

Wenn auch die bisher zusammengetragenen Mosaiksteinchen deutliche Konturen von Zinkes Biographie erkennen lassen, so bleiben die Gründe der o. a. Verschleierung vorläufig ungewiss. Fest steht, dass der promovierte Mineraloge und Petrograph Gustav Zinke nicht nur mit seiner färbigen geologischen Übersichtskarte des Salzburger und Berchtesgadner Landes beachtliche geowissenschaftliche Leistungen erbrachte. Jedenfalls gebührt dafür wenigstens eine posthume Würdigung - eigentlich ein typisch österreichisches Schicksal!

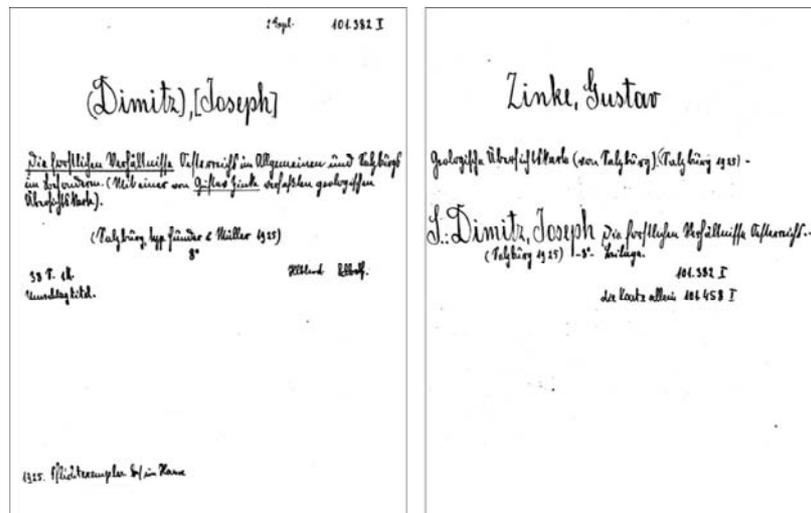


Abb. 2: Scans aus dem Alten (Band-)Katalog - Erwerbungen vor 1932 der Universitätsbibliothek Salzburg.

## Eduard Sueß und die Tektonik der Zerrgebiete der Erde

A. M. Celal Şengör

ITÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü,  
Ayazağa 34469 İstanbul, TÜRKİE; e-mail: sengor@itu.edu.tr

Es ist heute Allgemeinwissen, dass die irdische Tektonik von Horizontalbewegungen beherrscht wird und zwar von Einengung, Ausweitung und horizontaler Scherung entlang des Streichens großer Brüche. Dies war nicht immer bekannt und bis in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts waren die Horizontalbewegungen der Gesteinschale unseres Planeten unbekannt geblieben. Erst durch die Arbeiten von Eduard Sueß (1831-1914) wurden die Einengungs- und horizontalen Scherungsbewegungen zu Allgemeinwissen. Sueß leitete seine theoretischen Überlegungen über die irdische Tektonik aus der thermalen Schrumpfungstheorie in ihrer von Constant Prévost (1787-1856) verteidigten Version her. In dieser Theorie sollten alle Horizontalbewegungen Ergebnisse von Einengung und alle vertikalen Bewegungen Ergebnisse von radialer Senkung sein. Horizontale bzw. „tangential“ Zerrung innerhalb der Schrumpfungstheorie war nicht vorgesehen und auch kaum möglich. Es ist aber kaum zu leugnen, dass die meisten Verwerfungen der Erde Abschiebungen sind, was auf Englisch und französisch deshalb „normale“ Verschiebungen heißt („normal faults“ „failles normales“). Wie ist es also möglich, eine solche Diskrepanz zu erklären?

Am Anfang seiner tektonischen Studien kümmerte sich Sueß kaum um diese Diskrepanz, weil von den Abschiebungen beherrschte Einbruchsgebiete durch die radiale, d. h. vertikale Komponente der Schrumpfung ohne weiteres erklärbar erschienen. Alle diese Einbruchsgebiete, die Sueß damals vorschwebten, besaßen aber mehr oder minder isometrische oder nur wenig gestreckte Planformen wie Ozeane und Kesselbrüche. Selbst wenn Sueß von „Senkungslinien“ sprach, bezeichnete er sie als „gemeinschaftlich die Lage eines Senkungsfeldes“ zeichnend (*Das Antlitz der Erde*, Bd. Ia, S. 165). Der Rheingraben, den er die „große Grabenverwerfung des Rheins“ nannte (*Antlitz der Erde*, Ib, S. 392) war ihm bekannt, ebenso die Deutung als von Abschiebungen begrenzter Gesteinskeil durch Élie de Beaumont (1798-1874). Sueß zitierte Élie de Beaumont und schien seine Deutung zu loben, aber auf derselben Seite machte er, ohne es deutlich zu sagen, klar, dass für ihn der Rheingraben nichts anderes als ein Senkungsfeld, verursacht durch radiale Brüche, war (*Antlitz der*



Eduard Sueß (1831-1914)

*Erde*, Ia, S. 265). Auch die langgestreckten Senkungsfelder des Roten Meeres und die „erythräischen Spalten“ waren ihm bekannt und er wusste, dass sie nicht mit den üblichen, aus den Flexuren hervorgegangenen Tafelbrüchen zu vergleichen waren. Er versprach nur, sie später zu behandeln (*Antlitz der Erde*, Ia, 174). Im ersten Band des *Antlitz* ist es klar, dass Sueß wusste, dass es auf der Erde ziemlich bedeutende Grabenversenkungen, d. h. von Abschiebungen begrenzte Rindenteile gab, die nicht ohne weiteres mit radialem Einbruch zu erklären waren. In der damaligen Literatur wurden alle derartigen Erscheinungen seit der Beschreibung des isländischen Zentraltales von C. Krug von Nidda aus dem Jahre 1837 als Schlussteineinsturz eines tektonischen Gewölbes interpretiert. Élie de Beaumonts Interpretation des Rheingrabens wurde auch aus dieser Idee entwickelt und erschien damals, in der von der Theorie der Erhebungs- und Krater dominierten Atmosphäre, als sehr gut begründet.

Schlussteineinsturz als Deutung der Gräben war aber für Sueß ein sehr störendes Problem, weil es Erhebung der Erdkruste voraussetzte, was nach Sueß eine Unmöglichkeit war. Kleinere Gräben konnte man als Begleiterscheinung anderer Typen der Bruchbildung verbunden mit Einbruch deuten, aber wenn die Dimensionen zu groß würden, ergäbe dies ein Problem und Sueß ahnte es schon 1883, dass er für die großen Abschiebungssysteme eine Erklärung innerhalb seines Weltbildes finden musste.

Die Gelegenheit bot sich erst 1888, als die Ostafrikaexpedition des Grafen Sámuel Teleki von Szék (1845-1916) heimkehrte. Die von dem Wissenschaftler der Expedition, von Ludwig Ritter von Höhnel (1857-1942), aufgenommene Topographie und die von ihm gesammelte geologische Information zeigte ohne Zweifel, dass die erythräischen Brüche weit nach Süden reichten und wenn Sueß in der ihm eigenen Weise die gesamte damals vorhandene Literatur über die Geologie Ostafrikas durchgelesen hatte, sah er, dass dieselbe Struktur sich auf mehr als 50 Breitengrade von Nord nach Süd erstreckte. Er sah sofort ein, dass eine relativ schmale Zone (30-100 km) der Grabenbildung, die sich mehr als 5000 km in derselben Richtung fortsetzt, innerhalb des Rahmens der radialen Brüche nicht zu erklären war. Nach einer peinlich genauen Beschreibung der Brüche und der damit verbundenen Geologie schrieb Sueß, dass vom Taurusgebirge in der Südtürkei bis zum Nyassa-See in der südlichen Hemisphäre eine meridional gerichtete Zerrung für die Entstehung dieser Struktur verantwortlich sein musste. Er nennt dies „Zerrung durch Kontraktion“, was er aber nicht näher erläuterte. Sueß wurde zu dieser Deutung gezwungen, da er jede Erhebung der Lithosphäre abgelehnt hatte. Horizontale Zerrung war, angesichts der gewaltigen Strukturen Ostafrikas, die einzige ihm übriggebliebene Deutungsmöglichkeit.

Was mich überrascht, ist der Umstand, dass Sueß es nie unternahm, rechnerisch zu beweisen, dass die vorhandene Erhebung sowohl an den Rändern des Rheingrabens als auch in Ostafrika ohnedies nicht ausreichen würde, die Grabenbildung geometrisch zu erklären. Eine solche Rechnung wäre sehr einfach durchzuführen. Warum hat Sueß sie nicht unternommen?

Eine definitive Antwort mögen wir nicht zu geben, weil Sueß selbst darüber nichts geschrieben hat. Eine mögliche Antwort liegt darin, dass er vielleicht die Erhebungstheorie nicht einmal im Lichte eines günstigen Zweifels erscheinen lassen wollte. Er wollte nicht einmal erwähnen, dass Rindenerhebung bei Grabenentstehung, auch wenn nur entfernt, überhaupt möglich sein könnte! Wie steht Sueß' Deutung im Lichte unserer heutigen Erfahrungen und Theorien? Er hat in dem Falle der Zerrgebiete der Erde, genau wie bei Gebirgen und bei großen Horizontalverschiebungen, wieder die richtige Deutung getroffen.

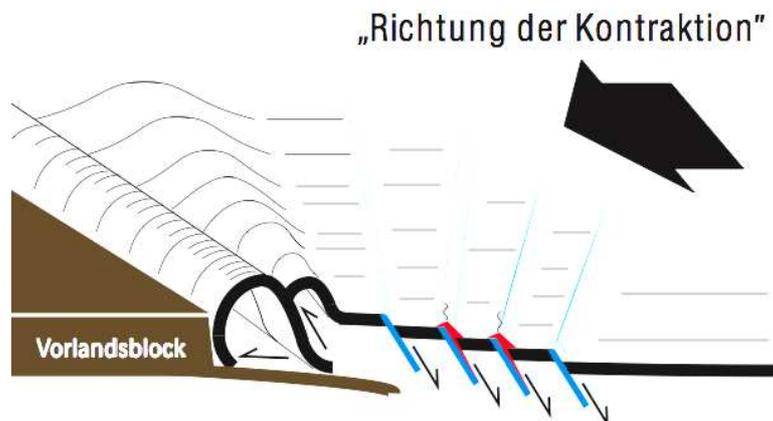
In einer ganz anderen Umwelt hat Sueß auch horizontale Zerrung vorausgesetzt und ist mit seinen Zeitgenossen in Konflikt geraten. Sueß veröffentlichte 1875 ein Modell für Gebirgsbildung, die nur auf Horizontalbewegungen basierte: Immer deutlicher zeigt sich schon bei diesen ersten Betrachtungen, dass gleichförmige Bewegungen großer Massen im horizontalen Sinne einen viel wesentlicheren Einfluss auf die heutige Gestaltung des Alpensystems gehabt haben, als die bisher allzu sehr betonten vertikalen Bewegungen einzelner Theile, [...] (Sueß, 1875, S. 25). Er veranschaulichte das Wesen der horizontalen Bewegungen, jedoch in einer damals sehr überraschenden Weise, indem er horizontale Einengung mit horizontaler Dehnung in ein- und demselben Gebirge vereinbarte! Wie bei einer Abschürfung der Hand die Haut in Falten gelegt wird und zugleich an der Stelle der Verletzung zerreiht und Blut hervortreten lässt, so treten innerhalb der Falten des Appenin die geschmolzenen Massen der Tiefe hervor, keineswegs als Ursache der Aufrichtung des Gebirges, sondern weil die an der Innenseite entstandene Zerklüftung ihnen die Möglichkeit bietet, zu Tage zu treten. (Sueß, *Die Entstehung der Alpen*, S. 28).

Bald wiederholte er dieses von ihm beliebte (aber von seinen Gegnern absurd gefundene) Bild: „Das beste Bild, das ich von der Entstehung grosser Gebirge zu geben weiss, besteht darin, dass ich mir vorstelle, es würde meine Hand durch irgend eine Verletzung aufgeschürft, dabei die Haut nach einer Seite in Falten zusammengeschoben, auf der anderen reisse sie und es dringe etwas Blut hervor“. (Sueß, *Die Heilquellen Böhmens* 1878, S. 5). Es ist bekannt, dass diese Sueß'sche Schilderung von dem Krakauer Geologieprofessor Ferdinand Löwl aufs schärfste angegriffen wurde. In seinem Lehrbuch der Geologie aus dem Jahre 1906 schrieb Löwl: „Nach Sueß erlitt die vorspringende Stirn der Gebirgsbögen die stärksten Überfaltungen und

Überschiebungen, während die konkave Rückseite, von der der einseitige Schub ausging, durch eine zerrende Kraft zerrissen wurde und aus den Spalten Magma austreten ließ. Diese Lehre bezog sich zunächst auf die Anordnung der karpatischen und tyrrhenischen Ausbruchstellen, ging aber von der ungewöhnlichen Annahme aus, dass eine südwärts gezerrte Scholle einen nordwärts gerichteten Schub bewirkte. Unter diesen Umständen ist es begreiflich, dass Sueß seine Auffassung nie wissenschaftlich zu begründen, sondern immer nur metaphorisch zu veranschaulichen suchte. Das bezeichnendste Bild fand er in einer 1879 [sic] erschienenen Schrift über ‚Die Heilquellen Böhmens‘. Er könne sich, heißt es dort, die Entstehung eines großen Gebirges nicht besser vergegenwärtigen, als wenn er sich vorstelle, seine Hand würde durch eine Verletzung aufgeschürft, dabei die Haut nach einer Seite in Falten zusammengeschoben, auf der anderen reiße sie, und es dringe etwas Blut hervor. So sehen wir ein großes Gebirge immer nach einer Seite zusammengeschoben, in große Falten gelegt; auf der andern Seite zerreißen sie und wo sie aufgerissen sind, da treten aus dem Inneren der Erde Vulkane hervor.’ Dieses Bild ist insofern sehr gut gewählt, als man auf der ersten Blick erkennt, dass der Ursprung des einseitigen Schubes ebensowenig in der Erdkruste wie der Anlass zum Hautschurf in der Haut liegen kann. Nur ein Anstoß ex coelo vermöchte „die zum Vorschub der konvexen und zur Zerrung der konkaven Seite erforderlichen Spannungsunterschiede herbeizuführen“. (Löwl, *Geologie*, 1906, S. 173).

Es ist erstaunlich, wie viel Beifall diese Kritik von Löwl bei manchen Geologen des 20. Jahrhunderts gefunden hat (vgl. z. B.: Tietze, *Einige Seiten über Eduard Suess* 1917, S. 447; Stille, *Grundfragen der vergleichenden Tektonik* 1924, S. 277; Haarmann, *Die Oszillationstheorie* 1930, S. 13; Bucher, *Deformation of the Earth's Crust* 1933, S. 259), wenn man bedenkt, dass die Schilderung von Sueß vollkommen den Beobachtungen entspricht. Alle diesen Geologen konnten sich den von Sueß beschriebenen Vorgang innerhalb der Grenzen der Kontraktionstheorie nicht vorstellen. Anstatt eine abstrakten Theorie aufzugeben, wählten sie die Theorie, falsifizierende Beobachtungen zu ignorieren! Erst mit der Plattentektonik ist man zu den Vorstellungen von Sueß zurückgekehrt. Wir wissen heute, dass innere Seiten der großen Gebirge und Inselbögen wegen des Zurückrollens der Subduktionszonen und der Ausbreitung unter ihrem eigenen Gewicht oft zerreißen. Ich habe 1993 diese Regelmäßigkeit „die Suess'sche Regel“ genannt.

Seine Schirmtheorie der globalen Tektonik, nämlich die thermale Schrumpfung der Erde, in deren Rahmen er seine Deutungen über tektonische Zerrung als unvermeidlich fand, war nicht richtig, aber seine Deutung der einzelnen geologischen Strukturen war doch richtig und zeigt eine unglaubliche Einfühlungsgabe in geologische Fragen. Sueß verdankt diese Einfühlungsgabe seiner umfangreichen und kritisch-beurteilenden Lektüre der globalen Literatur und seiner Feldarbeit im Lichte seiner theoretischen Gedanken. Er hat gezeigt, dass die besten Geologen nicht nur im Gelände, sondern auch und vielleicht zu allererst in Bibliotheken ausgebildet werden.



Die „Regel von Sueß“ in  
Großen Kettengebirgen unserer Erde

Vorne abgelenktes und  
hinten gezerrtes Gebirge