglich ein Riss im Aufbau des Berges, welcher den Druck der Lavasäule nicht mehr auszuhalten vermochte, und die Lava trat, wie so oft am Aetna, durch eine seitliche Spalte an der Flanke des Berges aus. Dieses Ereigniss war vorauszusehen, nicht aber, ob es sich vierzehn Tage früher oder später zugetragen würde. Die Kühnheit Falb's besteht nun lediglich darin, den Ausbruch gerade für den 27. August vorherzusagen. Er trat indess erst am 29. ein, und in diesem Falle ist die Verspätung von zwei Tagen ebenso wie eine solche von zwei Wochen oder von zwei Monaten hinreichend, um die Unrichtigkeit der Falb'schen Prophezeiung und der ganzen Theorie, auf welche sie sich stützt, erweisen. Da die Communi-

cation des Erdinnern mit der Oberfläche bereits früher hergestellt war, wäre bei der Stärke der Fluthconstellation vom 27. August im Sinne der Falb'schen Theorie eine Verfrühung der Wirkung zu erwarten gewesen. Statt dessen nehmen wir eine Verspätung derselben wahr.

Es kann sich übrigens Jeder den Spass machen, auf Grund der Falb'schen Theorie Erdbeben vorauszusagen. Die hiezu nöthigen Elemente enthält jeder gute Kalender, aus welchem sich ohne Schwierigkeit die „kritischen Zeiten“ der grossen Fluthconstellationen entnehmen lassen. Durch Vergleichung derselben mit den thatsächlich eintretenden Erdbeben kann Jedermann ersehen, inwieweit solche Speculationen berechtigt sind. Eine solche Vergleichung der „kritischen Zeiten“ mit den wirklich stattfindenden Erdbeben wird ergeben, dass nur ein Theil derselben „stimmt“, — ein anderer aber gegen die Theorie spricht, mit anderen Worten, dass diese letztere vollständig haltlos ist.

Am besten hat ein italienischer Apotheker in Callao die Falb'schen Erdbeben-Prophezeiungen gewürdigt, indem er, als die Bevölkerung Perus und Ecuadors wegen einer von Falb für Ende September 1869 angesagten Katastrophe voller Kummer und Sorge war, einen mit „Falb“ unterzeichneten Artikel im „Panama Star and Herald“ veröffentlichte, in welchem mitgetheilt wurde, dass bei Berechnung des peruanischen Erdbebens von Ende September ein Rechnungsfehler vorgekommen sei, so zwar, dass dasselbe nicht 1869, sondern erst 1969 sich ereignen werde.¹⁾

Mit Recht sagt Nöggerath über die Ansichten Falb's: „Ich meine, die Hypothese müsse auf lockeren Füßen stehen, Herr Falb könne uns damit nicht bange machen.“²⁾ — Dass hingegen bei den abergläubischen Bewohnern Südamerikas die

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 95.

²⁾ „Ausland,” 1874, Nr. 43.

Falb'schen Prophezeiungen, die mit gewissenloser Ruhe in die Welt posaunt wurden, die grösste Sensation erregten, ist begreiflich und im höchsten Grade bedauerlich, dass ein deutscher Gelehrter sich dazu hergab, die Leichtgläubigkeit und Einbildungskraft der ohnedies durch die fortwährenden Erderschütterungen beeinflussten Peruaner noch durch überflüssige Prophezeiungen aufzuregen. Falb sagt freilich hinterher ¹⁾, dass er bei Voraussagung des Erdbebenparoxysmus vom 1. October 1869 nur „beispielsweise“ Peru als eine Aequatorial-Gegend in den „Grundzügen zu einer Theorie der Erdbeben und Vulcan-Ausbrüche“ genannt habe, das entschuldigt jedoch die Leichtfertigkeit durchaus nicht, mit welcher er durch seine alberne Prophezeiung eine ungeheure Aufregung in einem von den Erdbeben oft und schwer heimgesuchten Lande hervorrief.

Wir sehen sonach, dass weder die Statistik der Erdbeben, noch die Voraussagung von Erschütterungen Beweise für die Falb'sche Theorie zu liefern vermögen, dass vielmehr aus der Vertheilung der Erdbebenstage auf die einzelnen Monate des Jahres, und aus dem Verhalten der Erdbeben zu den Hochfluthagen die Unrichtigkeit dieser Theorie klar hervorgeht. Wir können dem Altmeister der deutschen Geologie, v. Dechen, aus voller Ueberzeugung beistimmen, wenn er sagt:

„Es scheint nicht, dass die Erdbeben in ihrem ganz unregelmässigen Auftreten mit den regelmässig wiederkehrenden Gezeiten verglichen und auf denselben Grund der Bewegungen der Erde und des Mondes bezogen werden können. Ein Vordersagen von Erdbeben auf Grund dieser Ansicht ist jämmerlich missglückt.“

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 149.

IV.

Erdbebenerscheinungen.

„Wenn die Erde bebt ihr Beben,
Wenn sie will ihre Lasten von sich geben,
Wenn die Menschen: Was ist ihr? fragen,
Nur die Erdstösse die Antwort sagen.“

(Koran, 98. Sure.)

Es unterliegt keinem Zweifel, dass sicherer als alle theoretischen Erörterungen die genauen Beobachtungen zahlreicher Erdbebenerscheinungen zur Erklärung der Ursachen der seismischen Thätigkeit führen werden. Die Erdstösse selbst werden am besten, wenn wir nur die Frage richtig zu stellen wissen, uns über ihre Ursache zu belehren vermögen.

Zunächst ersehen wir aus den Erscheinungen der Erdbeben selbst, dass sie von verschiedenen Ursachen herbeigeführt werden. Falb stellt dies zwar in entschiedenster Weise in Abrede, allein er ist nicht im Stande, für seine Meinung, dass allen Erdbeben eine und dieselbe Ursache, der Vulcanismus, zu Grunde liege, irgend einen Beweis herzustellen. Er sagt: ¹⁾ „Nun gibt es Gelehrte, welche behaupten, Erdbeben entständen auf mannigfaltige Weise, es gebe also nicht eine einzige, sondern sehr viele Ursachen derselben. Alles, was überhaupt geeignet sei, den Boden in Schwingungen zu versetzen, könne Erdbeben erzeugen. Namentlich müsse man unterscheiden zwischen vulcanischen und nichtvulcanischen Erdbeben. Erstere

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 174.

seien solche, welche in der Nähe von Vulcanen und mit einer gewissen Heftigkeit auftreten und diese hätten auch eine vulcanische Ursache; Erdbeben, die dagegen weit von allen Feuerbergen entfernt sich zeigen, und namentlich die schwachen Stösse, seien nicht vulcanisch und hätten alle möglichen Ursachen." — Ich habe dem gegenüber zunächst zu bemerken, dass es ein bekannter Kunstgriff wissenschaftlicher Klopffechter ist, den Gegnern eine ganz falsche Ansicht anzudichten, und sodann dieselbe zu bekämpfen. Wäre die Unterscheidung vulcanischer und nichtvulcanischer Erdbeben nur auf die Stärke der Erschütterung basirt, noch dazu in dem Sinne, dass die ersteren die heftigeren, die letzteren die schwächeren wären, dann wäre Falb vollständig im Recht, dieselbe lächerlich zu finden.

Allein diese Unterscheidung basirt eben auf den verschiedenen Erscheinungen, welche durch Bittner, Credner, Heim, Suess und Andere sehr detaillirt studirt wurden. Es fällt wohl keinem Geologen ein, zu behaupten, dass starke Erdbeben vulcanische, schwache aber nichtvulcanische, von allen möglichen Ursachen bedingte Erscheinungen seien, im Gegentheile erachten wir vulcanische Erdbeben für schwächere, locale und seltenere Erscheinungen, diejenigen Erdbeben aber, welche durch die Verschiebungen in der Erdrinde, durch Contraction des Kernes verursacht werden, für verbreiteter, häufiger und zuweilen weitaus furchtbarer als die vulcanischen. — Am seltensten, schwächsten und unbedeutendsten sind die auf Höhlendistricte beschränkten Einsturzbeben, die zumeist nur Schallphänomenen mit unbedeutendem Erzittern des Bodens bestehen. — Falb jedoch erklärt, dass eine Unterscheidung verschiedener Ursachen der Erderschütterungen unzulässig sei:

„So scharfsinnig diese Unterscheidung auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so ist sie doch äusserst willkürlich, ja vollständig unbegründet.“

„Denn erstens, was gibt uns das Recht, eine Erscheinung, die genau so, mit denselben Details am Vesuv und Aetna, wie im mittleren Europa, genau so in Oberitalien, wo doch keine Vulcane existiren, wie an der Westküste von Südamerika auftritt, verschiedenen Ursachen zuzuschreiben? In unserer Zeit, die man ja mit Vorliebe die Zeit der exacten Forschung nennt, das ist jener Forschung, welche nichts ausspricht, was nicht in den Thatsachen, in der Erscheinung des Phänomens selbst begründet ist, in dieser Zeit kann es nicht angehen, vollkommen identische Erscheinungen verschiedenen Ursachen zuzuschreiben.“

Wenn Falb je sich selbst mit dem Studium der Erdbeben-Erscheinungen beschäftigt, ja wenn er nur die Schriften Derjenigen gelesen hätte, die Erdbeben-Phänomene zum Gegenstand ihrer Studien gemacht haben, hätte er diesen Satz nicht niederschreiben können.

Betrachten wir zunächst die seismischen Erscheinungen, welche in der Nähe von Vulcanen eintreten, etwas genauer. Bei den häufigen Erdbeben, welche in nächster Nähe eines Vulcanes fühlbar werden, ist stets ein Centrum vorhanden, von welchem aus die Stösse radial sich verbreiten. Der Angriffspunkt der seismischen Kraft liegt stets im Schlotte des Vulcans, der thätig oder anscheinend erloschen sein kann. Grossen Eruptionen (Paroxysmen, wie Scrope sie nennt) pflegen stärkere Erschütterungen vorauszugehen, nicht aber zu folgen. Während eines Ausbruches treten bisweilen Erderschütterungen ein, wenn der Schlot verstopft wurde, und dadurch eine Unterbrechung der Thätigkeit des Feuerberges erfolgte. Es ist eben jener Zustand, wie er vor der Eruption bestand, wenn auch nur vorübergehend, eingetreten, eine „Obstruction“ schliesst die Oeffnung, es erfolgen jene krampfartigen Erschütterungen, mit welchen sich die heraufbrausende Lava durchzudrängen sucht, von neuem, und erst, wenn ihr dies abermals gelungen

ist, wenn der Ausbruch von neuem beginnt, kommen die Erderschütterungen zur Ruhe. — Ursache der Erschütterungen an Vulcanen sind offenbar die in der Lava enthaltenen Liquida — vorwaltend überhitzter Wasserdampf — welche das Aufquellen der Lava, die Dampfschüsse, das Auswerfen der Schlacken und Steine, kurz alle jene Erscheinungen hervorbringen, welche wir vulcanische nennen. Die Liquida (Wasser, Kohlensäure, Salzsäure etc. etc.), welche im Erdinnern durch eine eigenartige Absorption an das heisse Magma gefesselt sind, können unter gewöhnlichen Verhältnissen ihre Spannkraft nicht bethätigen, da der Druck der lastenden Schichten das Magma trotz seiner enormen Hitze und trotz der Durchtränkung verfestigt. Tritt aber local durch eine Spalte Entlastung ein, dann wird das Magma verflüssigt, sein Volumen vergrößert und ein Ausbruch eingeleitet, bei welchem die Liquida und vor Allem der überhitzte Wasserdampf das treibende Agens darstellen. Zum Zustandekommen des Ausbruches aber muss nothwendigerweise die Spalte oder der vulcanische Schlot von der Obstruction befreit werden, die als Rest der vorhergehenden Eruption den Krater wie ein Pfropf verschloss. Daher die explosionsartigen Erschütterungen, die jedem grösseren Ausbruch vorhergehen, an Heftigkeit allmählig zunehmen, und augenscheinlich allmählig nach aufwärts steigen, bis endlich mit einer letzten gewaltigen Anstrengung der Schlot geöffnet, und die Obstruction, als Stein- und Aschenregen in die Luft geschleudert wird, indem zugleich eine enorme Masse Wasserdampf durch das geöffnete Ventil entweicht. Da mit dem Beginn der eigentlichen Eruption die stärkeren Erderschütterungen in der Regel ihr Ende erreichen, kann man auch nach der Auffassung der modernen Wissenschaft die Vulcane in gewissem Sinne mit den Sicherheitsventilen der Dampfkessel vergleichen. Falb freilich hält dies für vollkommen falsch, da er seiner Erdbeben-theorie zu Liebe sich zu der Behauptung veranlasst

sieht, dass in unmittelbarer Nähe von thätigen Vulkanen die häufigsten und stärksten Erdstöße nicht vor, sondern nach der Eruption eintreten.¹⁾ Die Hamilton, Scrope, Leop. v. Buch, Humboldt etc. etc., welche sich bemühten, die Erscheinungen der Eruption zu beobachten und zu erklären, müssen nach Falb offenbar sehr schlechte Beobachter oder Leute gewesen sein, die es mit der Wahrheit nicht sehr genau nahmen. Es wäre aber doch auch ein dritter Fall möglich, dass nämlich Falb, der Vulkanist par excellence, sehr geringe Erfahrungen und unzureichende Kenntnisse über jene Erscheinungen besitzt, die er in zahlreichen Schriften schildert und dem grossen Publicum mit Leichtigkeit erklärt.

Falb behauptet Folgendes: 2)

„Ist der Ausbruch der Lava vorüber, so erfolgt das Zurücksinken der noch vorhandenen Reste derselben. Die zurücksinkende Lava unterscheidet sich aber wesentlich von der aufsteigenden dadurch, dass im ersteren Falle der Druck der Dämpfe auf die Oberfläche der Lava jene Prozesse verhindert, welche wir an der vom Dampfdrucke befreiten, frei über den Erdboden sich ergiessenden Lava beobachten. Während des Aufsteigens der Lavasäule standen der Ausscheidung von Blasen aus der Lavamasse gewaltsame Schranken wegen des Druckes der überlastenden Dämpfe entgegen.³⁾ Mit dem Entweichen der letzteren sind alle unterirdischen Kräfte entfesselt, und wie im Champagner die Kohlensäure in Blasen, Perle um Perle, in die Höhe steigt, genau so erfolgt, nach plötzlicher Verminderung des Druckes die Ausscheidung und Entweichung der in den Tiefen der Lavasäulen bei der Erkaltung entstehenden

1) „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 172.

2) Ebendasselbst, pag. 202.

3) Diese „überlastenden Dämpfe“ sind ja doch selbst aus der Lava oder dem Magma ausgeschieden worden!

den Gase. Blase um Blase windet sich durch die ganze Säule hindurch und jede derselben zerplatzt, an der Oberfläche angelangt, unter heftiger Explosion, wodurch Schlacken von Lava und flüssige Theile derselben in bedeutende Höhen geschleudert werden. Da die Blasen rasch nacheinander folgen, so wiederholen sich diese Explosionen beständig und in regelmässigen Zwischenräumen."

„Wir haben diesen Process an der Lava des Aetna in Sicilien beobachtet, und viele Naturforscher schildern ihn nach Beobachtungen an anderen Vulcanen ganz auf dieselbe Weise; doch hat Niemand vor uns seine Bedeutung erkannt".¹⁾

„Sinkt nämlich die Lava im Schlotte zurück, so werden, durch diese explosive Thätigkeit, von ihrer Oberfläche ausgehend, zahlreiche Stösse auf die Wände des Kraters erfolgen, die nur dem unmittelbar auf dem Abhange des Vulcans Stehenden, nicht aber den Bewohnern der umliegenden Ebene sich bemerkbar machen werden. Sinkt aber die Oberfläche der Lava bei ihrem Zurücktreten aus dem Kegel des Vulcans auf und unter das Niveau der umliegenden Ebene, so wird die ganze Umgebung die zahlreichen Explosionsstösse empfinden; es werden einige Stunden, oder wenn das Sinken sehr langsam erfolgt, und der Kegel des Vulcans sehr hoch ist, einige Tage nach der Eruption zahlreiche und heftige Erdbeben eintreten."

„Dies ist eine Thatsache, welche in der Nähe eines Vulcans unmittelbar nach einer grossen Eruption regelmässig beobachtet werden kann. Der Ausspruch Humboldt's: „Die

¹⁾ Wie denn überhaupt die Naturforscher hinsichtlich der Beobachtung und Erklärung der vulcanischen und seismischen Phänomene sehr auf dem Holzwege waren, bis Falb kam und ihnen ein Licht aufsteckte:

„Denn was kein Verstand der Verständigen sieht,
Das findet in Einfalt ein kindlich Gemüth."

Erdbeben hören auf, wenn der grosse Ausbruch erfolgt ist (Kosmos IV, 230), beruht auf vollständiger Unkenntniss des wahren Sachverhaltes,¹⁾ und leitete ihn bezüglich der Erkenntniss des Wesens der Erdbeben auf falsche Wege. Nach ihm sind Erdbeben die Vorbereitung zu einer Eruption; der Ausbruch selbst ist die Ableitung derselben. Nach unserer Theorie ist genau das Gegentheil der Fall: die Stösse sind eine Folge der Eruption; ob diese nun oberirdisch oder unterirdisch erfolgt, ist nur ein Umstand des Ortes, das Wesen der Erscheinung bleibt sich gleich."

Worauf gründet sich nun eigentlich diese Meinung, welche Falb mit solcher Lebhaftigkeit gegenüber den Ansichten Aller, die sich eingehender mit dem Vulcanismus beschäftigen, vertritt? Auf eine einzige, unvollständige und albern erklärte Beobachtung.²⁾ Als Ende Juli 1874 die Nachricht nach Wien kam, dass die Aetna auf Sicilien Lebenszeichen von sich gebe, welche auf eine sich vorbereitende Eruption deuteten, entsendete die Redaction der „Neuen freien Presse" in ähnlicher Weise, wie der „New-York Herald" Stanley ausgeschildet hatte, Livingstone im Innern Afrikas zu suchen, Herrn Falb nach Sicilien, um dort die Bestätigung seiner Theorie zu holen. Falb sagte schon vor seiner Abreise von Wien für den 27. August diesen grossen Ausbruch vorher, nachdem an diesem Tage eine unterirdische Hochfluth eintreten musste. Er bestieg am 8. und

¹⁾ Ich bedauere, diese Behauptung, da mir kein parlamentarischer Ausdruck für sie zu Gebote steht, nicht entsprechend zurückweisen zu können — es fällt übrigens diese Verunglimpfung Humboldt's auf Falb selbst zurück, da dessen Meinung (wie gleich gezeigt werden soll) auf einer einzigen und noch dazu falschen Beobachtung beruht.

²⁾ Vergleiche über dieselbe: „Gedanken und Studien über den Vulcanismus," pag. 68, und „Von den Umwälzungen im Weltall," pag. 262—272.

16. August den Gipfel des Aetna, und sah, „dass in dem grossen elliptischen Gipfelkrater näher dem westlichen Rande ein kleiner Krater thätig war, indem er in regelmässigen Zwischenräumen von 30 zu 30 Secunden glühende Lavastücke, Schlacken und dergleichen die Höhe warf, welche am 8. August noch sämmtlich in den Schlund zurückfielen, während diese Materien am 16. August bereits so hoch geschleudert wurden, dass sie über den Kegel des Kraters herabkollerten“. — Am 23. August verschwand sowohl der Rauch als der Feuerschein an dem Gipfel des Aetna, und in den nächsten Tagen zeigte sich derselbe so rein und klar, als ob der Berg niemals Feuer enthalten hätte, und blieb auch am 27. (an welchem Tage die Eruption hätte erfolgen sollen), sowie am 28. in diesem Zustand. Am 29. aber ereignete sich ein Phänomen, welches Falb als eine grossartige Eruption schildert, welche nur zwei Tage nach seiner Voraussagung eingetroffen sei. Nun muss dem entgegen gehalten werden, dass es sich hier um einen der am Aetna gewöhnlichen Seitenausbrüche handelt. Schon am 8. und 16. August war die Lava bis nahe zu dem Gipfel des Berges gestiegen und stand in dem Schlotte desselben etwa 10.000 Fuss hoch — ohne Einwirkung der Hochfluth, welche nach Falb's Theorie Erdbeben und Vulcanausbrüche herbeiführt. Die Seiteneruption am 29. erfolgte in etwa 9000 Fuss Höhe, indem der gewaltige Druck der Lavasäule das Gerüst des Berges zerriss, und auf einer Spalte die glühend flüssige Gesteinsmasse zu Tage trat, welche Spalte sich äusserlich als eine Reihe nach einander in Function tretender Eruptionsstellen manifestirte.

Ich habe bereits an anderer Stelle hervorgehoben, dass ich keine Verzögerung der Wirkung der inneren Hochfluth anzuerkennen vermag. Entweder folgt das flüssige Erdinnere der Attraction — oder es folgt ihr nicht; und eine Differenz von zwei Tagen zwischen Fluth-Constellation und Eruption ist eben-

so wie eine Frist von zwei Monaten oder zwei Jahren entscheidend. Im gegebenen Falle wäre auch, da ja die Communication bereits offen und die Lavasäule 10.000 Fuss hoch gehoben war, eher eine Verfrühung zu erwarten gewesen. Der Ausbruch des Aetna liess am zweiten Tage nach, und es traten jene Erderschütterungen ein, auf welche Falb seine Behauptung gründet und als erstes Erdbebengesetz ausspricht:

„Starke Erdbeben treten in der Nähe des Vulcanes *nicht vor*, sondern *nach* der Eruption ein.“¹⁾

Ich will, so sehr die Sache dazu reizt, nicht die effecthascherische Manier discutiren, mit welcher Falb, der diesbezüglich mit Jules Verne wetteifern könnte, die „Fortsetzung der an der Oberfläche beendigten Eruption in der Tiefe“ schildert.

„Es war nach 11 Uhr Abends, nachdem bereits die ganze Stadt in tiefem Schlafe lag, da sass ich allein in meinem Zimmer, das Notizbuch aufgeschlagen, den Bleistift der Hand und die Uhr vor mich hingelegt, als plötzlich ein heftiger Erdstoss das Haus von unten bis oben erdröhnen machte. Nach zehn Minuten folgte ein zweiter, fünf Minuten nach diesem ein dritter und vier Minuten später ein vierter Stoss; von da ab reihte sich Stoss an Stoss in kurzen Zwischenräumen. Das war es, was ich erwartet hatte: die Thätigkeit der vom Dampfdrucke befreiten und auf das Niveau der Ebene zurückgesunkenen Lava! Meine Ansicht, dass Erdbeben auf diese Weise entstehen mussten, war somit neuerdings bestätigt.“

Es sei gestattet, gegen diese Bestätigung einige Zweifel zu erheben. Diese (übrigens untergeordneten) Erschütterungen wurden wohl dadurch verursacht, dass der Schlot des Vulcanes verschlossen worden war und die nachdrängenden Lava- und Dampfmassen die Obstruction zu sprengen versuchten. Die Falb'sche Erklärung leidet an einem Hauptmangel, der durch vollständige Unkenntniss des Principis des Vulcanismus ver-

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 206.

ursacht wird. Nach Falb würde Dampf erst nach der Eruption von der Lava ausgeschieden, während nach der Auffassung aller, die sich seit Spalanzani und Scrope mit der Untersuchung des Vulcanismus beschäftigten, die ganze Eruption durch die Ausscheidung der Liquida, durch das Aufdunnen der Lava und die Expansions- und Explosionskraft des Dampfes verursacht wird. Ich möchte an dieser Stelle auf ein grossartiges Beispiel vulcanischer Phänomene aufmerksam machen, welches die Falbsche Theorie vollständig widerlegt. Es ist dies der Vulcanismus der Sandwich-Inseln, insbesondere Hawaii: der Kratersee des Kilauea, der bei einem Umfang von sieben englischen Meilen mit Lava in wechselnder Höhe gefüllt ist und die Eruptionen, welche durch Seitenspalten aus diesem Krater und dem viel höher ansteigenden Mauna-Loa in ruhigster Weise erfolgen. Die Lava steigt diesen Riesenschlünden, unbeirrt von Mondes- und Sonnenconstellationen, langsam an; Erdbeben fehlen fast gänzlich, einmal weil die Communication eine sehr vollständige zu sein scheint und keine Obstructionen durch Dampfschüsse und Explosionen hinwegzuräumen sind, zweitens weil die basische Lava, welche diese Riesenvulcane fördern, sehr wenig von Liquiden durchtränkt ist. Die letzterwähnte Eigenschaft dieser Laven spricht sich der massenhaften Bildung vulcanischer Gläser aus, die sonst bei basischer Lava selten entstehen (Tachylit viel seltener als Obsidian). Am Mauna-Loa überziehen Glas-Fäden und -Stalactiten oft die Schlünde, aus welchen die Lava ruhig wie ein Springquell, der durch hydrostatischen Druck getrieben wird, austrat. Es stieg die Lava so lange im Krater, bis der Berg den Druck der Lavasäule nicht mehr aushalten konnte und einen Riss bekam, aus dem ohne alle gewaltsame Erscheinung ein riesiger Lavastrom sich hervorwälzte.

Vesuv und Aetna fördern stärker durchtränkte Laven, und ihre Ausbrüche sind daher von heftigeren Erscheinungen begleitet. Erdbeben gehen ihnen voran, und wenn die Erup-

tion durch Verstopfung des Canales eine temporäre Unterbrechung erfährt, wiederholen sie sich während des Ausbruches. Falb selbst hat in früheren Schriften diese Erklärung für die während einer Eruption eintretenden Stösse angenommen, und es scheint mir, um die Art, wie Falb mit der Erklärung der Thatsachen umspringt, an einem deutlichen Beispiel zu demonstrieren, gut, die betreffenden, über die nach dem Aetna-Ausbruch vom 29. August 1874 eingetretenen Erdbeben in den „Gedanken und Studien“ veröffentlichten Worte Falb's wörtlich anzuführen:

„In der Nacht vom 29. auf den 30. August um 11¹/₂ Uhr wurde ich durch ein heftiges Erdbeben buchstäblich aus dem Bette geschüttelt, verschiedene Stösse folgten bis zum Morgen. Ein schwacher Stoss trat noch um 7 Uhr 23 Minuten ein. Damit war die Abnahme der Eruption verbunden. Am 30. August Vormittags stellte auch der erste Krater seine Thätigkeit fast vollständig ein.“¹⁾

„Im Laufe des 30. August berieth ich mich mit verschiedenen Personen in Randazzo über die Möglichkeit und Richtung einer Excursion zur Ausbruchsstelle, konnte jedoch bei dem Widerspruch der darüber geäußerten Ansichten zu keinem Entschlusse kommen.“ —

„Inzwischen hatten sämtliche Krater ihre Thätigkeit eingestellt. Den ganzen Tag über war weder auf dem Gipfel, noch an den Stellen der Eruption auch nur ein Wölkchen zu sehen. Dafür traten bereits einzelne Erdbeben auf. Unter den fünf Stößen, die ich in zwölf Stunden notirte, waren zwei — um Ein Uhr zwanzig Minuten und um drei Uhr zehn Minuten — sehr stark. Ich schloss daraus auf eine Verwerfung und Verstopfung der Explosions-Oeffnungen und machte die Bewohner von Randazzo auf eine wahrscheinliche Zunahme der Stösse in der Nacht aufmerksam.“²⁾

1) „Gedanken und Studien,” pag. 64.

2) „Gedanken und Studien,” pag. 65.

Herr R. Falb hatte wohl in Valparaiso, 1877, vollständig vergessen, was er, 1875, in Graz hatte drucken lassen, möglich dass er auch zu dieser Zeit bereits mit jenen sprachwissenschaftlichen Studien beschäftigt war, deren Früchte zum Entsetzen der Philologen nun bald an's Licht treten werden, und dass die Forschung nach der „Ursprache“ und nach der „Wiege des Menschengeschlechtes“ ihm nicht mehr gestattete, solche kleinliche Fragen, wie jene nach den Modalitäten der Beben, die einen Ausbruch begleiten, mit der gewohnten Exactheit zu behandeln.

Allen grossen Eruptionen pflegen Erdbeben voranzugehen, — Falb stellt dies zwar seiner Erdbeben-theorie zu Liebe in Abrede; doch haben wir eben gesehen, auf welch' unzureichendem Boden seine Behauptung: „in der Nähe von thätigen Vulcanen treten die häufigsten und stärksten Erdbeben nicht vor, sondern nach der Eruption ein,“ beruht. Es sollen jedoch auch positive Beweise für die Unrichtigkeit derselben angeführt werden.

P. Scrope, dem wir einen wesentlichen Theil der genauen Kenntniss vulcanischer Vorgänge verdanken, schildert, als Augenzeuge nach dem furchtbaren Vesuv-Ausbruch vom October 1822 den Verlauf einer Paroxismus-Eruption sehr genau: ¹⁾ „Voraus gehen gelindere oder heftigere Erdbeben, häufig und länger dauernd, aber hauptsächlich den Berg selbst treffend, welcher von inneren Wehen ergriffen scheint, die dem Gebären eines Thieres zu vergleichen sind. Diese Stösse verursacht wahrscheinlich die Expansivkraft einer unterirdischen Lavamasse, die sich im Zustande äusserster Spannung befindet, oder der elastischen Fluida, welche sie enthält und die sich einen Durchgang durch die darüber liegenden Felsmassen erzwingen wollen. Man hört wiederholte, laute, unterirdische

¹⁾ P. Scrope, „Ueber Vulcane“ — pag. 16 der schlechten deutschen Uebersetzung von G. A. v. Klöden, Berlin 1872.

Detonationen, ähnlich Kanonenschüssen oder dem Rollen von Gewehrfeuer, je nach ihrer Intensität, und dafür sind dieselben auch häufig in gewisser Entfernung gehalten worden."

„Es steht fest, dass diese Getöse, bei der ungeheuren Entfernung, bis auf welche sie fortgepflanzt werden, und der zu ihrer Stärke am Ausgangspunkte in gar keinem Verhältniss stehenden Geschwindigkeit, nicht durch die Luft allein, sondern hauptsächlich durch die festen Erdschichten fortgeleitet werden. Oft soll der Zustand der Atmosphäre einen besonderen Charakter annehmen und dieselbe eine ungewöhnliche Dichtigkeit und Stille zeigen, welche das Gefühl des Druckes erzeugt."

„Diese drohenden Anzeichen einer nahenden Krisis dauern längere oder kürzere Zeit und sind begleitet von der Störung oder dem gänzlichen Verschwinden von Quellen, dem Austrocknen der Brunnen und solcher Vorgänge, wie das Krachen, Zerreißen und Erbeben des Unterbaues des Berges natürlicherweise veranlassen muss. Während dieser Zeit erzwingt sich wahrscheinlich die Lava ihren Weg nach oben wie ein Keil durch eine oder mehrere Spalten, welche durch die gewaltigen Krämpfe entstanden sind. Wenn sie so nun endlich eine Verbindung mit der äusseren Luft hergestellt hat, so beginnt die Eruption, gewöhnlich mit einem furchtbaren Krach, der den Berg bis in seinen Grund zu erschüttern scheint. Explosionen luftförmiger Fluida, deren jede eine laute Detonation hervorbringt, und die an Heftigkeit wachsen, folgen einander mit grosser Schnelligkeit von der Mündung der Eruption aus, welche meistens der Centralschlund oder der Krater des Berges ist." —

Die weitere Schilderung des Verlaufes einer grossen Eruption interessirt uns hier nicht; es sei nur gestattet, einige Beispiele anzuführen, in welchen Erderschütterungen von längerer oder kürzerer Dauer solche Eruptionen einleiteten.

So gingen der grossen Eruption des Vesuv im Jahre 79 n. Chr., welche Herculanium und Pompeji zerstörte, gewaltige

Erschütterungen voraus. Der Vesuv hatte seit der ersten Ansiedlung der Griechen in Unteritalien kein Zeichen seiner Thätigkeit gegeben, und Strabo schloss nur aus seiner Structur auf den vulcanischen Charakter des Berges. Das erste Symptom von dem Wiedererwachen der vulcanischen Kraft war ein Erdbeben in dem Jahre 63 n. Chr. welches den benachbarten Städten bedeutenden Schaden zufügte. Von dieser Zeit an bis zu dem Jahre 79 fanden häufige leichte Erdstösse statt, und im Monate August desselben Jahres wurden sie zahlreicher und heftiger, bis sie endlich in jener Eruption endeten, bei welcher der ältere Plinius seinen Untergang fand, und welche der jüngere Plinius in seinem Schreiben an Tacitus so anschaulich schildert. Nach dieser Schilderung war der Vorgang der Eruption jenem des Ausbruches von 1822, über welchen wir die genauen Beschreibungen P. Scrope's besitzen, vollkommen ähnlich.

Der Bildung des Monte Nuovo in den phlegräischen Feldern bei Neapel durch einen mehrtägigen Ausbruch gingen starke Erdbeben voran, wie zwei Originalberichte, die Sir Hamilton veröffentlichte, zeigen. Der erste, von Falconi im Jahre 1538 geschrieben, enthält folgende Stelle:¹⁾

„Es ist nun zwei Jahre her, dass sich hier zu Pozzuoli, Neapel und den umliegenden Gegenden häufige Erdbeben ereignet haben. An dem Tage und in der Nacht vor dem Ausbruche (des Monte Nuovo) wurden etwa 20 starke und schwächere Stösse wahrgenommen. Der Ausbruch begann am 29. September 1538. Es war an einem Sonntage ungefähr 1 Uhr Nachts, als sich zwischen den warmen Bädern und Triplogola Flammen zeigten. Nach kurzer Zeit nahm das Feuer in solchem Grade zu, dass die Erde an dieser Stelle platzte und eine solche Menge von Asche und Bimsstein, mit

¹⁾ C. Lyell, „Veränderungen der unorganischen Welt“ — übers. von C. Hartmann, Weimar 1841, pag. 300.

Wasser vermischt, aufwarf, dass die ganze Gegend davon bedeckt wurde — —" u. s. f.

Der andere Bericht, welcher von Pietro Giacomo di Toledo herrührt, beginnt folgendermassen: ¹⁾

„Es sind nun zwei Jahre her, dass die Provinz Campanien durch Erdbeben gelitten hat und die Umgebung von Pozzuoli mehr als jede andere. Den 27. und 28. des Monats September aber hörten die Erdbeben in der Stadt Pozzuoli weder Tag noch Nacht auf. Die zwischen dem Avernener-See, dem Barbaro-Berge und dem Meere liegende Ebene wurde ein wenig gehoben, und es entstanden in derselben mehrere Risse, und aus einigen kam Wasser hervor. Zu gleicher Zeit trocknete das an der Ebene liegende Meer bis auf ungefähr 200 Schritte vom Ufer ab, so dass die Fische als Beute der Bewohner von Pozzuoli am Boden liegen blieben. Endlich am 29. desselben Monats, etwa um 2 Nachts, öffnete sich die Erde in der Nähe des Sees; man sah einen furchterlichen Schlund, aus welchem mit Gewalt Rauch, Feuer, Steine und aus Asche bestehender Schlamm hervordrangen und beim Oeffnen des Schlundes ein Geräusch wie der stärkste Donner machten. Die folgenden Steine waren durch die Gewalt der Flammen in Bimsstein verwandelt worden und einige derselben waren grösser als ein Ochse. Die Steine flogen etwa so hoch, als mit einer Armbrust geschossen werden kann und fielen zuweilen auf den Rand und zuweilen in den Schlund selbst nieder. Der Schlamm hatte die Farbe der Asche und war anfänglich sehr flüssig, dann nach und nach weniger und war in solcher Masse hervorgekommen, dass in weniger als 12 Stunden, mit Hilfe der eben erwähnten Steine, ein Berg von 1000 Schritt Höhe entstanden war.“ — —

¹⁾ C. Lyell, „Veränderungen der unorganischen Welt,“ übers. v. C. Hartmann, Weimar 1841, pag. 301.

Dem grossen Ausbruch des Skaptar-Jökul, welcher im Jahre 1783 stattfand, gingen länger anhaltende Erdbeben voran, welche Island erschütterten, und endlich am 11. Juni grosse Heftigkeit erlangten, worauf der genannte Vulcan zur Eruption kam, die erst nach zwei Jahren gänzlich aufhörte. Die bei diesem Ausbruch geförderten Lavamassen erreichten ein ausserordentliches Volum. Von den beiden Lavaströmen, die in fast entgegengesetzter Richtung flossen, war der eine 50, der andere 40 (engl.) Meilen lang. Die gewöhnliche Mächtigkeit dieser Ströme betrug 100 Fuss, stieg jedoch in den Engpässen auf 600 Fuss, ihre Breite betrug 7—15 (engl.) Meilen.

Der Vulcan Jorullo entstand 1759 an einer Stelle in Mexico, welche vordem ein ganz unschuldiges Aussehen darbot. Die Bäche Cuitimbo und San Pedro bewässerten fruchtbare Felder von Zuckerrohr und Indigo. Im Juni des Jahres 1759 liess sich ein erschreckendes unterirdisches Brüllen hören, von häufigen Erdstössen begleitet, die 50 bis 60 Tage lang dauerten, bis im September Flammen aus der Erde hervorkamen und Bruchstücke von glühenden Felsen zu einer ungeheuren Höhe emporgeschleudert wurden. Sechs aus Schlacken und Lavatrümmern bestehende vulcanische Kegel, wurden einer Linie auf einer Spalte gebildet, die sich von NNO nach SSW erstreckte. Eine ungeheure Masse von Lava wurde ergossen, die sich über einen Raum von vier Quadratmeilen ausbreitete (Mal pays) und an ihrer Oberfläche jene kleinen, 6—9 Fuss hohen Schlackenkegel erzeugte, die durch das nachträgliche Ausstratzen der in der Lava enthaltenen Gase gebildet wurden.

In allen diesen Fällen waren es stark durchtränkte Lavamassen, welche durch ihr Empordringen zuerst die Erdbeben, dann den Durchbruch, hierauf die Ausschüttung aus Auswürflingen, Gesteinsfragmenten und zerstäubter Lava und endlich den Erguss glühend flüssigen Gesteins herbeiführten. In zwei Fällen (Eruption des Vesuv vom Jahre 79 und Bildung des

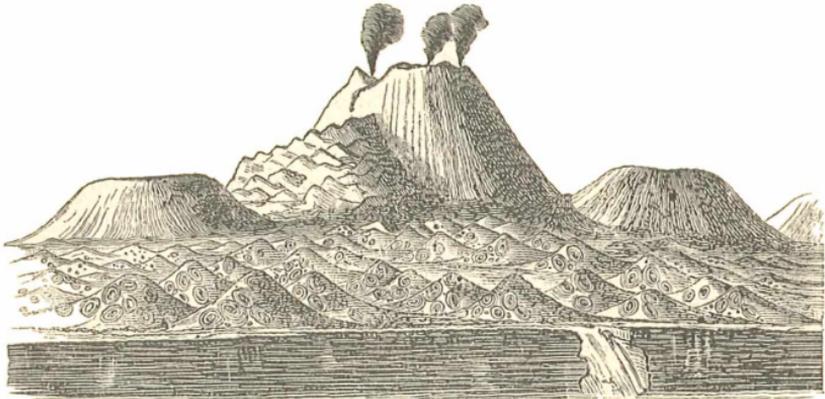
Monte Nuovo) kam es gar nicht zur Förderung grosser Lavaströme, weil das ungemein stark durchtränkte Material fast nur in fragmentärem Zustand gefördert wurde. Sehr lehrreich ist der von Humboldt nicht ganz richtig erklärte Ausbruch des Jorullo. Die zuerst geförderten, am stärksten durchtränkten Magmamassen wurden zerstäubt, und lieferten das Material für die sechs Kegel, die sich über den Weitungen des Grundspaltes aufbauten, die folgenden, weniger stark durchtränkten Massen wurden als Lavastrom ergossen, bildeten das Mal-pays, und bedeckten sich durch Aussprätzen des Wasserdampfes und anderer Gase mit den Hornitos (secundäre Schlackenkegel), die zuletzt geförderte Masse erstarrte, in Folge ihrer sehr geringen Durchtränkung und ihres daher rührenden geringen Flüssigkeitsgrades als ein plumper Talon an der Flanke des Jorullo.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn überhaupt weniger stark durchtränktes Magma zur Förderung gelangt. Es wurde bereits oben auf den Vulcanismus der grossen Feuerberge Hawaiis hingewiesen. „Das Magma des Mauna-Loa und Kilauea ist wenig imprägnirt. Dana hebt hervor, dass alle uns bekannten Ausbrüche dieser Vulcane sich durch ihren ruhigen Verlauf auszeichnen, und dass bei denselben die Wirkung des hydrostatischen Druckes bedeutender sei, als die der hochgespannten Gase.¹⁾ Nur mächtige Lavaströme, keine Detritus-Schüsse würden gefördert. — So sprang im Jahre 1852, nach Coan's Bericht, aus einer Radialspalte des Kilauea ein 300 Meter mächtiger und bis zu 200 Meter hoher Strahl von Lava hervor.²⁾ Alle tumultuarischen Erscheinungen, welche

¹⁾ Dana, „Americ. Journ.," 1852, Bd. 14, pag. 254, und Dana, „Manual", 1875, pag. 713.

²⁾ T. Coan, „Americ. Journ.," 1852, Bd. 14, pag. 219—222, und Dana, „Manual," 1875, pag. 713. — Eine ähnliche Eruption desselben Vulcans (vom Jahre 1872) beschreibt Clarke, „Times," Nov. 1873; „Nature," 1873, Bd. 7.

Fig. 3.



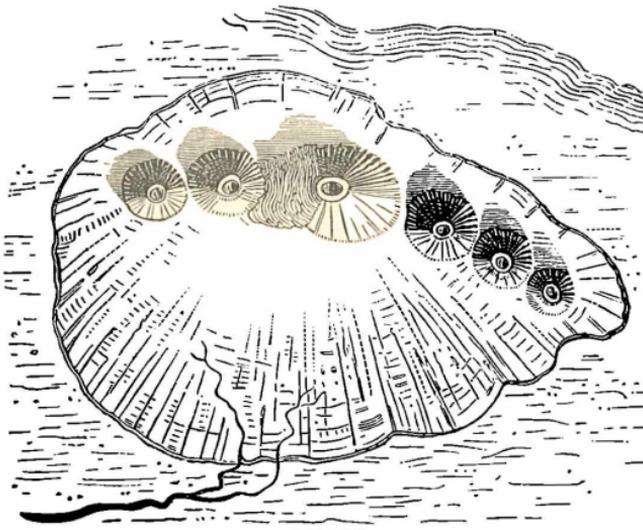
Ansicht des Jorullo und seines Mal-pays.

Fig.



Durchschnitt des Jorullo. *a b* Niveau der ursprünglichen Ebene.

Fig. 5.



Grundriss des Jorullo und seines Mal-pays (aus P. Scrope's „Ueber Vulcane",
übersetzt von G. A. v. Klöden — pag. 67).

für die Eruptionen anderer Vulcane so bezeichnend sind, fehlten. Der gewaltige, glühende Springquell versiegte allmählig und der Ausbruch war beendet".¹⁾

Der Vulcanismus der Sandwich - Inseln ist der sprechendste Beweis gegen Falb's Ansichten. Wären diese richtig, dann müssten vom Kilauea, dessen Lavasee vom lastenden Dampfdruck ja vollständig befreit ist, die furchtbarsten Erschütterungen ausgehen, und an diesem allezeit offenen Riesenkrater müsste das Auf- und Abwogen der unterirdischen Fluth des glühendflüssigen Erdinnern sich doch gelegentlich einmal bemerkbar machen, was jedoch, wie es scheint, nicht der Fall ist.

Ich glaube, hinreichend erwiesen zu haben, dass die Falb'sche Ansicht von der Entstehung der Erdbeben mit den an Vulcanen zu beobachtenden seismischen Erscheinungen durchaus nicht übereinstimmt.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung jener häufigeren, ausgedehnteren und grossartigen Erdbeben, welche oft fern von vulcanischen Gegenden sich ereignen, und wie später nachgewiesen werden soll, in der Contraction des sich kühlenden Kernes und der dadurch bedingten Runzelung der starren Rinde ihren Grund haben. Falb erklärt auch diese für echt vulcanische Erdbeben, nur seien es in diesem Falle unterirdische Eruptionen, welche die Erschütterungen hervorbringen. Er sagt:²⁾

„Sind Erdbeben in der Nähe eines Vulcans die unvermeidliche Folge vulcanischer Eruptionen, so drängt sich uns die Frage auf, ob nicht auch die Erdbeben fern von allen Vulcanen, die sich in ihrer Aeusserung von den ersteren gar nicht unterscheiden, dieselbe Ursache haben? Ist der Umstand, dass wir dabei keine Eruption sehen, schon ein genügender Beweis, dass überhaupt keine stattgefunden hat? Jeder klar denkende Naturforscher wird darauf mit „Nein“ antworten.

¹⁾ E. Reyer, „Beitrag zur Physik der Eruptionen,“ pag. 77.

²⁾ „Umwälzungen im Weltall,“ pag. 207.

Denn die Möglichkeit einer unterirdischen Eruption, eines Ausbruches von Dämpfen, Gasen und Lava in unterirdischen Hohlräumen, kann durch keinerlei stichhaltige Gründe bestritten werden."

Auf die Gefahr hin, als „nicht klar denkender“ Naturforscher verschrien zu werden, muss ich dieser Ausführung entgegentreten. Sie beruht auf einer Annahme, welche unzulässig erscheint, auf der Annahme grosser unterirdischer Hohlräume, die höchstens in der Gedankensphäre Falb's, nicht aber im Innern der Erde existiren. In grösserer Tiefe, wo grosse Hitze und gleichzeitige Durchtränkung einen magmatischen Zustand der Gesteine bedingen, können solche Hohlräume unmöglich bestehen. Der gewaltige Druck der lastenden Schichten gestattet die Annahme derselben nicht. Heim geht wohl zu weit, wenn er in seinem Werke über den Mechanismus der Gebirgsbildung annimmt, dass in einer Tiefe von einigen tausend Metern keine offenen Spalten oder Klüfte auftreten können, da die „Plasticität der Gesteine“ unter hohem Druck dieselben schliessen müsste. Thatsächlich wurden auch bei der Durchbohrung des Gotthard im Tunnel offene, wasserführende Klüfte wiederholt angefahren. Grössere Hohlräume, wie sie die Falb'sche Hypothese braucht, können jedoch schon in mässiger Tiefe kaum bestehen. Die grossen Kalkhöhlen (im Karst z. B.) sind eine ganz oberflächliche, durch die chemisch und mechanisch wirkende Kraft des Wassers hervorgerufene Erscheinung — auch sie erleiden fortwährend durch Einstürze (Dollinenfälle) Veränderungen, sobald die Ausdehnung des Hohlraumes die Tragfähigkeit des Gesteines überschreitet. In grösseren Tiefen aber können Hohlräume ebensowenig gebildet werden, als sie zu bestehen vermögen. Man könnte allenfalls drei Factoren als Bildner solcher Hohlräume namhaft machen: heisse Quellen, vulcanische Eruptionen und Aufrichtung der Gebirge durch Empordrängung einer krystallinischen Axe. Jene

Quellentheorie, welche die Thermen aus dem grossen Abyssus, mit fixen Stoffen beladen, emporsteigen lässt, wird glücklicherweise nur von wenigen Fachleuten vertreten — es kann nicht meine Aufgabe sein, hier ausführlich das Unrichtige dieser Anschauung nachzuweisen. Wärme und Gasemanation (zumeist Kohlensäure) stammen allerdings aus der Tiefe, aus dem sich abkühlenden Kern des Planeten, das Wasser und die fixen Stoffe, mit welchen es sich auf seinem Wege beladen hat, aus sehr oberflächlichen Schichten.

Bei vulcanischen Eruptionen wird oberflächlich oft eine gewaltige Lavamasse ergossen — es könnte dies die Vorstellung wecken, dass in der Tiefe, aus der das geschmolzene Gestein emporquoll, ein Hohlraum zurückblieb. Dies ist jedoch sicher nicht der Fall. Die Lava quillt auf in Folge der Ausdehnung der durchtränkenden Liquida. Die oberflächlich erstarrte Masse ist stets von zahlreicheren kleinen Blasen und Hohlräumen durchsetzt („schlackig“). Dieses Dunsen der Masse bewirkt eben die Eruption. In der Tiefe des Schlotens bilden sich weder kleinere noch grössere Hohlräume; Tiefganggesteine erstarren unter der gestaltenden Macht des Druckes, welcher die Liquida im Magma zurückhält, in ganz anderer Weise als die oberflächlich ergossene Lava, oft vollkrystallinisch.¹⁾ — Es erübrigt sonach noch die dritte Erklärung der supponirten Hohlräume, welche die Empordrängung der Gebirge als Ursache derselben bezeichnet. Falb sagt hierüber: „Es ist eine sehr wohl begründete (sic!) Ansicht der Geologen, dass hohe Gebirgsketten durch Hebung der festen Massen aus unterirdischen Spalten entstanden sind. Ja Pendelmessungen haben Hohlräume unter den Pyrenäen, dem Kaukasus, dem Himalaya und den Anden sogar direct nachgewiesen.“ Was Falb's Ansichten über Gebirgsbildung anlangt, so komme ich auf dieselben im letzten

¹⁾ Vergl. E. Reyer, „Beitrag zur Physik der Eruptionen,“ pag. 123 — 142.

Abschnitte zurück, hier sei nur auf die Ungereimtheit der Annahme hingewiesen, dass sich Gebirge (vielleicht durch Spannkraft vulkanischer Dämpfe??) erhoben hätten, um unter sich Hohlräume im Erdinnern zurückzulassen, in welchen dann die von Falb angenommenen „unterirdischen Eruptionen“ ihr Unwesen treiben könnten. Was ferner die Pendelmessungen am Fusse solcher Gebirge anlangt, so erweisen sie nur die ungleiche Dichtigkeit der Gesteine, aus denen einzelne Theile der Erdrinde bestehen, eine Thatsache, die Falb an anderer Stelle in Abrede stellt.¹⁾

Doch wenden wir uns zur Betrachtung jener Erscheinungen, welche diejenigen Erdbeben kennzeichnen, die so häufig in Kettengebirgen auftreten, und wie es scheint mit der fortdauernden Gebirgsbildung — mit der Rindenrunzelung der Erde in Folge der Abkühlung und Volumverminderung ihres Kernes in Zusammenhang stehen. Falb behauptet, dass alle Beben dieselbe Ursache besitzen, sie seien vulcanischer Natur und würden von den Fluthconstellationen beeinflusst. Dem entsprechend will er auch überall dieselben Phänomene wahrnehmen. Wir haben oben gesehen, wie wenig seine Ansichten über die wirklich vulcanischen Beben mit den Thatsachen übereinstimmen, noch weniger ist dies natürlich der Fall bei den Dislocations- oder Stauungsbeben, die er für Folgewirkungen unterirdischer Ausbrüche erklärt.

Prüfen wir zunächst seine eigenen Behauptungen. Falb sagt in seiner neuesten Schrift²⁾ über die Hauptphänomene der Erdbeben Folgendes:

„Nachdem der Einfluss des Mondes sich als zweifellos erwies,³⁾ handelte es sich darum zu untersuchen, wie dieser Einfluss gedacht werden müsse; zu ergründen, welches die

1) Vergleiche: „Gedanken und Studien,” pag. 144 u. ff.

2) „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 151 u. ff.

3) Doch wohl nur für Falb!

physikalischen Vorgänge in der Tiefe der Erde sind, welche die Erschütterungen an der Oberfläche hervorrufen."

„Damit auch diese Frage mit möglichster Sicherheit und Gründlichkeit¹⁾ gelöst würde, war es nothwendig, die Erscheinung eines Erdbebens, das Phänomen selbst mit all' den Details, welche es begleiten und charakterisiren, sorgfältig zu studiren. Es bot sich zunächst als beachtenswerth die verschiedene Form der Stösse dar. Es wird nämlich die Erdoberfläche entweder senkrecht von unten nach oben bewegt, so dass bewegliche Gegenstände oft fushoch aufspringen, welche Bewegung man den *moto succussorio*, die aufstossende nennt; oder es bewegt sich die Erde in minder heftiger Weise nach Art der Meereswellen: *moto undulatorio*, die wellenförmige Erschütterung; oder es zeigen sich endlich, namentlich dort, wo das Erdbeben sehr heftig eintritt, Spuren von wirbelförmiger Bewegung, *moto vorticoso*."

Wer sich eingehend mit der Literatur der Erdbeben beschäftigt hat, wird staunen, von einem „Erdbebenforscher“ den alten Irrthum der wirbelförmigen Bewegung wieder vorgebracht zu sehen, nachdem Mallet ihn längst widergelegt und nachgewiesen hatte, dass die sogenannten rotatorischen Bewegungen nur auf unrichtigen oder schlecht gedeuteten Beobachtungen fussen. Falb aber erörtert an anderer Stelle²⁾ ausführlich die rotatorischen Bewegungen einer Pyramide im Friedhof zu Farra, welche bei dem Erdbeben von Belluno 1873 stattfand — er scheint die Mallet'sche Erklärung dieser Erscheinung nicht verstanden zu haben. Sie beruht darauf, dass die übereinander liegenden Steine ungleich unterstützt (oder eventuell durch Eisenstifte, die als Drehungsaxen dienten, verbunden) gewesen sind. Ein schräg aus der Tiefe kommender Stoss

1) Falb liebt es, fortwährend seine Gründlichkeit anzupreisen, die jedoch, wie wir gleich sehen werden, nicht sehr bedeutend ist!

2) „Gedanken und Studien," pag. 280.

musste dann Drehungen der Steine um die Unterstützungspunkte bewirken, keineswegs waren mehrere Stösse aus verschiedenen Richtungen nöthig, um eine wirklich drehende Bodenbewegung erzielen. Die „rotatorischen“ Erdbeben sind übrigens aus den Gehirnen derjenigen, die sich nur oberflächlich mit den Erdbebenerscheinungen beschäftigen, so schwer zu beseitigen, wie die Drehkrankheit aus jenem der Schafe — auch am 9. November 1880 fanden nach den Berichten der Wiener Blätter in Agram rotatorische Erdbewegungen statt; ich erachte es für überflüssig, die vorgebrachten „Beweise“ (gedrehte Gypsmodelle im Zeichensaale der Realschule — gedrehte Rauchfänge u. dgl.) ausführlich zu erörtern; auch für sie gilt die oben erwähnte Mallet'sche Erklärung.

Doch folgen wir den Falb'schen Ausführungen weiter:

„Ferner ist höchst beachtenswerth der Typus des Stosses. Der erste Stoss scheint nicht einfach zu sein, sondern aus mehreren zusammenhängenden, momentan aufeinanderfolgenden Stössen zu bestehen. Die Erschütterung beginnt mit einer leisen Vibration, steigert sich innerhalb einiger Secunden und endet mit einem explosionsartigen Effecte. Dieser Umstand ist sehr beachtenswerth. Die Dauer des Hauptstosses ist sehr kurz; sie überschreitet selten den Zeitraum von 10 Secunden und verläuft in den meisten Fällen viel rascher. Lissabon wurde am 1. November 1755 in 3 bis 4 Secunden zerstört und bei dem Erdbeben von Carracas kamen in wenigen Secunden 20.000 Menschen um's Leben.“

„So kurz nun aber diese erste Aeusserung der wieder erwachenden Kraft ist, so lange muss nun die Bewegung andauern. Es ist nämlich ein ausnahmsloses Gesetz, dass jeder Stoss, welcher kräftig genug war, um eine bedeutende Wirkung hervorzubringen, sofort eine Reihe von zahlreichen Erschütterungen nach sich zieht. An einem Orte, der so unglücklich war, von einer Katastrophe betroffen zu werden, dauern

die Beben fort, es treten oft gegen 100 Stösse am ersten und ebensoviele am zweiten Tage ein und es kommt die Erde Wochen, ja oft Monate und Jahre lang nicht zur Ruhe. Es ist in der ganzen Erdbebenstatistik unerhört, dass irgend ein Ort durch einen Stoss zerstört worden sei, ohne dass weitere Stösse darauf eintraten. Ein Stoss, der vereinzelt bleibt, ist immer nur ein schwacher Stoss! Dies ist das erste sichere Gesetz in dieser Naturerscheinung und gleichwohl wurde es von keinem der Gelehrten, die sich vor uns mit dem Studium der Erdbeben beschäftigten, gefunden.¹⁾ Wir werden uns überzeugen, wie uns gerade dieses Gesetz zur Auffindung der Ursache verhelfen wird."

„Ein zweites nicht minder sicheres Gesetz besteht darin, dass der erste oder der in wenigen Minuten darauffolgende der Hauptstoss ist, und dass von den Hunderten von Erschütterungen, die auf den ersten Stoss folgen, keine einzige mehr die Gewalt und Stärke des ersten oder Hauptstosses erreicht. Es ist gleichfalls unerhört in der Erdbebenstatistik, dass ein Ort in der Mitte oder erst am Ende einer wochenlang andauernden Erschütterungsreihe durch einen, alle vorausgehenden an Heftigkeit übertreffenden Stoss zerstört worden sei. Diese Stösse sind in der Regel sehr schwach, treten am ersten Tage am häufigsten und stärksten auf und nehmen dann

¹⁾ Diese kühne Behauptung bedarf wohl der Richtigstellung: Schon die Alten wussten, dass Erdbeben durch längere Zeit anzudauern pflegen, und diese Thatsache konnte Niemandem ein Geheimniss bleiben, der sich mit dem Erdbeben-Studium beschäftigte. Den Namen eines „Gesetzes“ auf sie anzuwenden, blieb Herrn Falb vorbehalten — ich glaube aber, dass die „Falb'schen Erdbebengesetze“ diesen Namen noch weniger verdienen, als die Haeckel'schen „Gesetze“ der Ontogenie und Phylogenie, welche unter die Begriffe „Regeln und Ausnahmen“ fallen, daher kaum mit den unveränderlichen Gesetzen der Physik verglichen werden können. Falb's zweites Gesetz aber ist, wie oben gezeigt wird, geradezu erstunken und erlogen.

von Tag zu Tag an Häufigkeit und Stärke ab. Nur der siebente Tag nach dem Hauptstoss bringt in der Regel wieder einen stärkeren, als die vorausgehenden Tage. Auch dieses zweite Gesetz wurde vor uns von Niemandem hervorgehoben, obgleich auch dieses die wahre Ursache der Erdbeben auf unzweifelhafte Weise verräth."

Zur Würdigung dieser Falb'schen „Gesetze", insbesondere des zweiten, sei es gestattet, einige Thatsachen anzuführen.

Dem Erdbeben, welches am 9. November 1880 um halb acht Uhr Morgens Agram verwüstete, gingen in der Nacht vom 8. zum 9. eine ganze Serie von Stössen voraus — die ersten circa 8 und 10 Uhr Abends — ein besonders heftiger um $\frac{1}{2}$ 1 Uhr Nachts. Diese Stösse, die nicht wie Falb sagt „einige Minuten" sondern 12 Stunden vor dem Hauptstoss begannen, werden trotz der zur Beobachtung ungünstigen Zeit an mehreren Orten Steiermarks und Ungarns wahrgenommen (jener von $\frac{1}{2}$ 1 Uhr Nachts setzte den Plattensee in starke Bewegung) immerhin waren sie viel schwächer als der Stoss vom Morgen des 9. November.

Das Erdbeben von Klana 1870 hatte, wie bereits oben — vergl. pag. 70 — erörtert, zwei HAUPTerschütterungen, eine am 1. März, die andere am 10. Mai, was mit Falb's Erdbebengesetz wenig übereinstimmt; dem Stoss vom 1. März aber gingen bereits zahlreiche Erschütterungen voran, von welchen einzelne genau dasselbe Centrum hatten, wie die Hauptstösse vom 1. März und 10. Mai.

Dem grossen niederösterreichischen Erdbeben vom 27. Februar 1768 gingen mehrere Stösse in der Nacht vom 26. zum 27. voran.¹⁾

Auch bei dem verheerenden Erdbeben, welches am 15. und 16. September 1590 in Niederösterreich stattfand, waren

¹⁾ E. Suess, „Die Erdbeben Niederösterreichs." Denkschr. d. k. Akademie d. Wiss. 33. Bd., 1873, pag. 82.

nicht die ersten Stöße die heftigsten,¹⁾ — am Abend des 15. ereigneten sich schwächere Stöße um 5 und 6 Uhr, und von den vielen Erschütterungen die in der Nacht stattfanden, soll jene zwischen 12 und 1 Uhr die heftigste gewesen sein. Diesem furchtbaren Erdbeben war am 29. Juni eine ziemlich heftige Erschütterung vorhergegangen, welche alles Land von Iglau bis Wien und Neustadt betroffen hatte.

Ich glaube, dass die angeführten Beispiele genügen, um den Werth der Falb'schen Erdbebengesetze und seiner Behauptung „Es ist unerhört in der Erdbebenstatistik“ entsprechend zu würdigen. Die Sicherheit, mit der Falb seine den That-sachen entsprechenden „Gesetze“ verkündigt, wird nur von seiner Ignoranz übertroffen. Wer Gesetze über Erdbeben-Erscheinungen aufstellen will, der hätte doch zunächst das vorliegende Beobachtungsmaterial durchzuarbeiten, zumal wenn er die betreffenden Fragen „mit möglichster Sicherheit und Gründlichkeit“ lösen will. Wie genau Falb aber die Erdbeben-Erscheinungen früherer Zeiten studirt hat, möge ein drastisches Beispiel lehren. Als Beweis gegen die Einsturztheorie führt er wörtlich Folgendes an: „Es ist gar kein Zweifel, dass unterirdische Einstürze wirklich stattfinden; allein sie erzeugen nur äusserst schwache, an der Oberfläche gar nicht erkennbare Erschütterungen. Wir haben ja grossartige Bergstürze an der Oberfläche beobachtet. Im Jahre 1348 stürzte der Berg Dobratsch bei Villach in Kärnten zur Hälfte ab. Es ist eine genaue Beschreibung dieser Erscheinung von Benedictiner-Mönchen eines benachbarten Klosters, welche dabei Augenzeugen waren, geliefert worden. Von Erdbeben ist nirgends die Rede.“²⁾ Es sei gestattet, dieser Behauptung gegenüber auf den Wortlaut einer Chronik hinzuweisen: „In conversione S. Pauli factus

¹⁾ E. Suess, l. c., pag. 77.

²⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 169. — In ähnlicher Weise auch „Gedanken und Studien,“ pag. 301.

est terraem otus ita magnus quem quis hominum meminerit. Nam in Karinthia, Stiria, Carniolia usque ad mare plusquam XL firmissima Castra et Civitates subvertit, et mirum in modum mons magnus super montem cecidit et aquam quamdam fluentem obstruxit quae etiam post se villas plures subvertit et subversit." (Chron. Zvetl. ap. Rauch, Script. II, pag. 324. — Vergl. E. Suess, „Erdbeben Niederösterreichs," Denkschr. d. k. Ak., 33. Bd., 1873, pag. 84). — In der Chronik Giorgio Piloni's (Venezia 1607) heisst es von diesem Beben:

„Am 25. Januar, 5 Uhr, des Jahres 1348 war ein fürchterliches Erdbeben, wie ein solches seit Menschengedenken nicht vorgekommen. Kirchen, Thürme, Häuser stürzten ein, viele Personen wurden getödtet. Besonders schrecklich waren die Verwüstungen in Friaul; es stürzte unter andern ein der Palast des Patriarchen zu Udine. Es wurden die Castelle S. Daniele, Tolmezzo, Vensone und andere zerstört. In Venedig wurde der Canal grande trocken gelegt und viele Paläste umgestürzt. In Kärnten fanden mehr als tausend Personen ihren Tod." 1) Ueber den durch das Erdbeben verursachten Bergsturz am Dobratsch, der mit der Entstehung der Erschütterung so wenig zu thun hatte, als der Einsturz eines Thurmes, sagt Schaubach 2): „Dieser Bergsturz gehört, so unbekannt er ist, zu den fürchterlichsten Erscheinungen dieser Art, und der grosse Bergsturz am Rossberge erscheint unbedeutend gegen diesen. Zwei Märkte und siebzehn Dörfer wurden begraben, das Gailthal zu einem See gedämmt und nur mit Mühe konnte sich der Fluss eine Bahn durch die Trümmer brechen, noch jetzt sumpft das Thal aus dieser Ursache. Noch oft stösst man auf Häuser und in ihnen auf Gerippe." — Ausführlicheres über dieses furchtbare Erdbeben, welches Herrn Falb geradezu

1) Vergl. G. v. Rath, „Das Erdbeben von Belluno." Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1873.

2) „Die deutschen Alpen," V, pag. 70.

wunderbarerweise unbekannt blieb, da es auch von Bittner in seiner Arbeit über das Erdbeben von Belluno erwähnt wird, möge man in Hoefer's Monographie der Erdbeben Kärntens ¹⁾ nachlesen. —

Doch kehren wir zur Betrachtung jener Erscheinungen zurück, welche die Stauungsbeben begleiten. Es kann freilich nicht unsere Aufgabe sein, dieselben insgesamt eingehend zu erörtern, wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, jene hervorzuheben, welche mit Falb's Behauptungen in Widerspruch stehen. Wir haben bereits gesehen, dass Falb's „Gesetz der Reihe“ durch die Erscheinungen widerlegt wird, dieselben sprechen aber in noch weit entschiedenerer Weise gegen seine Theorie. Insbesondere verdienen Berücksichtigung: 1. Die geringe Tiefe des Erschütterungsherd; 2. der Gegensatz zwischen der seichten Lage des Herdes und der weiten Verbreitung; 3. die Fortpflanzung des Bebens; 4. die lineare Ausdehnung des Herdes; 5. das Wandern der Stosspunkte auf Erschütterungslinien. Wir wollen die betreffenden Thatsachen und ihre Bedeutung für die Würdigung der Falb'schen Theorie der Reihe nach betrachten.

1. Die geringe Tiefe des Erdbebenherdes.

„Mit grossem Erfolg haben Forscher wie Mallet, der verstorbene v. Seebach, v. Lasaulx und Andere aus den Stossrichtungen, aus den Stossstärken und aus Zeitbestimmungen über den Eintritt des Stosses an verschiedenen Punkten den Ursprungsort, das Centrum der Erdbeben in der Tiefe, zu bestimmen versucht. Ohne auf die ziemlich complicirten Methoden solcher Berechnungen hier eingehen zu können, will ich nur anführen, dass beispielsweise für das Erdbeben in Calabrien, 1857, der Ausgangspunkt in einer Tiefe von 10.667 Meter oder $1\frac{1}{2}$ geographischen Meilen gefunden wurde. Für

¹⁾ „Denkschriften d. k. Akademie d. Wissensch.,“ 42. Bd., 1880.

das mitteldeutsche Erdbeben von Gera vom 6. März 1872 berechnete Seebach die muthmassliche Tiefe des Herdes auf 17.956 Meter oder 2·4 geographische Meilen. Für das rheinische Erdbeben von 1846 ist die Tiefe des Centrums auf 38.806 Meter, für das Erdbeben von Sillein im nordwestlichen Ungarn von 1858 auf 26.266 Meter und für das Erdbeben von 1873 von Herzogenrath bei Aachen auf 11.130 Meter berechnet worden.¹⁾ Es ist sonach der Sitz aller dieser Beben in sehr geringer Tiefe unter der Oberfläche zu suchen, und da in den meisten Gegenden wiederholt an denselben Stellen starke Erschütterungen eintreten und sich oft durch Jahrhunderte mit furchtbarer Gewalt wiederholen, können es keine unterirdischen Eruptionen sein, welche sie hervorrufen, da ja längst das geringe Hinderniss, das dieselben von der Oberfläche noch trennt, hätte überwunden werden müssen. Es ist unbegreiflich, warum diese unterirdischen Eruptionen stets auf dem Stadium des Versuches stehen bleiben und bei der enormen Gewalt der Erschütterung und der geringen Tiefe in welcher sie ihren Ursprung hatten, nicht im Stande sein sollten, den letzten schwachen Widerstand der obersten Schichten der Erdrinde zu überwinden.

2. Der Gegensatz zwischen der seichten Lage des Herdes und der weiten Verbreitung der Erschütterung.

Falb sagt hierüber:²⁾ „Je tiefer der Sitz des Erdbebens liegt, desto grösser ist das Erschütterungsgebiet. Wenn also das erschütterte Gebiet eine so bedeutende Ausdehnung zeigt, wie z. B. bei dem Erdbeben von Lissabon, so sind wir berechtigt, auf eine ungeheure Tiefe zu schliessen. Und wenn nun

1) F. v. Hochstetter, „Ueber Erdbeben,“ Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club am 22. November 1880. — Monatsblätter des Club, ausserordentliche Beilage zu Nr. 3, Jahrgang II, pag. 5.

2) „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 252.

trotz dieser Tiefe, die auf dem Wege durch die verschiedenen Schichten der Erdrinde sich beständig schwächende Intensität des Stosses an der Oberfläche noch immer eine so furchtbare Kraft entfaltet, wie bei jenem Erdbeben, so müssen wir schliessen, dass an der Ausbruchsstelle selbst die Grösse dieser Kraft alle unsere Vorstellungen übersteigt. Eine solche Leistung kann aber nur ein Vulcan zu Stande bringen." Diese Ausführung geht eben von der Voraussetzung aus, dass alle Erdbeben durch eine explosionsartige Wirkung verursacht werden, eine Voraussetzung, die nur für die vulcanischen Erdbeben zutrifft. Wir haben oben gesehen, in welch' geringer Tiefe die Erschütterung bei vielen Beben ihren Ursprung nahm — die Verbreitung derselben aber war zumeist weitaus bedeutender, als sie der Explosion einer Mine in der betreffenden Tiefe und mit verhältnissmässig geringem Effect an der Oberfläche entsprechen würde. So furchtbar die Zerstörung von Lissabon 1755 auch war, so gering ist der mechanische Effect am Orte des Ausganges mit der ausserordentlich weiten Verbreitung der Erschütterung verglichen, welche sich über Frankreich, die Schweiz, Italien, Bayern, Marocco, England u. s. w. erstreckte. Durch explosionsartige Kraftäusserung lässt sich eine solche Verbreitung gar nicht erzielen. Die absolute Stärke der Erschütterung steht mit der Verbreitung häufig in Widerspruch. Agram wurde am 9. November 1880 gewiss weniger heftig erschüttert als Casamicciola auf Ischia, am 4. März 1881. Dennoch finden wir, dass der Stoss vom 9. November in Sarajewo und Wien, in Padua und Szegedin deutlich beobachtet werden konnte, ja die feinen seismographischen Instrumente, welche die italienische Regierung bei Rom hatte aufstellen lassen, sollen die Erschütterung angezeigt haben. Der furchtbare Erdstoss hingegen, durch welchen Casamicciola zerstört wurde und mit einem Schlage 300 Menschen zu Grunde gingen, wurde in dem nahegelegenen Neapel kaum wahrgenommen, ja

auf der kleinen Insel Ischia selbst an anderen Stellen viel schwächer verspürt. Es rührt dies eben daher, dass im letzteren Falle ein echt vulcanisches Beben, mit explosionsartiger Wirkung stattfand, während der Charakter der Agramer Erschütterung ein ganz anderer war.

3. Die Fortpflanzung des Bebens.

Der englische Physiker Mallet, welcher gelegentlich des Erdbebens von Calabrien, 1857, die ersten genauen Studien über Erdbeben-Erscheinungen angestellt hat, kam zu dem Resultate, dass bei diesem Erdbeben die Welle eine Geschwindigkeit von 305 Metern in der Secunde hatte. Nach weiteren Versuchen und Vergleichen ergab sich, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen meistens 350 bis 500 Meter beträgt, während sie ausnahmsweise auf 150 Meter herabsinken, oder auch bis 800 Meter per Secunde erreichen kann, je nach der Beschaffenheit des Fortpflanzungsmediums, i. e. nach der Gesteinsart der betreffenden Schichten. Nehmen wir mit Hochstetter an, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwelle im Mittel diejenige des Schalles (340 Meter per Secunde) sei, so würden die Wellen des Bebens von Agram am 9. November 1880 Wien (Entfernung 35 deutsche Meilen) nach 12—13 Minuten erreicht haben. Nun ist jedoch nach einer freundlichen Mittheilung, welche ich Herrn Hofrath v. Hochstetter danke, die corrigirte Zeit für den ersten heftigen Stoss in Agram 7 h. 33 m. 53 sec.; für Wien nach Herr 7 h. 36 m. 17 sec. = 7 h. 34 m. 24 sec. Agramer Zeit. Die Erschütterung ist also in Wien nur um 31 Secunden später eingetreten, oder mit anderen Worten, es kann hier keine wellenförmige Fortpflanzung eines Stosses, der in der Umgebung von Agram seinen Ursprung hatte, angenommen werden, wir sehen uns vielmehr gezwungen, vorzusetzen, dass grössere Theile der Erdoberfläche eine

ganz oder theilweise gleichzeitige Bewegung vollführten, die sich an den Verschiebungslinien durch Erderschütterungen kundgab. Das Agramer Beben hatte jedoch noch eine andere Fortpflanzung: jene wellenförmige, welche nur in den obersten Schichten der Erdrinde stattfand, und deren Contrast mit der ersteren zumal durch die Beobachtungen im südöstlichen Theile der Steiermark klar nachgewiesen wird. Von Interesse ist diesbezüglich vor Allem die Thatsache, dass schon in sehr geringer Tiefe der Braunkohlenbergwerke die Erschütterung, welche an der Oberfläche sich sehr stark fühlbar machte, gar nicht gespürt wurde.

Mit Falb's Ansichten lassen sich beide Arten der Fortpflanzungen kaum vereinbaren.

4. Die lineare Ausdehnung des Erdbebenherdes.

Bei jenen Erdbeben, welche so häufig in Kettengebirgen auftreten, ist der Herd der Erschütterung nie ein Punkt, sondern stets eine Linie, während vulcanische Erschütterungen stets ein bestimmtes Centrum: den Schlot eines thätigen oder anscheinend erloschenen Vulcans aufweisen. Mit Hinsicht auf das Streichen des Gebirges können wir longitudinale und transversale Beben unterscheiden, welche mit der Verschiebung der Gebirgsmassen an einem Längs- oder Querbruch zusammenhängen. Wir können als longitudinale Beben jenes von Klana 1870, die zahlreichen Beben der Mur-Mürzlinie in Steiermark, das erzgebirgische Beben vom 23. November 1875 betrachten. Als Beispiele transversaler Beben seien angeführt: jenes von Villach 1348, die grossen niederösterreichischen Erdbeben von 1590 und 1768, das Beben von Sillein im Waagthal vom 15. Juni 1858, jenes von Belluno am 29. Juni 1873, endlich das Agramer Beben vom 9. November 1880. Bei dem grossen Beben von 1348 äusserte sich die grösste zerstörende Wirkung auf der Linie Villach-Venedig, bei jenem von Belluno auf

zwei parallelen Querbrüchen (Ponte nell' Alpi—Perrarollo und S. Pietro di Feletto—Alpago), bei jenem von Agram kann eine Stosslinie Karlstadt—Agram—Csakathurn angenommen werden. Nach der Falb'schen Erdbebentheorie müsste man in diesen Fällen Reihen von unterirdischen Vulcanen annehmen, welche auf Commando gleichzeitig losbrechen, während wir dies an oberirdischen Vulcanen nie beobachten können. Die einer Reihe (i. e. einer Spalte der Erdrinde) angehörigen Vulcane scheinen von einander sehr unabhängig zu sein, nach Falb aber müssten die supponirten unterirdischen Vulcane zuweilen wie Minen losbrechen, die durch elektrische Leitung gleichzeitig zur Explosion gebracht werden. Um die Erscheinung des Bebens von 1348 zu Stande zu bringen, würde man eine ziemliche Zahl solcher Vulcanminen auf der Linie Villach-Venedig in Action setzen müssen.

5. Das Wandern der Stosspunkte auf Erschütterungslinien.

Insbesondere bei longitudinalen Schütterzonen pflegt sich eine Erscheinung einzustellen, welche E. Suess zuerst gebührend hervorgehoben hat: das Verschieben und Wandern des Stosscentrums auf einer seismischen Linie, wobei zuweilen ein plötzliches Zurückspringen desselben auf früher erschütterte Punkte stattfindet. Als ausgezeichnete Beispiele dieser Erscheinung möge das Wandern und Zurückspringen des Stosscentrums bei dem grossen calabrischen Erdbeben von 1783, ferner die Verschiebungen der Stosspunkte auf der Mur-Mürzlinie, die so häufig der Schauplatz schwächerer Erschütterungen ist, endlich eine ganz ähnliche Wanderung und ein ungewöhnlich häufiges Zurückspringen der Stosspunkte auf der Schütterzone des Erdbebens von Klana 1870 namhaft gemacht werden.

Falb ist freilich mit einer Erklärung dieser Thatsache gleich bei der Hand: „Jene Fälle, in welchen ein offenes Verschieben oder Wandern und dann zuweilen ein plötzliches

Zurückspringen des Stosscentrums stattfindet, sind als der successive Ausbruch einer Vulcanreihe aufzufassen. Die Aetna-Eruption am 29. August 1874 hat dieses Phänomen ausgezeichnet demonstirt, indem sich längs einer Spalte successive sieben Eruptionen von S.-N. wandernd entfalteteten, die einfach den Weg der fliessenden Lava bezeichnen.“¹⁾ Es ist schwer möglich, einen unpassenderen Vergleich zu machen. Die Eruption vom 29. August war, wie oben ausführlich erörtert, eine Seiteneruption, das Gerüst des Feuerberges konnte die Lava-säule nicht mehr zurückhalten, es entstand ein seitlicher Spalt, durch welchen die Lava ausquoll. Gerade so wie bei dem Einriss eines Dammes die Ausströmungsöffnung allmählig tiefer eingerissen wird, je mehr der Wasserspiegel sinkt, der durch die Oeffnung abgezapft wird, gerade so wurde bei dem Ausströmen der Lava der Spalt nach abwärts verlängert, und mit dem Sinken der Lavasäule ging die Tieferlegung der Ausflussöffnung Hand in Hand. Aehnliches ist wiederholt am Aetna sowohl, als am Mauna-Loa auf Hawai beobachtet worden. Einen ganz anderen Charakter haben wirkliche Reihenvulcane, wie jene der Andenkette, die Feuerberge Kamtschatkas, Javas, Sumatras etc. etc. An diesen hat man aber nie Erscheinungen beobachtet, die mit dem Wandern und Zurückspringen der Erdbebencentra parallelisirt werden könnten. Selten sind mehrere Vulcane einer Reihe gleichzeitig oder in kurzen Pausen nacheinander thätig, dies müsste jedoch und zwar in sehr ausgedehntem Masse bei jenen unterirdischen Vulcanen der Fall sein, welche z. B. die Erdbeben von Klana oder jene des Mürzthales erzeugt hätten. Zumal bei dem ersterwähnten Beben hätte in Pausen von wenigen Wochen und selbst Tagen ein Vulcan unter Ottocac, ein anderer unter Görz, ein dritter unter Fiume, ein vierter unter Veglia, ein fünfter unter Klana selbst sein Unwesen treiben müssen. Für die Mürzlinie müsste Falb

¹⁾ „Gedanken und Studien,” pag. 266.

je einen Vulcan unter Leoben, Bruck, Kapfenberg, Kindberg, Krieglach, Mürzzuschlag, Spital, Semmering, Schottwien und Gloggnitz annehmen — denn jeder dieser Orte ist wiederholt Centrum eines Bebens gewesen, welches oft die übrigen Punkte der Stosslinie gar nicht afficirt hat. Ich halte es für überflüssig noch weiter die Ungereimtheit der Falb'schen Erklärungsversuche zu beleuchten.

Dass die erörterten fünf Thatsachen mit der Annahme successiver Bewegung grösserer oder kleinerer Stücke der Erdrinde in Folge der Rindenrunzelung übereinstimmen, bedarf ebenfalls keiner weiteren Ausführung.

V.

Die Contraction des Erdinnern als Ursache der Rindenrunzelung (Gebirgsbildung) und der „Stauungsbeben“

„Das hab' ich ganz allein vermittelt,
Man wird mir's endlich zugesteh'n;
Und hätt' ich nicht geschüttelt und gerüttelt,
Wie wäre diese Welt so schön? —
Wie ständen eure Berge droben,
In prächtig reinem Aetherblau,
Hätt' ich sie nicht hervorgeschoben
Zu malerisch-entzückter Schau!“

Seismos, Faust II.

Bekanntlich hat eine Reihe namhafter Geologen sich bemüht, durch umfassende und gründliche Untersuchungen nachzuweisen, dass die Unebenheiten auf der Erdoberfläche, die Gebirge, durch die Rindenrunzelung des Planeten in Folge der allmäligen Abkühlung und Contraction des Kernes entstanden seien. Da solche Vorgänge wohl mit einem zeitweiligen Zucken, Zerren und Reissen verknüpft sein müssten, welches sich als einfachste Erklärung vieler Erdbeben herausstellt, passt die von Dana, Credner, Heim, Mojsisovics und Suess vertretene Theorie der Gebirgsbildung kaum in den Rahmen der Falb'schen Lehre. Der Autor derselben macht aber kurzen Process mit dem, was nicht in seinen Kram passt — er beschränkt sich unbequemen Theorien gegenüber auf die einfache Negation, die höchstens noch durch den Hin-

weis darauf, dass unsägliche Bornirtheit dazu gehöre, solche Dinge auszusprechen, unterstützt wird. Mit einer wahrhaft classischen Unverfrorenheit thut denn Falb die ihm unbequeme Runzelungstheorie wörtlich auf folgende Weise ab: „An dieser Stelle sei bemerkt, dass die Erklärungen dieser Thatsachen durch die Faltungstheorie sich unzureichend zeigen, wie denn überhaupt die ganze Analogie zwischen der sich abkühlenden Erde und einem sich runzelnden Apfel auf einem groben physikalisch-geologischen Schnitzer beruht, indem die einzig richtige Analogie ein abkühlender Schmelzfluss ist, wo die Runzelungen einen ganz anderen Grund haben.“¹⁾ — Es gehört zwar einiger Muth dazu, diesem vernichtenden Urtheil einer mathematisch-astronomisch-physikalisch-geologischen Autorität gegenüber an der Faltungstheorie festzuhalten, ich befinde mich dabei jedoch in so guter Gesellschaft, dass ich es wagen darf, auf die Gefahr hin, von Falb als vollkommen unzurechnungsfähig bezeichnet zu werden, dieselbe als vollständig erwiesen zu betrachten. Falb sagt freilich: „Es ist eine wohlbegründete Ansicht der Geologen, dass hohe Gebirgsketten durch Hebung der festen Massen aus unterirdischen Spalten entstanden sind.“²⁾ Ich möchte diesbezüglich nur die Bitte aussprechen, dass Falb die Geologen nennen möchte, deren „wohlbegründete Ansicht“ er preist, weil sie seiner „Theorie“ nicht unmittelbar zuwider läuft. Es wäre traurig, sollten die „Hebungstheorien“ Elie de Beaumont's und Leop. v. Buch's wieder zu einem Scheinleben erwachen und, gleich einem galvanisirten Leichnam, von den Todten auferstehen. Doch heute fürchtet man sich nicht vor Gespenstern, und wenn Falb Lust hat, mag er immerhin nach Beweisen für die obenangeführte „wohlbegründete Ansicht“ suchen, er wird damit nur unsere Heiterkeit erregen. Doch es ist wohl eine ver-

1) „Von den Umwälzungen im Weltall,” pag. 230 i. d. Note.

2) Ebendasselbst pag. 228.

gebliche Aufforderung, die wir an ihn richten, indem wir ihn ersuchen, geologische Thatsachen anzuführen, die gegen die Faltungs- und für die Hebungstheorie sprechen. Falb müsste ja zu diesem Behufe sich auf ein ihm noch vollständig fremdes Gebiet begeben, auf welchem sich nicht so leicht ein X für ein U setzen lässt. Wie wenig genau es Falb übrigens mit den Thatsachen nimmt, mag ein Beispiel lehren. Er betont, dass selbst in der Aequatorial-Zone grosse Vulcane und Erdbeben dort eine Seltenheit sein werden, wo unterirdische Spalten und Canäle sich nicht finden. „Permanente unterirdische Spalten und Schlotte, seit Jahrtausenden gebildet, sind es, durch welche die Lava ihren Weg nimmt. Dies findet seine Bestätigung im Innern von Afrika. Was gibt uns die Berechtigung zu vermuthen, dass dort sich keine unterirdischen Spalten und Canäle befinden? Der Mangel an hervorragenden Bergketten!“¹⁾ — — — Da Falb den letzten Jahren bemüht war, in Südamerika die Wiege des Menschengeschlechtes und die „Ursprache“ aufzufinden, wird ihm wohl Niemand einen Vorwurf machen wollen, dass er sich um die Erforschung des dunklen Welttheiles etwas weniger gekümmert hat. Ob im Innern desselben Erdbeben besonders häufig oder selten sind, darüber besitzen wir wohl heute keine genauere Kenntniss, das aber wissen wir, dass auf der Ostseite Afrika's von den Livingstone-Bergen am Njassa-See bis zum Abessinischen Hochlande sich Bergketten hinziehen, die jenen der anderen Continente weder in ihrer Längenausdehnung noch in der Höhe ihrer Gipfel wesentlich nachstehen. Es erheben sich hier der Kilimandscharo zu 6116 Meter, der Kenia zu 5486, der Wascho zu 5060 Meter über die Meeresfläche. Auch westlich von dem 1158 Meter hoch gelegenen Riesensee Ukerewe oder Victoria-Njansa liegen bedeutende Gebirge,

¹⁾ „Von den Umwälzungen im Weltall,“ pag. 227 u. 228.

ich nenne nur den Ufumbiro mit 3658 Meter Seehöhe und den Mt. Gordon Bennet mit 4570 Meter.

Wenn Falb behauptet, dass aus dem Orion-Nebel, der im Centrum des Milchstrassensystems liegt, sich in ferner Zukunft die Centralsonne dieses Systems von zwanzig Millionen Sonnen bilden wird, so lässt sich eine solche Behauptung schwer anfechten — ich bin auch nicht in der Lage, die „verschiedenen übereinstimmenden Thatsachen“ zu prüfen, aus welchen nach Falb hervorgeht, dass der Orion-Nebel sich wirklich im Centrum des ganzen Systems befindet, — über das Vorhandensein bedeutender Bergketten in Innerafrika haben wir jedoch etwas genauere Daten, und ich glaube, dass Falb diese Bodenerhebungen ebensowenig abzutragen im Stande ist, als die ihm unbequemen Resultate der neueren geologischen Forschung.

Das Problem der Gebirgebildung hat, seitdem die Geologie eine Wissenschaft geworden ist, zahlreiche Gelehrte beschäftigt. Const. Prevost, Lory, Maynan, Babbage, Herrschel, Sterry Hunt, Whitney, Leconte, Dana, v. Dücker, Suess, Heim, v. Mojsisovics u. A. haben die Fragen, die sich an die Entstehung der Gebirge knüpfen, zu lösen versucht. Heute ist uns die Ursache der Gebirgsbildung kein Räthsel mehr. Die detaillirten Untersuchungen der genannten Forscher haben zu der einfachen und leicht begreiflichen Vorstellung geführt, dass die Gebirge nicht, wie vordem von einzelnen Geologen (darunter unter Anderen auch von Leop. v. Buch) angenommen wurde, das Product vulcanischer Hebung sind, sondern durch den Tangentialdruck hervorgerufen wurden, der in der festen Erdrinde durch das Schrumpfen des Kernes in Folge der Abkühlung nothwendig entstehen musste.¹⁾

¹⁾ Es sei gestattet, hier einen Satz aus Humboldt's „Kosmos“, 1845, I. pag. 312, zu citiren, welcher zeigt, dass der Grundgedanke der modernen Gebirgsbildungslehre ziemlich früh geäußert wurde. Dieser Satz lautet: „Ungleicher säculärer Wärmeverlust der Erdrinde

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die Beweise hiefür, welche sich in den Schriften der namhaften Geologen finden, die sich in den letzten Jahrzehnten mit der Gebirgsbildung beschäftigten, auch nur auszugsweise wiederzugeben. Ich verweise auf die übersichtliche und klare Darstellung, welche die Gebirgsbildungsfrage in Suess' „Entstehung der Alpen“ gefunden hat, sodann auf das grosse Werk A. Heim's, „Mechanismus der Gebirgsbildung“, in welchem insbesondere die von Suess behauptete passive Rolle der sogenannten Centralmassen ausführlich nachgewiesen wird. (In ähnlicher Weise auch durch E. v. Mojsisovics für die Massengesteine Südtirols. — Vergl. dessen Werk über die Dolomitriffe.) Durch den Nachweis, dass die sogenannten Centralmassive selbst nur intensiv gefaltete Theile der Erdrinde sind, ist die letzte Schwierigkeit in der Erklärung der Gebirge durch die Rindenrunzelung in Folge der Abkühlung des Erdinneren verschwunden. Heim hat ferner berechnet, dass die Contraction in Folge einer Abkühlung der Kernmasse der Erde um 500° C., gleichgiltig, ob dieser Kern noch flüssig oder fest sei, hinreichend erscheint, um auf einem grössten Kreise des Planeten drei Gebirge von der Grösse der Alpen aufzuthürmen — mit anderen Worten: um alle vorhandenen Krustenfalten der Erde erzielt zu haben. Eine solche Abkühlung würde jedoch nach der Rechnung Heim's mit einer Verkürzung des Erdradius um nur 50.000 Meter verbunden gewesen sein; es zeigt sonach diese Berechnung, dass die angenommene Erklärung der Gebirgsbildung vollständig berechtigt erscheint.

Wenn aber in Folge der Abkühlung und der mit ihr verbundenen Volumverminderung des Erdinneren die Faltung und Stauung der Erdrinde noch heute fortgeht, dann darf es uns

und des Erdkernes bewirkt eine Faltung (Runzelung) der starren Oberfläche.”

nicht wundern, wenn ein fortwährendes Brechen, Rutschen, Zucken und Schieben in der Erdrinde stattfindet, welches wir als Erdbeben empfinden. Die Erscheinung derselben aber ist eine so häufige und allgemeine, dass Alex. v. Humboldt berechtigt war, den Satz auszusprechen: „Wenn man täglich Nachricht von dem Zustande der ganzen Erdoberfläche haben könnte, so würde man sich wahrscheinlich überzeugen, dass die Erdoberfläche ununterbrochen solchen Reactionen des Erdinnern unterworfen ist.“ In der That lehrt uns die, wenn auch noch so unvollständige Erdbebenstatistik, dass täglich auf der Erde wenigstens zwei Erdbeben stattfinden.¹⁾ Es sei gestattet, aus den Schriften jener Männer, welche sich eingehend mit der Untersuchung einzelner Erdbeben oder aber mit der theoretischen Erklärung der Ursachen der seismischen Erscheinungen beschäftigt haben, nachzuweisen, wie allgemein von denselben die Gebirgsbildung als Ursache der häufigsten und verbreitetsten Erdbeben betrachtet wird.

E. Suess sagt über die Ursachen der Erdbeben:²⁾ „Schon vor vielen Jahren hat Darwin die Gründe dargelegt, welche es wahrscheinlich machen, dass die grossen Erdbeben Südamerikas durch Spaltenwerfen in der Tiefe des Erdkörpers erzeugt werden.“³⁾ Wenn eine Masse sich in dem Zustande hoher Spannung befindet, werden von Zeit zu Zeit Sprünge entstehen, welche normal auf der Richtung der Spannung stehen und möglicherweise, wie dies bei dem Spaltenwerfen auf Gletschern der Fall ist, Erschütterungen hervorbringen mögen, welche ausser Verhältniss stehen zu der geringen Breite der neu entstandenen Kluft.“

1) F. v. Hochstetter, „Ueber Erdbeben,“ Beilage zu den Monatsblättern des wissenschaftlichen Club in Wien, 1880.

2) E. Suess, „Entstehung der Alpen,“ pag. 57.

3) Ch. Darwin, „On the connexion of certain Vulcanic Phenomena in South-America etc.“ Geol. Transact. 2nd Ser., Vol. V., 1838, pag. 619.

„Herr Posepny hat mich vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass einzelne der grossen Gangstücke, welche man von Příbram nach Wien gebracht hat, nach ihrer Ausfüllung mit symmetrisch gelagerten Mineralzonen noch einmal an irgend einer Stelle der Ausfüllung der Länge nach aufgerissen worden sein müssen, weil die normale symmetrische Ausfüllung unterbrochen ist und sich innerhalb der Zone der Unterbrechung eine neue, denselben Gesetzen der Mineralbildung folgende, ebenfalls symmetrische Ausfüllung, also gleichsam ein zweiter Eingang gebildet hat.“

„Rusegger hat gezeigt, dass drei ziemlich heftige Erdstösse mit steiler Emergenz, welche Schemnitz in den Jahren 1854 und 1855 betroffen haben, sämtlich von dem grossen Spitaler Hauptgang ausgingen, einem in einer Länge von einer Meile bekannten edlen Erzgange, welcher unter der Stadt Schemnitz mit nordöstlichem Streichen hinzieht. Die Heftigkeit der Erschütterung nahm mit der Tiefe zu und verbreitete sich abnehmend gegen das Hangende und das Liegende des Ganges.“¹⁾

„Die Häufigkeit von Erdbeben in der Nähe der Innenseite, nicht nur des südlichen, sondern auch des nördlichen Apennin, z. B. bei Borgo S. Sepolcro; der Westalpen, z. B. bei Pignerol; des Bakony-Gebirges, z. B. am Berge Csóka; der Karpathen,

B. bei Sillein, oder an den Grenzen der einzelnen Zweige, aus welchen der Hauptstamm der Alpen gebildet ist, wie bei Visp oder bei Villach, deuten Vorgänge in der Tiefe an, welche vielleicht nur in einem wiederholten Spaltenwerfen bestehen.“

Noch schärfer hat Suess seine auf zahlreiche Studien über die Erdbeben Oesterreichs und Italiens gegründeten Ansichten in einem Vortrage ausgesprochen, den er am 24. November 1880 im wissenschaftlichen Club in Wien hielt.²⁾

¹⁾ Amtlicher Bericht üb. d. XXXII. Vers. deutsch. Naturf. und Aerzte in Wien, 1858, S. 1—6.

²⁾ „Ueber die Erdbeben in der österreichisch-ungarischen Monarchie.“ Beilage zu den Monatsblättern des wissenschaftlichen Club.

„Niemand“ (hier hat Suess offenbar auf Falb vergessen) „denkt heute ernstlich daran, die Gebirge, wie man früher meinte, als Massen anzusehen, welche aus der Tiefe herausgehoben worden sind; man sieht im Gegentheile, dass unser Planet sein Volumen ein klein wenig vermindert, und dass diese Verminderung hinreicht, um an einzelnen Stellen an dem oberen Theile des Planeten Faltungen zu veranlassen. Diese Falten nennen wir Kettengebirge.“

Nachdem Suess ausführlich die Beobachtung der Erderschütterungen erörtert, und den Gegensatz zwischen Transversal- und Longitudinal-Beben in Kettengebirgen erklärt hat, gelangt er zu dem Schlusse:

„Stellen wir uns eine Contraction der Erde vor, durch welche die Alpen nordwärts angepresst werden an die böhmische und galizische Masse, so werden sie sich in ähnlicher Weise verhalten, wie etwa eine grosse Eistafel, die angepresst wird an einen entgegenstehenden Pfeiler, und dann entstehen peripherische und transversale Spalten. Wir sehen in diesen Erdbebenlinien nichts Anderes als das Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze der Gesteine an irgend bestimmten Stellen, welches sich eben verräth durch die Axe der Erschütterung und die Beständigkeit der Linie.“

In ganz übereinstimmender Weise hatte sich kurz vorher in einem an gleicher Stelle gehaltenen Vortrage (über Erdbeben, mit Beziehung auf das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880) F. v. Hochstetter über die mit der Rindenrunzelung der Erde und der Gebirgsbildung im Zusammenhang stehenden Erdbeben geäußert, indem er sie streng von vulcanischen und Einsturzbeben trennt.

Hochstetter gründet seine Ansicht auf die Resultate der neueren Studien über Erdbeben in Kettengebirgen, welche in den folgenden Zeilen erörtert werden mögen.

A. Bittner spricht sich am Schlusse seiner höchst wichtigen Arbeit über das Erdbeben von Belluno vom Jahre 1873 mit folgenden Worten aus: ¹⁾

„Der gewaltige gegenseitige Druck und die Spannung der sich verschiebenden Gebirgsmassen, das Entstehen neuer und die Erweiterung schon bestehender Klüfte und Spalten bilden hinreichende Ursachen, die sowohl einzeln als zusammenwirkend die meisten unserer Erdbeben zu erzeugen im Stande sein mögen. — Wenn irgendwo die Verhältnisse wie sie G. P. Scrope in so überzeugender Weise als die bedingenden Ursachen der Erdbeben und Vulcanausbrüche schildert, thatsächlich zusammengewirkt haben mögen, so ist das an den concaven Seiten der grossen mitteleuropäischen Gebirge der Alpen, der Karpathen und des Apennin der Fall gewesen. Die weitgehendsten Störungen, die furchtbarsten Erdbeben und die gewaltigsten Vulcan-Ausbrüche haben hier in enger Vereinigung stattgefunden und finden noch statt und darum erscheint es mir denn zum mindesten überflüssig, auf ferner liegende Hypothesen zurückzugreifen, um eine einzelne dieser Erscheinungen zu erklären, die sich viel besser im Zusammenhang mit anderen, nicht anzufechtenden Erscheinungen als das begreift, was sie wohl ist, als eine in ihrem Auftreten zwar furchtbare, aber doch nur secundäre Wirkung untergeordneter Art der gebirgbildenden Kräfte selbst.“

Zu ganz ähnlichen Resultaten ist H. Credner hinsichtlich der voigtländisch-erzgebirgischen Erdbeben gelangt. In der Überzeugung, dass die Entstehung der Gebirgssysteme nicht durch Erhebung in Folge einer radial aus dem Erdinnern wirkenden Kraft zu erklären sei, sondern auf erdperipherische, also seit-

¹⁾ A. Bittner, „Beiträge zur Kenntniss des Erdbebens von Belluno, vom 29. Juni 1873.“ Sitz.-Ber. d. k. Akademie d. Wissensch., 69. Bd., 1874.

liche Verschiebung grosser Massen der Erdoberfläche zurückgeführt werden müsse, spricht er sich folgendermassen aus:¹⁾

„Das Erzgebirge ist nur ein Theil eines ausgedehnten Faltensystemes, welchem jede centrale sogenannte Hebungsaxe fehlt, es bietet vielmehr das Bild einer durch einseitigen Druck verursachten Gruppe von Falten. In Folge der seitlichen Pressung mussten zahlreiche Sprünge und Spalten entstehen, durch welches Spaltenwerfen Erschütterungen hervorgerufen werden mussten. Da aber die gebirgsbildenden Ursachen durch enorme Zeiträume hindurch, von den ältesten bis zu den jüngsten Perioden sich bethätigt haben, so ist die Möglichkeit gegeben, dass die ziemlich zahlreichen erzgebirgisch-voigtländischen Erdbeben auch dieses Jahrhunderts sich ebenfalls auf eine derartige Ursache zurückführen lassen, also zu erklären sein dürften als Aeusserungen der Gebirgsentstehung und unterirdischen Spaltenbildung in Folge seitlichen Druckes.“

In einer weiteren Arbeit über das Dippoldiswalder Erdbeben vom 5. October 1877 lieferte H. Credner eine weitere Bestätigung des angeführten Resultates; er schliesst die betreffende Darstellung mit den Worten: „So liegt es nahe, auch das neueste erzgebirgische Erdbeben als Aeusserung einer Berstung in Spannung begriffener Gesteinsmassen oder der Verschiebung eines von Spalten umgrenzten Gebirgskeiles aufzufassen.“²⁾

Ich selbst habe auf Grund der Untersuchungen, welche Suess, Bittner, Hoefler, Credner, Stur u. A. über Erdbeben angestellt haben, den Versuch gemacht, einen Beitrag zur Erklärung der Erdbeben zu liefern. Ich kam zu dem Resultat:

¹⁾ H. Credner, „Das voigtländisch-erzgebirgische Erdbeben vom 23. November 1875.“ Zeitschr. f. d. gesammten Naturwissensch., 48. Bd., 1876.

²⁾ H. Credner, „Das Dippoldiswalder Erdbeben vom 5. October 1877.“ Zeitschr. f. d. gesammten Naturwissensch., 50. Bd., 1878.

tate, dass man bei der Frage nach der Ursache der Erdbeben zunächst die seltenen Einsturz-Erdbeben und die localen vulcanischen Erschütterungen von den häufigeren und verbreiteteren „tectonischen Erdbeben“ zu unterscheiden habe und stellte als Ergebniss der bezüglichlichen Betrachtungen folgende Sätze auf: ¹⁾)

„I. Erderschütterungen werden durch verschiedene Ursachen erzeugt, sowohl (obgleich selten) durch Einsturz unterirdischer Höhlen als auch (obschon nur local) durch vulcanische Kraft. Die häufigsten und grossartigsten Erdbeben aber sind unmittelbare Folgewirkung der Gebirgsbildung.“

„II. An der Innenseite grosser Kettengebirge ereignen sich Erderschütterungen auf peripherischen Bruchlinien, die durch das Wandern der Stosspunkte verrathen werden. Diese Erschütterungen scheinen durch das Absitzen der inneren Zonen auf wahren Verwerfungsspalten hervorgerufen zu werden.“

„III. Neben den peripherischen Schütterzonen am Innenrande der Kettengebirge existiren mit Querbrüchen zusammenfallende Radiallinien, die häufig von starken Erdbeben betroffen werden. Mit grosser Wahrscheinlichkeit können diese Radiallinien theils als Quer-Abgrenzungen jeweilig in Senkung begriffener Schollen, theils als Scheidelinien zweier in horizontaler Verschiebung begriffener Gebiete betrachtet werden.“

„IV. Zwischen peripherischen und Radiallinien lässt sich keine scharfe Grenze ziehen, weil die Begrenzung der Depressionsgebiete eine sehr unregelmässige ist; auch fallen die Fortsetzungen von Querbrüchen nicht selten mit Längsbrüchen zusammen und umgekehrt.“

„V. Der Zusammenhang von seismischen Linien verschiedener tectonischer Bedeutung findet die einfachste Erklärung durch die Annahme, dass eine bewegte Scholle der Erdrinde

¹⁾ R. Hoernes: „Erdbeben-Studien.“ Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 28. Bd., 1878.

ihre Bewegung anderen mittheilt, und dieselbe sich durch Erschütterung auf den Bruchrändern kundgibt.”

Höchst interessant und wichtig sind die Ausführungen A. Heim's über die mit der Gebirgsbildung im Zusammenhang stehenden Erdbeben, für welche er später die Bezeichnung „Stauungsbeben“ Vorschlag brachte. Indem ich nochmals auf seine 1880 erschienene Instructionsschrift über Erdbebenbeobachtung verweise, führe ich einige der wichtigsten Stellen des zwei Jahre früher veröffentlichten Hauptwerkes dieses ausgezeichneten Alpen-Geologen an:

„In einem Gebirge kann es gar keine in ihrer gegenseitigen Lage wirklich absolut starre fixe Punkte geben — ewige Beweglichkeit wirkt fortwährend bis einst Alles abgeflacht sein wird.”¹⁾
 „Wenn auch der gebirgsbildende Horizontalschub nicht mehr fort dauert, so müssen doch in der Erdrinde wenigstens durch die Belastungsveränderungen, durch Verwitterung und Erosion neue Spannungen entstehen und von Zeit zu Zeit in Bildung von Rissen, in Stellungsveränderung ganzer Schichtcomplexe ihre Auslösung verlangen. Hierin muss die Ursache zu manchen Bodenerschütterungen gegeben sein, die als Erdbeben empfunden werden.” — — „Wenn wir die vorhandenen Aufzeichnungen durchgehen, erstaunen wir ob der enormen Zahl von localeren Erdbeben, welche aus den gebirgigen Gegenden berichtet werden. Aus der Schweiz werden vom Jahre 1700 bis 1854 im Ganzen 1019 Erdbeben erwähnt. Jedenfalls war die Zahl noch viel grösser. Escher der alle Erdbebenberichte aus dem Canton Glarus sammelte, führt aus dem 18. Jahrhundert allein 181 Erdbeben auf. Kaum $\frac{1}{20}$ davon wurden auch ausserhalb des Cantons verspürt. Die zahlreichen Erdbeben von 1701 und 1702 betrafen nur das obere Linththal mit dem Centrum etwa unter dem Dorfe Linththal selbst. Im Frühjahr 1764 zählte

¹⁾ Albert Heim: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung,” Basel 1878, II. Bd., pag. 101 u. ff.

man in diesem Canton in jedem Monat über 20 verschiedene Stösse, im 19. Jahrhundert ist bis jetzt die Zahl der Erdbeben viel geringer geblieben. Viele kleinere Erdbeben, über die genauere Berichte vorhanden sind, breiteten sich in Zonen oder Ellipsen aus, deren Längsaxe mit der Alpenrichtung zusammenfällt. Das Erdbeben vom Abend des 2. Mai 1877 fand seine südliche sehr plötzliche Begrenzung ebenfalls einer Linie, welche von Ragatz parallel den Alpenketten zwischen Glarus und Linththal durchstreicht."

„Auch im Wallis bemerkt man alljährlich eine ziemlich grosse Zahl von localen Erdbeben. Ein solches häufiges Erzittern des Bodens — zahllose ganz schwache Stösse sind wohl kaum verspürt und nicht notirt worden — macht vollständig den Eindruck, als müsste die Faltung unter uns auch heute noch fort und fort gehen. Ohne eine zahllose Menge solcher Erschütterungen ist der langsamste Faltenvorgang nicht denkbar."

In demselben Sinne sprach sich v. Dücker in der 51. Versammlung deutscher Naturforscher aus:¹⁾

„Schon seit vielen Jahren habe ich auf den deutschen Naturforscher-Versammlungen meine Ideen mitgetheilt über die Entstehung der Gebirge auf der Erde. Ich führte aus, dass die althergebrachten Auffassungen der Gebirgsbildungen durch Hebungen von unten bei genauerer Beobachtung der Gebirgsformen durchaus unhaltbar seien, und dass man vielmehr unabweislich auf die Erkenntniss verfallte, die Aufthürmung aller Schichtengebirge sei die Folge seitlicher Zusammenschiebung der Erdrinde beim Schrumpfen des inneren Erdkernes."

„Wenn ich auf die Erklärung des Erdbebens übergehe, so weise ich zunächst auf die wohl unbestreitbare Thatsache hin, dass unsere Erdrinde überall, wo wir sie beobachten konnten,

¹⁾ Vergl. Dr. B. M. Lersch, „Ueber die Ursachen der Erdbeben." (Separat-Abdruck aus der „Gaea", Köln 1879.) pag. 25 u. 26.

mehr oder weniger stark in Falten gelegt ist.“ — „Wenn wir aus dieser Thatsache weiter unabweislich folgern, dass solche Erscheinungen nur durch die grossartigsten Seitenbewegungen unserer Erdrinde unter der ungeheuren Gewalt des Gewölbeschubes in dem Erdgewölbe von 1718 Meilen Durchmesser entstehen konnten, und wenn wir zugeben müssen, dass kein Grund vorliegt für die Annahme, diese Bewegungen hätten bereits ihr Ende gefunden, vielmehr die bekannten Hebungen und Senkungen der Küsten, Inseln und Ländergebiete, die dauernde Fortsetzung solcher Bewegungen beweisen, so muss man zugeben, dass auch plötzliche Schiebungen in der Erdrinde entstehen können und müssen, die eben als Erdbeben fühlbar werden. Bestände unsere Erdrinde aus weicheren Massen, so würden die Schiebungen sich stets in sanfter, unfühlbarer Weise vollziehen; da sie aber zum guten Theil aus harten Felsarten besteht, so wird diese Schiebung nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze eine plötzliche Bewegung, die eben unseren Erdbeben entspricht, hervorbringen.“

In übereinstimmender Weise erörtert ferner G. Wagner in der geologischen Einleitung zur Darstellung des rheinisch-schwäbischen Erdbebens vom 24. Januar 1880¹⁾ die Ursachen der Erdbeben.

Auch H. Hoefler liefert in seiner Monographie der Erdbeben Kärnthens eine wichtige Bestätigung für die Ansicht, dass Erderschütterungen mit der Gebirgsbildung in nothwendigem Zusammenhang stehen. Wenn ich auch nicht in der Lage bin, alle von Hoefler behaupteten „Stosslinien“ als bewiesen anzuerkennen, und an anderer Stelle einzelne derselben zu widerlegen versuchen werde, muss ich doch anerkennen, dass Hoefler dieselben in ihrer Bedeutung im Allgemeinen richtig

¹⁾ „Das rheinisch-schwäbische Erdbeben vom 24. Januar 1880.“ Dargestellt von der Erdbebencommission des naturwissenschaftlichen Vereines zu Karlsruhe. — Verhandlungen dieses Vereines 1881.

erkannt und gedeutet hat. Er sagt im Schlusscapitel „Die Stosslinien und die Entstehung der Alpen“ wörtlich Folgendes:¹⁾

„Die Untersuchungen über die Kärntner Erdbeben und mehrere Erderschütterungen anderer Gebiete der südlichen Kalkalpen ergaben ein System von Stosslinien, längs welchen sich die seismische Kraft zu wiederholten Malen in höherem oder geringerem Grade äusserte.“ — „Wir lernten eine Reihe von Bruchlinien, von dem obersten Laufe der Mur bis Terglou, kennen, welche ein im Allgemeinen west-östliches Streichen zeigen und übereinstimmen mit jenen Längsbrüchen, welche für den Aufbau der Gebirgsketten bestimmend und meist durch weitgedehnte Thäler oder Depressionen gekennzeichnet sind. Diese Linien müssen normal zur Richtung jener Kraft gestellt sein, welche aus dem einstigen horizontalen Schichtensysteme eine Reihe von Falten, naturgemäss verbunden mit Ueberschiebungen, bildete.“

„Prof. E. Suess hat in umfassender Weise aus der Lage dieser Gesteinsfalten innerhalb der Alpen nachgewiesen, dass jene Kraft, annähernd horizontal wirkend, im Allgemeinen von S. nach N. gerichtet sein musste; eine Reihe von Versuchen, welche ich vor Jahren begonnen habe, bestätigt diese Anschauungen.“

„Doch auch die vorliegenden seismologischen Studien beweisen, dass diese stauende, zur Erde tangentiale Kraft auch noch heute wirkt. Die Thatsache, dass die alten Bruchlinien innerhalb der südlichen und centralen Alpenzone nicht vernarbt, sondern sich immerfort noch als seismische Linien zu erkennen geben, rechtfertigt diese Annahme.“

„Die Rückstauung der älteren Massen auf jene Schichtensysteme, welche sich in denselben hinbewegen, wurde auch

¹⁾ H. Hoefler, „Die Erdbeben Kärntens und deren Stosslinien,“ a. d. 42. Bd. der Denkschriften d. math.-nat. Cl. d. k. Akademie d. Wissensch. Wien 1880.

für einen anderen Theil des Alpengebietes, vom Jura, durch Jourdy, Merian und Müller nachgewiesen. Wenn wir selbst von allen diesen Untersuchungen und von der Thatsache absehen, dass im Alpengebiete die Falten fast durchwegs in nördlicher Richtung überschoben erscheinen und ausschliesslich nur bei unseren seismologischen Untersuchungen verbleiben, so kommen wir ebenfalls zu dem Resultate, dass die stauende Kraft in den Alpen, von der venetianischen bis zur bayerischen Ebene, im grossen Ganzen eine Richtung von S. nach N. auch dermalen hat."

So sehen wir, dass eine grosse Anzahl von Männern der Wissenschaft, die sich mit der genaueren Untersuchung der Erdbeben beschäftigte, zu sehr übereinstimmenden Resultaten gelangte, zu Resultaten, mit welchen die Falb'sche Erdbeben-theorie absolut nicht zu vereinigen ist. Es ist die Frage, ob Falb oder die angeführten Autoren einer groben Selbsttäuschung unterlegen sind, wohl kaum zu Gunsten des Ersteren, der sich erwiesenermassen nie eingehender mit der selbstständigen Untersuchung von Erdbeben beschäftigt hat, zu beantworten.

Ich bin zu Ende.

Falb sagt: „Ein Recht, über meine Theorie ein absprechendes Urtheil zu fällen, kann ich nur Demjenigen einräumen, der nach ebenso eingehenden Studien mit Thatsachen widerlegt, was ich mit Thatsachen bewiesen. Jedes Urtheil, das dieser Grundlage entbehrt — mag es von wem immer kommen — gehört in das Gebiet privater Aeusserungen, die mehr in dem individuellen Charakter und der momentanen Ideenströmung, als in sorgsamer Ueberlegung und dem Zu-Ende-Denken der kosmisch-physikalischen Prozesse begründet sind." ¹⁾

Ich kann getrost dem Leser das Urtheil überlassen, ob ich durch sachliche Gründe zu dem Ausspruch berechtigt bin,

¹⁾ „Gedanken und Studien," pag. 44.

dass Falb's „Erdbebentheorie“ eine haltlose, faule und frivole Hypothese, ein wissenschaftlicher Humbug ist.

An meinen Gegner richte ich die Aufforderung, mich durch sachliche Gründe zu widerlegen, falls er es nicht vorziehen sollte, in Zukunft die vergleichende Sprachwissenschaft, auf deren Gebiet sich vielleicht leichter ein X für ein U setzen lässt, unsicher zu machen.

