



**Grundzüge der geologischen Gedanken  
von Eduard SUESS  
Teil I: Einführung und erkenntnistheoretische Grundlagen**

A.M. CELAL ŞENGÖR\*)

18 Abbildungen

*Geschichte der Erdwissenschaften  
Erkenntnistheorie  
Gebirgsbildung*

**Inhalt**

Zusammenfassung .....	265
Abstract .....	265
1. Einleitung .....	266
2. Kurzer Lebenslauf von Eduard SUESS .....	266
3. Einige Charakteristika des SUESS'schen Werkes .....	269
3.1. Unabhängigkeit von irgendeiner Schule .....	269
3.2. Die „vergleichend beurteilende Methodik“ .....	271
3.3. Umfangreichtum der SUESS'schen Geologie als Ergebnis seines Interesses an Problemen und nicht an Disziplinen oder Methoden .....	282
3.4. Geologische Prozesse und Aktualismus als Leitfäden der Forschung .....	283
3.5. Bestrebung, in der Deutung der geologischen Ereignisse die Zahl der Regelmäßigkeiten in der Natur, d.h. die so genannten „Naturgesetze“ auf ein Minimum zu beschränken .....	292
3.6. Kritischer Realismus bei der Deutung der geologischen Ereignisse .....	294
4. Schlussbemerkungen .....	295
5. Anhang: SUESS und WEGENER .....	296
Dank .....	296
Literatur .....	297

**Zusammenfassung**

Eduard SUESS war einer der größten Geologen in der Geschichte. Seine Publikationen umfassten beinahe alle Teilgebiete der Geologie (Paläontologie, Stratigraphie, Strukturgeologie, Regionalgeologie, Paläoökologie und Paläogeographie, Geomorphologie, angewandte Geologie und Tektonik). Er hat auch zur Geographie, Geophysik, Prähistorie und Wissenschaftsgeschichte beigetragen. Er war lange Jahre auch ein gewissenhafter Politiker und ein sehr erfolgreicher Wissenschaftsverwalter. Seine Arbeitsweise war durch folgende Charakteristika gekennzeichnet:

1) Unabhängigkeit von irgend einer Schule; 2) Benutzung einer von SUESS selbst entwickelten „vergleichend-beurteilenden Methodik“, die die Überprüfbarkeit der globalen Geologie durch einen einzelnen Geologen möglich machte; 3) Umfangreichtum als ein Ergebnis seines Interesses an Problemen und nicht an Disziplinen oder Methoden; 4) Geologische Prozesse und Aktualismus als Leitfäden in der Forschung; 5) Bestrebung, in der Deutung der geologischen Ereignisse die Zahl der Regelmäßigkeiten in der Natur, d.h. die sog. „Naturgesetze“ auf ein Minimum zu beschränken; 6) Z Grundelegung des kritischen Rationalismus bei der Forschung.

**The Geological Ideas of Eduard SUESS – PART I**

**Abstract**

Eduard SUESS was one of the greatest geologists of all times. His publications covered almost the entire field of geology (palaeontology, stratigraphy, structural geology, regional geology, palaeoecology and palaeogeography, geomorphology, applied geology and tectonics) and he also made original contributions to geography, geophysics, prehistory and history of science. For many years he was a conscientious politician and a very successful science administrator. His work is characterised by the following:

1) his independence from any school; 2) his employment of a 'comparative/judgemental methodology,' invented by himself, that made global geology testable by a single geologist; 3) comprehensiveness resulting from his interest in problems and not in subject-matters or methods; 4) taking geological processes and actualism as the leading threads in his research; 5) the attempt to keep the assumed regularities, i.e. the so-called natural laws, in his interpretations to a minimum; 6) a rational critical approach to research.

\*) Prof. Dr. Dr. h.c. A.M.C. ŞENGÖR, I.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Bölümü und Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Ayazağa 34469 Istanbul, Türkei.

Im dankbaren Andenken an den Grafen Leo VON THUN-HOHENSTEIN,  
der uns Eduard SUESS als Lehrer geschenkt hat.

Es ist immer erhebend den Spuren eines klaren Kopfes zu folgen.

## 1. Einleitung

Es ist Anmaßung zu glauben, dass ein gewöhnlicher Einzelner in irgend einer befriedigenden Weise die Grundzüge der unendlich reichen geologischen Gedankenwelt von Eduard SUESS zu erschließen imstande sein könnte. Wenn ich trotzdem wage, es zu unternehmen, geschieht dies nur, weil meine hochangesehenen österreichischen Kollegen und Freunde, die glücklichen Nachfahren des großen Meisters, mich anlässlich seines 90. Todestages dazu eingeladen haben.

Ich entspreche dieser Einladung um so freudiger, als es für mich auch eine Herausforderung ist, meinen eigenen Blickwinkel so weit zu öffnen, dass ich versuchen kann, das Gesamtgebiet der von SUESS behandelten Geologie zu überschauen und darüber vielleicht auch unter dem Licht unserer modernen Kenntnisse nachzudenken. In meiner Erfahrung bin ich zur Lösung geologischer Probleme immer dann gebracht worden, wenn ich an deren Behandlung erst mit einer Lektüre der betreffenden SUESS'schen Schriften herangetreten bin. Was das große französische Genie Marcel BERTRAND im Jahre 1897 zum Opus Magnum von Eduard SUESS „Das Antlitz der Erde“ schrieb, behält seine Gültigkeit noch heute:

„Derjenige, der dieses Buch am besten verstanden hat, erscheint uns als der Fortgeschrittenste in unserer Wissenschaft.“ (BERTRAND, in SUESS, 1897, S. V).

## 2. Kurzer Lebenslauf von Eduard SUESS<sup>1)</sup>

Eduard SUESS (20. August 1831, London – 26. April 1914, Wien; Abb. 1) ist einer der größten Geologen aller Zeiten. Der berühmte schottische Geologe John Walter GREGORY (1864–1932), der, von der Ostafrika-Abhandlung von SUESS (1891) angeregt, den jetzt nach ihm benannten Ostteil („Gregory-Rift“) des ostafrikanischen Grabensystems erforschte<sup>2)</sup>, schrieb gelegentlich einer Rezension des ersten Bandes der englischen Übersetzung des „Antlitz“, dass seit der Veröffentlichung der LYELLSchen „Principles“, dieses Werk vielleicht den stärksten Einfluss auf das geologische Denken ausübte (GREGORY, 1905, S. 193).

SUESS war auch ein großer, bewunderungswürdiger Mensch (Abb. 2), ein verantwortungsvoller Staatsbürger, ein geliebter Ehemann und Vater:

„Seinen Kindern ... war er das Ideal eines Vaters.“  
(Erhard SUESS, 1916, S. VI).



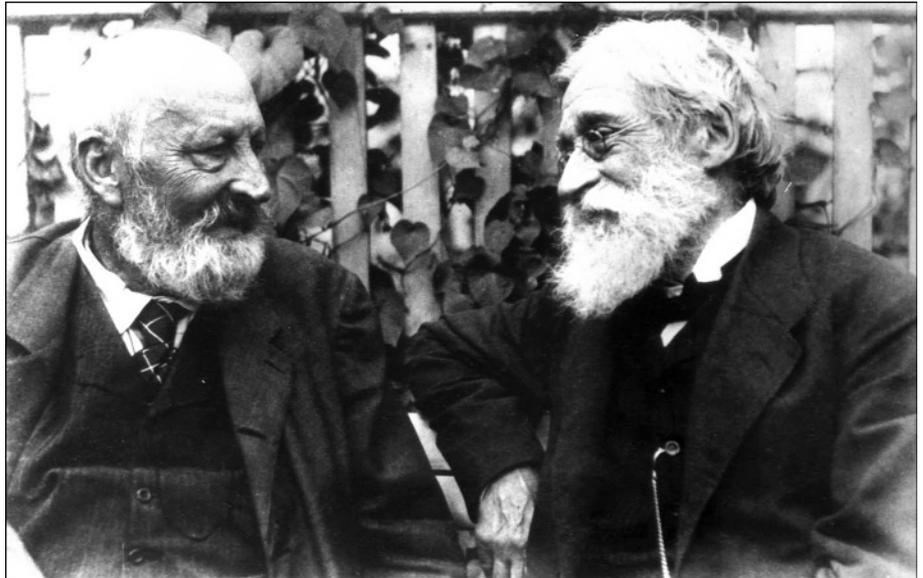
Abb. 1.  
Eduard SUESS.  
Druck von Wilhelm UNGER (freundliche Mitteilung der Herren Professoren Alexander TOLLMANN und Fritz STEININGER).

<sup>1)</sup> Mit Bedauern muss man feststellen, dass wir noch keine befriedigende Biographie von Eduard SUESS besitzen. Er hat seine Erinnerungen geschrieben, die bis zum Jahre 1894 reichen, von seinem wissenschaftlichen Werk jedoch wenig berichten (SUESS, 1916). Das einzige ihm gewidmete Buch kam aus der Feder eines seiner fremden Freunde, des großen Geologen und Geographen Wladimir Afanasjewitsch OBRUTSCHEW (1863–1956) und ist immer noch die beste Biographie von SUESS (OBRUTSCHEW & ZOTINA, 1937). Dieses ausgezeichnete Buch ist auf Russisch. Es wäre ein großes Verdienst, es ins Deutsche und ins Englische zu übersetzen. Emil TIETZES (1845–1931) Versuch (TIETZES, 1917), das wissenschaftliche Lebenswerk von SUESS kritisch auszuwerten, ist fast gänzlich misslungen und ist, wenn überhaupt, dann nur mit allergrößter Vorsicht zu benutzen.

Aus der Kombination der oben erwähnten und folgenden Schriften kann man sich ein einigermaßen verwendbares (aber bei Weitem nicht komplettes) Bild des Lebens von SUESS konstruieren: von ZITTEL (1899, bes. unter „dynamischer Geologie“), GEIKIE (1905), DIENER (1914), von LÓCZY (1915), TERMIER (1914), TOLLMANN (1981) und WEGMANN (1981; viele der kleineren Nekrologe über SUESS sind in der Bibliographie dieses schönen Artikels angegeben. WEGMANN hatte den unvergleichlichen Vorteil gehabt, lange Jahre als Assistent bei Émile ARGAND in Neuenburg in der Schweiz zu wirken. Er hat dabei oft die Gelegenheit genossen, die Ansichten ARGANDS, des Mannes, der vielleicht SUESS am besten verstand, über SUESS aus seinem eigenen Mund zu hören), GREENE (1982, bes. Kap. 6 und 7), ŞENGÖR (1982a, 1982b, 1994, 2000a), HAMANN (1983a), PINNEKER (1989), CERNAJSEK (1999), CERNAJSEK & SEIDL (2003). Siehe auch die „Reden und Ansprachen bei der zu Ehren von Professor Eduard SUESS aus Anlass der Errichtung der Eduard-Suess-Stiftung am 12. Mai 1902 im Festsaal der k. k. Universität Wien abgehaltenen Feier“ in „Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients“ – Mitteilungen des Paläontologischen und Geologischen Institutes der Universität Wien, Bd. XIV (1902), S. 219–229. Ich muss dagegen gestehen, dass ich den mit einer bewunderungswürdigen Aufregung geschriebenen Aufsatz von Inge FRANZ (2004) und die diesem Aufsatz als Basis dienende „Organismusauffassung“ und die angebliche „Einheit von Theorie und Methode“ kaum verstehen konnte. Das Wenige, das ich darin vielleicht verstanden zu haben glaube, konnte ich weder mit SUESS noch mit den Ideen seiner Zeit in Verbindung bringen. Die sorgfältigen Quellenforschungen von Herrn Mag. Dr. Johannes SEIDL, MAS, haben bereits gezeigt, wie irreführend die vorhandenen Publikationen sein können, auch wenn sie selbst aus der Feder von SUESS stammen (z.B. SEIDL, 2001)! Dies allein zeigt, wie dringend wir heute eine gute, den Forderungen der historischen Kritik entsprechende SUESS-Biographie brauchen. Herr SEIDL arbeitet seit einiger Zeit daran und ich freue mich sehr auf die Vollendung seines wichtigen Werkes.

Abb. 2.

Eduard SUESS im freundlichen Gespräch mit dem großen österreichischen Zoologen Franz STEINDACHNER (1834–1919) im Garten seines Hauses in Marz (Burgenland), heute Sueßstraße 8 (freundliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Fritz STEININGER).



Ich stimme meinem verehrten Lehrer, dem großen Alpengeologen Herrn Professor Rudolf TRÜMPY, völlig zu, dass SUESS der einzige Genius in der Geschichte der Geologie zu sein scheint, der überhaupt keine Laster hatte.

SUESS hat schon in seiner frühen Jugend<sup>3)</sup> begonnen, sich für Geologie zu interessieren (Abb. 3). Aber wenn es nicht zu den politischen Umwälzungen der Märzrevolution gekommen wäre, hätte sich SUESS unter dem Druck der Familie vielleicht für einen technischen Beruf entscheiden können, um das väterliche Lederfabrikgeschäft weiter zu führen. Zum Glück mischte er sich in die revolutionären Studentenbewegungen ein<sup>4)</sup> und wurde verhaftet, was ein weiteres regelmäßiges technisches Studium in einer Hochschule unwahrscheinlich machte<sup>5)</sup>. Er wandte sich gerne an das Hofmineralienkabinett in Wien, wo er 1852 nicht nur eine Stelle als Assistent für Paläontologie, sondern auch seine künftige Frau Hermine (geb. STRAUSS), „das Licht [seines] Daseins“ (vgl. Erhard SUESS, 1916, S. VI) fand<sup>6)</sup>. Binnen kurzer Zeit entwickelte sich SUESS zu einem hervorragenden Paläontologen, dessen Ruhm sich bald auch außerhalb der österreichisch-ungarischen Monarchie zu verbreiten begann. Er trat in einen regen Briefwechsel mit den besten Geologen Europas (eine Gewohnheit, die er sein Leben lang behielt und zu bestem Zwecke benützte) und unternahm auch weite Reisen innerhalb des Kontinents, um

nicht nur die Sammlungen des Hofmineralienkabinetts, sondern auch sein eigenes Wissen zu erweitern<sup>7)</sup>.

SUESS begann bald zu bedauern, dass in seinem Vaterlande kein selbständiger Lehrstuhl für Paläontologie bestand; um diesen Nachteil zu beheben, bewarb er sich um eine Privatdozentenposition an der Universität Wien. Weder die Universität noch manche seiner Kollegen glaubten jedoch an die Notwendigkeit eines solchen Lehrstuhls oder gar, dass vielleicht Herr SUESS der dazu am besten geeignete Dozent wäre. Außerdem schien es nach den Universitätsvorschriften unmöglich, jemanden ohne einen Doktorgrad als Dozent zu berufen.

Es war einer der glücklichen Zufälle der Geschichte, dass der damalige Minister für Kultus und Unterricht der Monarchie, Graf Leo von THUN-HOHNSTEIN (1811–1888), sich als ein viel weiter blickender Mann und besserer Men-

<sup>2)</sup> In der ersten Abhandlung, die GREGORY über seine Expedition nach Ostafrika (1892–1893) schrieb, erfahren wir lediglich, dass er, nachdem die ursprüngliche größere Expedition, deren Mitglied er war, zusammengebrochen war, durch einen Brief von SUESS ermuntert wurde, allein vorwärts zu gehen (GREGORY, 1894, S. 291). In seinem späteren Buch schrieb GREGORY: „The materials ... collected by many different workers in Africa have been studied by Professor Eduard Suess of Vienna, who has shown that the facts reported have a greater significance than their discoverers knew. In a very remarkable memoir, entitled *Die Brücke [sic] des Ost-Afrika [sic]*, he has summarised our knowledge of the geology and structural geography of the whole line of country from Nyasa on the south to Syria on the north, and proved the truth of the suggestion that the lakes along this line are due to a connected series of earth-movements. He has discussed the date of these movements, and indicated the important collateral problems upon which their study may be expected to throw light. With his usual insight into geographical problems, he has read more of the lessons of the country, from descriptions, than the travellers who wrote them, did from the country itself. Suess' monograph pointed out that the part of the Rift Valley between the southern end of the Red Sea and the northern end of Basso Narok (Lake Rudolf) promises to be of especial interest. This had never been visited: new geographical as well as geological results were therefore promised in its exploration. I had always been keenly interested in the problems of African geology, and had watched the gradual opening of the Somali country, and longed to have a share in the work. When, therefore, in October 1892, the chance presented itself, I was of course eager to seize it.” (GREGORY, 1896, p. 9). Der richtige Titel der Abhandlung von SUESS, die GREGORY zitiert, lautet „Die Brücke des östlichen Afrika“ (1891).

<sup>3)</sup> „Unterdessen zog mich die Sammlung silurischer Versteinerungen im böhmischen Museum immer lebhafter an. Der Kustos Dornitzer war es, der mir die ersten ernstesten Anregungen gab. Er gestattete mir auch, die Laden zu öffnen, und im Sommer 1849 durfte ich ihn auf einem geologischen Spaziergange nach Kuchelbad begleiten.“ (SUESS, 1916, S. 71). Für eine kurze Geschichte des Naturhistorischen Museums in Prag, vgl. ANDERA et al. (2000). Der Kustos Maximilian DORNITZER war ein angesehener Zoologe.

<sup>4)</sup> Wie viele intelligente junge Menschen von gebildeten Familien in seiner Generation, hatte auch SUESS ein nachahmungswürdiges Pflichtbewusstsein gegenüber der Gesellschaft, in welcher er lebte und hatte sich früh voll und ganz für die Freiheit und, soweit wie möglich, für die ökonomische Unabhängigkeit des Individuums eingesetzt. Es war diese seine Einstellung, die ihn dazu bewog, an den Studentenbewegungen der Märzrevolution teilzunehmen und später in seinem Leben unter großen persönlichen Aufopferungen Politiker zu werden. In dieser Hinsicht ähnelt sein Schicksal dem eines anderen großen Erdwissenschaftlers seiner Generation, nämlich des berühmten französischen Geographen Elisée RECLUS (1830–1905). RECLUS, der wie SUESS Protestant war, protestierte gegen den Coup d'État des Prinzen LOUIS-NAPOLÉON BONAPARTE am 2. Dezember 1851 und musste deshalb aus seinem Vaterlande fliehen. Erst im Exil, in Irland, bei einem schönen und bewegenden Anblick des Flusses Shannon, fasste er 1852 den Entschluss, Geograph zu werden (vgl. RECLUS, 1868, S. I–II; auch SARRAZIN, 1985, S. 30; GIBLIN, 1998, S. 30–31).

<sup>5)</sup> „Im Januar 1851 war ich aus der Haft entlassen worden. Als ich mich zum ersten Male wieder in den Hörsälen des Polytechnikums zeigte, als mir die Kollegen der älteren Jahrgänge schweigend aber demonstrativ die Hand drückten, jene der jüngeren Jahrgänge mir stauend nachblickten und selbst die Professoren lächelnd den Hut lüpfen, da mußte ich einsehen, daß hier für mich von einem geregelten Studium nicht mehr die Rede sein konnte. Um so eifriger wendete ich mich meinen Lieblingsstudien in dem Hofmuseum und der geologischen Reichsanstalt zu.“ (SUESS, 1916, S. 90).

<sup>6)</sup> Für die Geschichte dieser in Bezug auf die Naturwissenschaften hochverdienten Institution vgl. das schöne Buch von RIEDL-DORN (1998; über SUESS, ganz bes. S. 151–153). Vgl. auch FITZINGER (1856, 1868a,b, 1880), F. VON HAUER (1889, S. 1–5; bis zum Ende des 1. Weltkrieges immer wieder nachgedruckt), ANONYM (1925, S. 4, auch viele Auflagen) und HAMANN (1976, 1979).

<sup>7)</sup> Zur Korrespondenz von SUESS verfügen wir zur Zeit leider nur über ein kümmerliches veröffentlichtes Material. Es wäre sehr zu begrüßen, sämtliche vorhandenen Briefe von und an SUESS in einer Sammlung zusammenzubringen. Zu seinen früheren Reisen im Dienste des Hofmineralienkabinetts, vgl. RIEDL-DORN & SEIDL (2003).

Abb. 4.  
Suess-Geburtshaus in New River, Duncan Terrace 4, London (freundliche Mitteilung [1999] von Eric ROBINSON, Assistant Editor von *Geology Today*).



schenkenner als die Professoren-schaft der Universität erwies: Er verstand die Notwendigkeit eines Lehrstuhls für Paläontologie und, obwohl er bedauert haben muss, dass SUCESS keinen Doktorgrad be-saß, sodass er ihn nicht als Privat-dozent anstellen konnte, sah er keine Hindernisse, ihn über die Köpfe des Professoren-Kollegiums hinweg als Extraordinarius (außer-ordentlicher Professor) zu ernenen:

*„Ich kann Sie nicht zum Privatdozenten ernennen, aber ich will Sie zum unbesoldeten Extraordinarius ernennen.“*  
(SUCESS, 1916, S. 115)

Trotz der wahrscheinlich wütend gewordenen Professoren (ibid.) durfte der große Minister den revolutionären Entwicklungen in der globalen Geologie durch die von SUCESS gegründete Giganten-Schule in Wien bis zu seinem Greisenalter mit Genugtuung folgen<sup>8)</sup>; als er starb, war SUCESS Rektor der Wiener Universität und folgte in engster Verbundenheit seinem Sarge<sup>9)</sup>.

In rascher Folge wurde SUCESS 1862 Ordinarius für Paläontologie (und verließ nach zehnjähriger Dienstzeit endgültig das Hofmineralienkabinett) und dann 1866 Ordinarius am neu gegründeten geologischen Lehrstuhl. 1860 wurde er als korrespondierendes Mitglied in die kaiserliche Akademie der Wissenschaften gewählt. 1867 wurde er dort wirkliches Mitglied. Der Akademie diente er von 1885 bis 1890 als zweiter Sekretär (der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse), von 1890 bis 1893 als Generalsekretär, von 1893 bis 1898 als Vizepräsident und von 1898 bis 1911 als ihr Präsident (vgl. auch G. HAMANN, 1983). Die Akademie reiht ihn unter ihre „größten Präsidenten“:

*„Als führender Forscher seines Faches in Österreich und als einer der ersten Geologen seiner Zeit in der ganzen Welt anerkannt, für Österreich und insbesondere Wien hochverdient als wissenschaftlicher Schöpfer der Donauregulierung und der Wiener Hochquellenleitung, aufgeschlossen für alle Bestrebungen zur Verbreitung von Wissenschaft und Bildung auch in den weiteren Kreisen des Volkes, war Suess eine Persönlichkeit von bewundernswerter Vielseitigkeit und Arbeitskraft. Durch die Überschau, die er über alle Fachgebiete und Aufgaben nicht nur seiner Klasse, sondern auch innerhalb der Gesamtakademie besaß, verstand er es, die Mittel der Akademie an der richtigen Stelle für weit ausgreifende Vorhaben einzusetzen und hatte auch am Zustandekommen zuerst des Kartells mit den deutschen Akademien, dann der internationalen Assoziation der Aka-*

*demien hervorragenden Anteil. Als eindrucksvoller Redner hat er die Akademie in den alljährlichen feierlichen Sitzungen und bei den verschiedenen außerordentlichen Anlässen, die sich während seiner Präsidentschaft boten, würdig vertreten“* (MEISTER, 1947, S. 132).

Als SUCESS die Präsidentschaft der Akademie aus Altersgründen 1911 niederlegte, erhielt er ein Handschreiben vom Kaiser, in welchem der Monarch den Gefühlen der meisten seiner Untertanen und der Welt der Intellektuellen auf der ganzen Erde Ausdruck verlieh:

*Lieber Dr. Suess!*

*Ihr hohes Alter hat Sie bestimmt, von der Stelle des Präsidenten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zurückzutreten. So wenig Ich den Beweggrund zu verkennen vermag, so tief bedauere Ich den Entschluß. Die Gebildeten auf dem ganzen Erdball kennen Ihren Namen als einen der glänzendsten, und die Welt der Gelehrten reiht ihn unter ihre besten. Sie haben die Akademie auf die ihr bestimmte Höhe gehoben, so dass sie unter Ihrer Leitung die bedeutendsten Aufgaben erfolgreich lösen konnte, Sie haben ihr Ansehen mächtig zu fördern gewußt und sich selbst in der Geschichte der Akademie einen Ehrenplatz für alle Zeiten gesichert.*

*Für die Reichshauptstadt Wien haben Sie mit der ersten Hochquellen-Wasserleitung ein Werk geschaffen, das ihre Bewohner an jedem Tag als Wohlta empfinden und welches über die Grenzen des Reiches hinaus so vielfache Nachahmung gefunden hat. Sie haben aber auch sonst Ihre unerschöpfliche Kraft in hervorragendem Maße in den Dienst des öffentlichen Lebens gestellt und mit Ihrer immer festgehaltenen selbstlosen Bescheidenheit ein weithin leuchtendes Beispiel gegeben.*

*Ich spreche Ihnen für Ihre bedeutenden, von bleibendem Erfolge gekrönten Leistungen Meinen allerwärmsten Dank aus und versichere Sie in ehrender Würdigung all Ihrer großen Verdienste Meiner dauernden Wertschätzung und Meiner unwandelbaren Huld.*

*Gödöllö, am 18. Mai 1911*

*Franz Joseph m. p.*

Durch seine öffentlichen Dienste wurde SUCESS zu einer attraktiven Persönlichkeit auch für Politiker. Nach einer Vortragsreihe über den Boden von Wien, die er im Winter 1858 in der Akademie der Wissenschaften in Wien abge-

<sup>8)</sup> Für die Dokumente betreffend SUCESS' Ernennung vgl. SEIDL (2001, 2002).

<sup>9)</sup> *„Am 20. Dezember wurde Graf Leo Thun begraben. Der Senat hatte die feierliche Beteiligung der Universität beschlossen. Zurückgewiesen von der Privatdozentur, war ich 31 Jahre früher vor ihm gestanden; jetzt folgte ich mit der Rektorkette seinem Sarge. Mit einem Machtsprüche hatte er mich damals über alle formellen Schwierigkeiten gehoben, und die Kette sagte mir, daß der Machtspruch gutgeheißen sei.“* (SUCESS, 1916, S. 388).

halten hatte<sup>10)</sup> und nach der Publikation seines bahnbrechenden, die Stadtgeologie als selbständigen Zweig der Geologie begründenden Buches „Der Boden der Stadt Wien nach seiner Bildungsweise, seiner Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben“ (Suess, Mai 1862) wurde er im April 1863 in den Gemeinderat der Stadt Wien gewählt, wo er für die Errichtung der ersten Wiener Hochquellenleitung Entscheidendes leistete (DONNER, 1981; PINNEKER, 1989; HOFMANN, in CERNAJSEK & SEIDL [2003, S. 19–21]). 1869 wurde er als Repräsentant seines Wohnbezirkes in den niederösterreichischen Landtag gewählt. Wegen seinen Verdienste um die Haupt- und Residenzstadt der Monarchie hat man ihn am 17. Oktober 1873 zum Ehrenbürger der Stadt Wien ernannt, also eine Woche vor der Einweihung der ersten Wiener Hochquellenwasserleitung am 24. Oktober. Am 20. Oktober wurde er als Abgeordneter seines Wohnbezirkes in das kaiserliche Abgeordnetenhaus geschickt, wo er sich als ein glänzender Redner und selbstloser, gewissenhafter Vertreter des Volkes als Mitglied der liberalen Fortschrittspartei großen Ruhm erwarb.

Sein jüngster Sohn Erhard schrieb im Vorwort der posthum veröffentlichten „Erinnerungen“ des Vaters, dass SUCESS seine Mandate im Landtag und im Abgeordnetenhaus 1896 niederlegte, um sich ganz der Vollendung seines großen Lebenswerkes „Das Antlitz der Erde“ widmen zu können (Erhard SUCESS, 1916, S. III; vgl. auch Franz Eduard SUCESS, 1981, S. 3). Es wirkten aber auch andere Gründe in diesem Entschluss mit: SUCESS, der intellektuelle Weltbürger und Dolmetscher der Natur, konnte den Aufstieg der irrationalen, rassistisch-religiösen, antisemitischen Strömungen in der politischen Welt Österreich-Ungarns nicht mehr dulden (vgl. G. HAMANN, 1983; B. HAMANN, 1983, S. 99). Nach dem blutigsten Jahrhundert seit Menschengedenken wissen wir alle, was solche Strömungen im vergangenen Jahrhundert zustande gebracht haben und es noch heute tun!

Sein Opus Magnum „Das Antlitz der Erde“ wurde 1909 vollendet (SUCESS, 1883, 1885, 1888, 1901, 1909a). Übersetzungen ins Englische („The Face of the Earth“; SUCESS, 1904, 1906, 1908, 1909b, 1924) und Französische („La Face de la Terre“; 1897, 1900, 1902, 1911a, 1913a, 1918a, 1918b)<sup>11)</sup> waren schon früher begonnen worden. Eine italienische Übersetzung, die auch initiiert worden war<sup>12)</sup> („L'Aspetta della Terra“; SUCESS, 1894), scheiterte aber bald<sup>13)</sup>. SUCESS selbst publizierte wissenschaftlich weiter bis zum Ende seines Lebens. Die letzte Veröffentlichung aus seiner Hand war die Abhandlung „Über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft“ aus dem Jahre 1913 (SUCESS,

1913b). Er starb am 26. April 1914, ohne die Zerstörung Europas durch den ersten Weltkrieg erleben zu müssen.

Seine wissenschaftlichen Ehrungen und Auszeichnungen sind viel zahlreicher, als hier angeführt werden kann: Es ist keine Übertreibung zu sagen, dass er Mitglied der bedeutendsten Akademien der Welt war und alle wichtigsten wissenschaftlichen Medaillen bekam. Staatliche Auszeichnungen und Orden lehnte er dagegen prinzipiell ab.

### 3. Einige Charakteristika des SUCESS'schen Werkes

In diesem Versuch, die Grundzüge des SUCESS'schen geologischen Werkes zu überschauen, liegt mir daran, vor allem dem gedanklichen Faden in diesem Werk zu folgen. Dazu erörtere ich in diesem ersten Teil meines Aufsatzes, was ich als dessen wichtigste Charakteristika und erkenntnistheoretische Grundlagen betrachte.

#### 3.1. Unabhängigkeit von irgendeiner Schule

Ein sehr wichtiger, ja entscheidender, Punkt im beruflichen Leben des Geologen und Hochschullehrers SUCESS war die Tatsache, so glaube ich, dass er aus keiner „Schule“ hervorgegangen war<sup>14)</sup>. Als Wissenschaftler war er im Großen und Ganzen sozusagen selbstgemacht. Geologie hat er an keiner Hochschule und von keinem Meister systematisch gelernt. Seine „Lehrer“ waren die damals in Wien tätigen älteren Geologen wie Wilhelm Karl Ritter von HAIDINGER (1795–1871), Paul PARTSCH (1771–1856) und Franz Ritter von HAUER (1822–1899) und die unzähligen anderen, auch in fast allen zivilisierten Ländern Europas und Amerikas, mit welchen er auf brieflichem Wege eifrig korrespondierte. Manche davon hat er auf seinen Reisen in Europa persönlich kennengelernt; die meisten davon wurden zu seinen lebenslangen Freunden. Seine hauptsächlich „Schulen“ waren das Hofmineralienkabinett<sup>15)</sup> und die Geologische Reichsanstalt in Wien<sup>16)</sup>. Wie ich schon erwähnt habe, hatte das böhmische Museum in Prag in ihm schon als Kind seine Interesse für die Geologie geweckt.

<sup>14)</sup> Schon als Gymnasiast lernte SUCESS selbständige und kühne Urteile zu bilden: „Wenn ich in meiner Kindheit schon die Leere der Gymnasien empfand, so fühlte ich dann um so schmerzlicher, daß die Technik bloß praktisches Brotstudium sei und daß selbst die vielgerühmte Mathematik wohl Scharfsinn und Erinnerung schärft, aber alles übrige kalt läßt. Ich dränge mich um so fester an eine Wissenschaft ...“ So der Neunzehnjährige an seinen Onkel Eduard am 4. Jänner 1850! (SUCESS, 1916, S. 73).

<sup>15)</sup> „Nicht lange nach meiner Rückkehr aus England verließ ich das kais. Museum nach einer zehnjährigen Dienstzeit, die ich mit dem innigsten Dank als die Zeit meiner ersten wissenschaftlichen Schulung ansehe. Zu dieser Schulung rechne ich ausdrücklich auch die freilich oft ermüdenden mechanischen Arbeiten. Die laufende Vervollständigung der Kataloge der Bibliothek und der Sammlungen hat meinem Gedächtnisse Literaturkenntnisse und Namen eingepägt, deren Beherrschung mir später von größtem Vorteile war.“ (SUCESS, 1916, S. 146).

<sup>16)</sup> „... hatte Österreich bereits 1849, den meisten Staaten voran, auf Haidingers Antrieb eine geologische Reichsanstalt gegründet. Ihre Beamten waren einzelne Abiturienten der Bergakademien, oder Autodidakten, oder Ausländer. Unter diesen Umständen beschlossen drei jüngere Mitarbeiter der geologischen Reichsanstalt, Ferd. v. Richthofen, F. Hochstetter und ich, durch eine Übersetzung von Lyells Prinzipien der Geologie zu zeigen, was unter dem Worte Geologie zu verstehen sei.“ (SUCESS, 1916, S. 113–114). Für die Geschichte der Geologischen Reichsanstalt in Wien, einer der Geburtsstätten der modernen Geologie überhaupt, vgl. HAIDINGER (1864), ANONYM (1900), JANOSCHEK & SCHARBERT (1974), BACHL-HOFMANN (1999), CERNAJSEK (1999), HÄUSLER (1999), KADLETZ (1999) und BACHL-HOFMANN et al. (2000). Vgl. auch die Beiträge in den Abteilungen A (Beiträge zur Geschichte der Geologie: Die Geologische Reichsanstalt/Bundesanstalt und die Nachbarländer) und B (Beiträge zur Geschichte der Geologie: Biographisches und spezielle Themen) des Bandes 56/1 der Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt („Geologie ohne Grenzen – Festschrift 150 Jahre Geologische Bundesanstalt“) im Jahre 1999.

<sup>10)</sup> Diese Vortragsreihe bildete die Basis eines ersten, später aufgegebenen Manuskripts betitelt „Der Boden von Wien – eine geologische Studie von Eduard Suess“, das im Winter 1859/60 geschrieben wurde. Sein im Jahr 1862 unter Erweiterung des Obertitels erschienen Buch lehnt sich nur in den beiden ersten Kapiteln lose an diesen ersten Entwurf an, ist aber zur Gänze neu geschrieben (F.E. SUCESS, 1981, Abb. 1 und Abbildungstext).

<sup>11)</sup> Für eine detaillierte Geschichte der Übersetzung des „Antlitz“ ins Französische und die relevanten Dokumente, vgl. DE MARGERIE (1943, S. 374–659).

<sup>12)</sup> Vom Geologen Paolo Emilio VINASSA DE REGNY (1871–1957).

<sup>13)</sup> Erstaunlich ist, dass keine russische Übersetzung des „Antlitz“ je erschien, trotz der immensen Popularität, die SUCESS unter den russischen Geologen genoss und trotz der großen Relevanz seines Buches für die russische Geologie. Die Russen sind den Arbeiten der Wiener Schule sonst sehr sorgfältig gefolgt; z.B. wurde die von Viktor UHLIG besorgte zweite Ausgabe von NEUMAYRS Erdgeschichte unter der Direktion von einer so hohen Autorität wie Alexandr Alexandrowitsch INOSTRANZEW (1843–1919), der auch ein Freund von SUCESS war (vgl. INOSTRANZEW, 1998), 1903 und 1904 übersetzt und mit Zusätzen über die russische Geologie bereichert (NEUMAYR, 1903, 1904). Gelegentlich ist in der Literatur von einer spanischen Übersetzung des „Antlitz“ die Rede, obwohl eine solche meines Wissens auch nie unternommen wurde.

„Der Anblick der Reste einer längst vergangenen Meeresbevölkerung, der Gedanke an die gewaltigen Veränderungen, die das Land erlitten, und das Bewußtsein, dass der Schlag meines Hammers ein Gebilde entblößen mag, welches kein Sterblicher vor mir gesehen, ergriffen meine Phantasie so völlig, dass die Aufmerksamkeit für andere Studien kaum festzuhalten war ...“ (Suess, 1916, S. 71)

hat er nach beinahe einem Dreivierteljahrhundert geschrieben. Von Kindheit an ist er mehrsprachig gewesen und konnte sehr früh die Literatur seines Lieblingsfaches auf Deutsch, Englisch, Französisch und Latein ohne Mühe lesen und die reichen Bibliotheken von Wien boten ihm genügend Gelegenheit, sein Wissen zu erweitern<sup>17)</sup>. SUESS hat von Anfang an sehr großen Wert darauf gelegt, seine eigene Literatursammlung anzulegen<sup>18)</sup>. Separatenaustausch hat immer einen sehr wichtigen Teil seiner Korrespondenz ausgemacht.

Weil er nicht von einer Schule herausging und nicht unter der Obhut eines Meisters stand, bewahrte SUESS immer einen gesunden Skeptizismus gegenüber jeder Autoritätsäußerung. Er hatte angefangen zu lernen, indem er alles selbst hinterfragte, da er keine Lehrer hatte. Diese Gewohnheit hat er dann nie aufgegeben. In seiner Abschieds-Vorlesung sagte er:

„Als ich Lehrer geworden war, habe ich nicht aufgehört, ein Lernender zu bleiben, und jetzt, da ich aufhöre ein Lehrer zu sein, möchte ich auch nicht aufhören, ein Lernender zu sein, so lange meine Augen sehen, meine Ohren hören und meine Hände greifen können“ (Suess, 1902, S. 8; siehe auch SUESS, 1916, S. V).

Diesem Versprechen ist er bis zum Ende seines Lebens treu geblieben.

Da SUESS keine „Lehre“ geerbt hatte, hatte er auch keine „Lehre“ blind zu verteidigen. Er war immer bereit, Neues zu lernen und hat sich nie davor gescheut, im Lichte neuer Erfahrungen seine Ideen zu revidieren oder sogar gänzlich aufzugeben und sie durch neuere zu ersetzen. Diese Einstellung hat ihn sein Leben lang immer von jeglichem Dogmatismus ferngehalten. Darüber schrieb sein Schüler, der große Geologe Carl DIENER (1862–1928), selbst einer der Wiener Giganten, Folgendes:

„Er [Suess] selbst hat einmal gesagt, in der Wissenschaft sei nur derjenige als alt anzusehen, der die Empfänglichkeit verloren habe, an ihren Fortschritten teilzunehmen, und nicht mehr zugänglich sei für die Meinungen anderer. In diesem Sinne ist Suess niemals alt geworden. Er ist aber auch niemals der Gefangene einer starren Theorie gewesen.“

<sup>17)</sup> „Diese Dinge [der ursprüngliche Streit Joachim Barrandes mit Suess und ihre spätere Freundschaft] hatten die Aufmerksamkeit der Fachmänner auf mich gelenkt, vor allem mir den Zutritt in das kais. Mineralienkabinett und den Umgang mit den dortigen Gelehrten eröffnet. Ein junger Mann, der einen englischen oder französischen Briefwechsel fließend zu führen wußte, war zu jener Zeit in Wien so selten, daß man mir gerne diese oder jene Arbeit übergab.“ (Suess, 1916, S. 75).

<sup>18)</sup> Vor vielen Jahren hat mir der Begründer der modernen Geologie in der Türkei, Herr o. Univ.-Prof. Hamit Nafiz PAMIR (1893–1976) erzählt, dass ein wichtiger Teil der persönlichen Bibliothek von Suess auf Anregung des damaligen Geologieordinarius in Istanbul, Walther PENCK (1888–1923; Vorgesetzter von Pamir und Sohn von Albrecht PENCK, der ja ein Kollege von Suess in Wien war), von der Universität (damals noch „Darülfünun“) Istanbul von einem antiquarischen Buchhändler 1915 in Heidelberg angekauft und nach Istanbul gebracht wurde. Diese Sammlung soll, mit dem Rest des Institutes, während der großen Brandkatastrophe im Jahre 1918 ein Raub der Flammen geworden sein. Ich konnte die Glaubwürdigkeit dieser Geschichte nie feststellen. Sie wäre ein interessantes Problem für die künftige Suess-Forschung. Dieser Ankauf der Bibliothek von Suess für das geologische Institut der Universität (damals noch Darülfünun) wurde von PENCK (1918) in seinem Bericht über des Brand des Institutes nicht erwähnt. Für den Hinweis auf diesen Bericht bin ich Herrn Prof. Dr. Namik YALÇIN dankbar, der ihn demnächst noch einmal publizieren wird.

Er war stets bereit, neue Entdeckungen und Argumente zu würdigen, auch wenn sie mit seinen Ansichten nicht übereinstimmten, und die letzteren entsprechend zu modifizieren. Man kann seine eigenen Fortschritte in der Erkenntnis am besten aus dem Vergleich einzelner Abschnitte in der ‚Entstehung der Alpen‘ und im ‚Anlitz der Erde‘ beurteilen, z.B. jener über den Bau der Südalpen oder über die Herkunft der sarmatischen Fauna. Die neue Idee, die in dem ersten Werke aufkeimt, führt bei ihrer weiteren Verfolgung dreißig Jahre später zu Schlussfolgerungen, die den zuerst vertretenen geradezu entgegengesetzt sind.

Suess selbst hat seine Meinungen über den Bau der Erdrinde bescheiden als Produkte eines Wanderns von Irrtum zu Irrtum erklärt: ‚Der Naturforscher‘ – sagt er einmal – ‚muss wissen, dass seine Arbeit keine andere ist, als das Klettern von einem Irrtum zum anderen, allerdings mit dem Bewußtsein, der Wahrheit immer näher zu kommen, so wie derjenige, welcher von Fels zu Fels steigt, wenn er auch den Gipfel nicht erreicht, die Landschaft immer offener und herrlicher vor seinen Augen sich entfalten sieht.‘<sup>19)</sup> Ich möchte es geradezu als eines seiner größten Verdienste als Forscher bezeichnen, dass er uns das großzügige Bild von dem Bau unseres Planeten nicht in der Form eines starren Systems gegeben hat, sondern in der Gestalt eines elastischen Rahmens, in den neue Erfahrungen und Tatsachen sich einfügen lassen, ohne dass die Grundlage des Bildes erschüttert werden muss, dass es uns keine bestimmte Denkrichtung dogmatisch aufzwingt, dass es neue Gesichtspunkte zu assimilieren imstande ist und den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend selbst entwicklungsfähig bleibt.“ (DIENER, 1914, S. 20).

Eine anachronistische Bezeichnung anwendend und die Feststellung des vorletzten Abschnittes von diesem Aufsatz vorwegnehmend kann man wohl sagen, dass SUESS ein „kritischer Rationalist“ im Sinne seines großen Landmannes, des genialen Wissenschaftsphilosophen Karl Raimund POPPER (1902–1994), war. SUESS glaubte nie, dass es unwiderlegbare wissenschaftliche Theorien geben könnte. Er glaubte nicht einmal, dass unfehlbare Beobachtungen möglich sein könnten. Darum hat er in seinen Überlegungen, oft zu seinem Vorteil, aber manchmal auch zu seinem Nachteil, manche Beobachtungen bzw. Deutungen, sogar solche von ausgezeichneten Geologen, als unzuverlässig außer Acht gelassen (vgl. den Beitrag von Boris A. NATAL'IN in diesem Band).

Eine natürliche Folge seiner Haltung gegenüber Dogmatismus war, dass er seine Überzeugungen niemals seinen Schülern aufzudrängen versucht hat, wie Carl DIENER sagt. Nicht wenige seiner Schüler wurden seine Gegner in wissenschaftlichen Fragen. Dass SUESS diesen Sachverhalt sogar zu schätzen wusste, geht von seinem Lob für WERNER und MOHS hervor, das er im Vorwort zu „Bau und Bild Österreichs“ schrieb:

„Hiemit schließt diese Skizze vergangener Zeiten. Mohs hatte sich von Werner losgesagt; nichtsdestoweniger schlug ihn Werner als seinen Nachfolger in Freiberg vor. Haidinger hatte sich nach Elbogen zurückgezogen; der Aufenthalt in England hatte ihn in Gegensatz zu seinem Lehrer Mohs gebracht. Trotzdem ist bekannt, dass Mohs ihn noch 1837 in Elbogen besuchte und ihn als seinen Nachfolger empfahl. In beiden Fällen haben Werner wie Mohs dem Schüler, der zum Gegner geworden, das Erbe ihrer Stellung anvertraut. Einen bedeutenden und selbständig urteilenden Mann wollte jeder zum Nachfolger haben, unbeschadet der persönlichen Spannungen oder der abweichenden wissenschaftlichen Meinungen.“

<sup>19)</sup> Diese wunderschöne Bemerkung befindet sich auf der Seite 4 des Vortrages von Suess, betitelt „Über die Structur Europas“ (Suess, 1890).

*Die Wahrheit, so meinten sie offenbar, werde jedenfalls im lebendigen geistigen Wettkampfe ihren Weg finden. Nur in den stumpfen Mittelmäßigkeiten, welche Teilnahmslosigkeit dulden, sahen sie Gefahr. Es gibt kaum ein schöneres Lob für diese Männer und für diese Zeiten.*“ (SUESS, 1903, S. XXIII–XXIV)<sup>20)</sup>

Große Toleranz in wissenschaftlichen Diskussionen, gepaart mit nie erlöschendem Eifer, Neues zu lernen, kennzeichnete die Haltung des Wissenschaftlers SUESS. Selbst gegenüber bekannten Dogmatikern in der Wissenschaft war er ungewöhnlich tolerant:

*„Ich stellte mich dem großen Geologen, Herrn Elie de Beaumont vor, der mich herablassend, mit den Allüren eines être suprême empfing, den ich aber trotz dieser Kinderrei wegen seines tiefen Wissens und seines unablässigen Strebens nach einer erdumfassenden Anschauung nie aufgehört habe zu verehren.“* (SUESS, 1916, S. 127).

### 3.2. Die „vergleichend-beurteilende Methodik“

SUESS betrachtete die Geologie als wahre, objektive Naturwissenschaft, d.h. er glaubte an die Möglichkeit zuverlässiger geologischer Beschreibungen und dass nicht jeder Geologe jedes Gestein unbedingt selbst sehen musste (wie wünschenswert es auch sein möge).

Wie einmal Werner HEISENBERG so einsichtsvoll geschrieben hat, ist fast jeder Fortschritt in der Naturwissenschaft mit einem Verzicht auf Lebendigkeit und Unmittelbarkeit erkauft worden (HEISENBERG, 1949a), was von Romantikern bedauert und bekämpft wurde (HEISENBERG, 1949a,b). Anstatt eine lebendige und unmittelbare Berührung mit der Natur zu erzielen, beschreiben sie die entwickelten Naturwissenschaften mittels einer formalen Sprache, die die Vielfalt der Einzelheiten auf möglichst wenige Gemeinsamkeiten reduziert. Obwohl SUESS nie daran glaubte, dass wissenschaftliche Meinungsäußerungen und Beobachtungsberichte von Fehlern frei sein könnten, machte er sie trotzdem zur Basis seines eigenen, synthetischen Werkes – und synthetisch zu arbeiten begann er auch sehr früh, schon als Paläontologe, Jahre bevor er seine tektonischen Studien zu unternehmen begann (z.B. SUESS, 1859, 1860).

Er hielt offensichtlich nicht viel von der damals – und auch heute noch – unter den meisten Geologen herrschenden Neigung, jede Beobachtung, die man nicht selbst zu wiederholen imstande ist, als unbrauchbar zurückzuweisen<sup>21)</sup>. Eine solche Haltung bedeutet im Grunde genommen nichts anderes als die Wissenschaftlichkeit der Geologie zu leugnen<sup>22)</sup>.

Wie wäre es für eine Wissenschaft erträglich, dass sie von einem Wissenschaftler erworbenes Wissen an einen anderen zu übertragen nicht ermöglicht? In experimentellen Wissenschaften wie Physik oder Chemie geschieht die Überprüfung der Beobachtungssätze durch das Wiederholen des Experiments im eigenen Laboratorium. In manchen

Fällen ist sogar dies nur beschränkt möglich, da die nötige Experimentalausrüstung sehr teuer sein kann. In solchen Fällen scheuen sich die Physiker oder Chemiker nicht, die Beobachtungssätze bzw. -berichte ihrer Kollegen ihren eigenen Studien zu Grunde zu legen.

In der Biologie kann man in den meisten Fällen das Beobachtungsobjekt ins Labor bzw. in den Hörsaal oder in ein Museum oder einen Tier- oder Pflanzengarten bringen und den Kollegen zeigen. Anders ist jedoch die Sachlage in der Geologie. Einzelne Beobachtungen zu überprüfen macht kein prinzipielles Problem. Gemeinsam geführte Exkursionen dienen dazu. Aber eine große Anzahl von Beobachtungen, besonders wenn sie auf dem ganzen Erdball zerstreut sind, aus eigener Anschauung zu kontrollieren, liegt außerhalb der Möglichkeit für einen Einzelnen.

Was sollte man dann tun, wenn man die Geologie eines großen Gebietes oder vielleicht die der ganzen Erde (wie im Falle SUESS) verstehen will? Sollte man dann einfach die Hände resignierend in den Schoß legen und auf globale Geologie verzichten?

Um dieses erkenntnistheoretische Problem lösen zu können, führte SUESS eine neue Forschungsmethodik in die Geologie ein (freilich ohne sie explizit zu beschreiben, denn sein Anliegen war es nicht, Wissenschaftsphilosophie zu treiben), die ich hier die „vergleichend-beurteilende Methodik“ nennen möchte.

Was dieser Methode zugrunde liegt, ist eine Überzeugung vergleichbar mit dem implizit im Rationalitätsprinzip von POPPER in den sozialen Wissenschaften (POPPER, 1967). POPPER entwickelte seine Version des Rationalitätsprinzips, um soziale Geschehnisse erklären zu können. Seine Anwendung beginnt mit einer „situationellen Analyse“. Dafür gibt POPPER die Erklärung der Mondfinsternisse als Beispiel. Er sagt mit Recht, dass es, um Mondfinsternisse zu verstehen, ausreicht, die Geometrie und die gegenseitige Orientierung der Bewegungsbahnen der Sonne, der Erde und des Mondes zu kennen. Die weitere Frage, was der Grund der Bewegungen dieser Himmelskörper sein dürfte, braucht man zunächst nicht zu beantworten. Und die Alten verstanden tatsächlich den Ursprung der Mondfinsternisse, ohne das NEWTONSche Gravitations-

<sup>21)</sup> „Immer wieder hört man Geologen und Petrographen, wenn sie von sich selbst reden, in überzeugtem Tone behaupten, dass sie nur das von sich gäben, «was sie wirklich beobachtet hätten, nur das, was die Natur, die grosse Lehrmeisterin, ihnen unmittelbar gelernt [sic] habe». Der Unterton zeigt meist deutlich, dass dies vom Zuhörer als Vorteil betrachtet werden sollte. Solange solche Ansprüche nur dazu da sind, Reden auszuschnücken, darf man sie wohl nicht zu ernst nehmen. Machen sie aber darauf Anspruch, geglaubt zu werden, und kommen sie von Personen, deren Aufgabe es sein sollte, die nächste Generation zu unterrichten, so dürfte es erlaubt sein, die Sache auch von einer anderen Seite zu beleuchten und zu sehen.“ In diesen Worten Eugen WEGMANN (1967, S. 1), des großen Nachfolgers von ARGAND, der die Methodik von SUESS geerbt hatte, sehen wir eine scharfe Kritik gegen die Haltung der meisten Geologen der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts, die nur ihre eigenen Beobachtungen als brauchbar betrachteten. WEGMANN sah ein, dass ein solcher Gesichtspunkt mit der Wissenschaftlichkeit der Geologie nicht vereinbar sein konnte.

<sup>22)</sup> HEISENBERG schrieb: „Dieser Verzicht auf Lebendigkeit und Unmittelbarkeit, der die Voraussetzung war für die Fortschritte der Naturwissenschaft seit Newton, bildet auch den eigentlichen Grund für den erbitterten Kampf, den Goethe gegen die physikalische Optik Newtons in seiner Farbenlehre geführt hat. Es wäre oberflächlich, diesen Kampf als unwichtig zu vergessen; es hat seinen guten Sinn, daß einer der bedeutendsten Menschen alle Kraft daran setzte, die Fortschritte der newtonschen Optik zu bekämpfen. Wenn man hier Goethe etwas vorwerfen kann, dann nur einen Mangel an letzter Konsequenz: er hätte nicht die Ansichten Newtons bekämpfen sollen, sondern sagen müssen, daß die ganze Physik Newtons: Optik, Mechanik und Gravitationsgesetz vom Teufel stammt.“ (HEISENBERG, 1949a, S. 31). Im Grunde genommen nehmen alle jene Geologen, die glauben, dass jeder Geologe seine eigenen Beobachtungen machen müsse, mit anderen Worten, unmittelbar und lebendig mit der Natur in Verbindung kommen sollen, die unhaltbare Position GOETHES gegenüber der Naturwissenschaft ein!

<sup>20)</sup> Ich möchte SUESS' Lob für Männer, die, „... in den stumpfen Mittelmäßigkeiten, welche Teilnahmslosigkeit dulden ...“, Gefahr sehen, mit der Schilderung Pierre TERMIERS kontrastieren, nach welcher „... he [d.h. SUESS] has been reproached for not taking sides in the warmly controversial questions, with preserving an indecisive, timid attitude, by which was shown his embarrassment. This last reproach would be grave enough if addressed to a theorist; but Eduard Suess was never a theorist. This man once accustomed to teaching and conquering, ardent also in political disputes, had for a long time ceased to argue on scientific matters ...“ (TERMIER, 1915, S. 718). Eine unpassendere Deutung von SUESS' Haltung gegenüber Theorie wüsste ich nicht zu geben. Ich bin froh, daß SUESS selbst über diesen Gegenstand so kräftig und eindeutig seine Meinung geäußert hat, trotz des Spruches BACOS „non disputando adversarium, sed opere naturam vincere“, dem, wie er 1861 schrieb, er damals gefolgt sein soll (SUESS, 1861, S. 217).

gesetz zu kennen. Um jedoch das so entwickelte geometrische Modell zur Bewegung zu bringen, oder, wie es POPPER sagt, zu „animieren“, bedarf es des NEWTONSchen Gesetzes.

POPPER fragt dann: Was animiert die sozialen Modelle? Er stellt fest, dass wir, um eine gegebene Situation analysieren zu können, zuerst konkrete psychologische Erfahrungen (oder Wünsche, Hoffnungen, Tendenzen) mit abstrakten und typischen situationellen Elementen wie z.B. Zwecken oder Wissen zu ersetzen pflegen. Wir nehmen dann an, dass die handelnden Personen sich in einer für die gegebene Situation angemessenen („adäquaten“ sagt POPPER) oder geeigneten Weise verhalten würden. POPPER fügt noch hinzu, dass die „Situation“, wie er dieses Wort verwendet, als bereits die gesamten Ziele und das gesamte Wissen und Mittel enthaltend gedacht wird, besonders das, was für die Verwirklichung der Ziele notwendig ist.

Das Rationalitätsprinzip besagt also einfach, dass, wenn die Ziele und das für ihre Verwirklichung benötigte Wissen und die Mittel vorhanden sind, die Menschen sich in einer für die Realisierung der Zwecke adäquaten oder geeigneten Weise verhalten würden.

POPPER betont mit Nachdruck, dass dieses Prinzip nicht voraussetzt, dass Menschen sich immer rational verhalten würden. Er verlangt nur, dass wir in einer gegebenen Situation die Rationalität der handelnden Personen nur dann in Frage stellen, wenn für die Erklärung der Situation alles andere versagt.

Nun muss in der Bewertung der wissenschaftlichen, aber ganz besonders der geologischen Literatur nicht nur der darin berichtete Inhalt, sondern unausweichlich auch die Person des berichtenden Autors eingeschlossen sein, weil die Beschreibung und Beurteilung einer sehr großen Menge von ganz unregelmäßig verteilten und nur teilweise erschlossenen Gegenständen unvermeidlich subjektive Entscheidungen einschließen müssen.

In seiner Analyse der geologischen Berichte scheint SUESS anzunehmen, dass die meisten Geologen ein Minimum an Beobachtungsgabe und die Beobachtungen mitteilenden Sprache besitzen. Dies ist vergleichbar mit der Annahme POPPERS, dass die zu analysierende „Situation“ bereits die gesamten Ziele und das gesamte Wissen und alle Mittel zur Realisierung der Ziele enthält.

Ferner hat man keinen Grund, die geologischen Berichtserstatter als alles andere als rationelle Wesen zu betrachten. Deshalb glaubte SUESS, dass man, wenn viele Geologen dasselbe berichten, solche Beobachtungsberichte provisorisch (aber nur provisorisch!) als wahr betrachten darf<sup>23</sup>). Natürlich machen zwei Geologen nur in seltenen

Fällen genau dieselbe Beobachtung. Oft betreffen ihre Berichte zwei sich überlappende Gebiete eines Gegenstandes und sie wiederholen Beobachtungen voneinander nur im Überlappungsbereich und auch dies geschieht nur zum Teil (denn es ist höchst unwahrscheinlich, dass selbst im gleichen Gebiet arbeitende Geologen genau dieselben Ecken eines jeden Aufschlusses bemerken).

Aus solchen Beobachtungen zweier (oder mehrerer) Geologen kann man in den meisten Fällen Sätze ableiten, die in den nicht-überlappenden Bereich der Beobachtungsbereiche der zwei (oder mehr) Geologen gültig sein müssen. Daraus ergibt sich eine weitere Möglichkeit für die Kontrolle der Zuverlässigkeit der Beobachtungssätze: Die Beobachtungsberichte mehrerer Geologen müssen nicht nur miteinander übereinstimmen, sondern es müssen auch ihre Implikationen, d.h. aus diesen Beobachtungsberichten legitime ableitbare Sätze, für andere Gebiete zutreffen. Somit wurde globale Geologie, um einen Ausdruck von POPPER zu verwenden, „überprüfbar“.

Ein extremes Beispiel im Falle von SUESS ist seine Reise nach Norwegen, die er unternahm, um seine eigenen Schlussfolgerungen betreffend der Unrichtigkeit der Theorie der kontinentalen Oszillationen, die er aufgrund der in der Umgebung von Eggenburg und in Suez gemachten Beobachtungen gezogen hatte, zu überprüfen (vgl. SUESS, 1916, S. 138–139 für die Beobachtungen und die Ableitungen im Gelände von Eggenburg; S. 208–209 für diejenigen in Suez; Kap. XXII für die „Überprüfungsreise“ nach Norwegen; SUESS, 1888, S. 415 ff. und S. 487 für die wissenschaftliche Auswertung).

Es ist erstaunlich, wie folgerichtig und erfolgreich SUESS diese Methodik angewendet hat. Die erste Voraussetzung dafür war natürlich eine gute Kenntnis der Weltliteratur in der Geologie und in den benachbarten Fächern wie Geographie, prähistorische Archäologie, Meteorologie und Biologie und, bis zu einem gewissen Grad, in den Ingenieurwissenschaften, die SUESS im Polytechnikum mit Enthusiasmus studiert hatte:

„Die Studien waren anregend.“ (Suess, 1916, S. 72).

Auch mit Geschichte (für die Bewertung der Erdbebenberichte und manche Wechsel in der Geomorphologie wie z.B. in Flusslaufänderungen, aber auch anderweitig: vgl. z.B. die beiden Donau-Vorträge (SUESS, 1880a, 1911c) hat SUESS sich beschäftigt. Seine Beherrschung der wissenschaftlichen Literatur ist in der Geschichte der Geologie ohne ihresgleichen geblieben. Der große deutsch-türkische Geologe Wilhelm SALOMON-CALVI (1868–1941) hat sie 1928 als „unglaublich“ bezeichnet (SALOMON, 1928, S. 3) und SUESS' eigener Sohn, der selbst auch ein großer Geologe, ja der letzte „Wiener Gigant“ war, sagte, sie sei „staunenswert“ (F.E. SUESS, 1981, S. 5).

Es hat natürlich auch andere (obwohl sehr wenige) Geologen gegeben, die eine vergleichbare Kenntnis des publizierten Materials hatten wie z.B. Emmanuel Jacquin DE MARGERIE (1862–1953), dem SUESS die Übertragung des „Antlitz“ ins Französische anvertraut hatte und den Émile ARGAND einen „Prince des Bibliographes“ nannte (DE MARGERIE, 1943, S. 652). Niemand hatte aber eine vergleichbare Beherrschung des wissenschaftlichen Inhalts der Literatur wie Eduard SUESS.

Man hat oft behauptet, Alexander VON HUMBOLDT (1769–1859) sei der eigentliche Schöpfer der vergleichenden Methode in den Naturwissenschaften gewesen, wie der Titel „Netzwerke des Wissens“ einer der letzten großen Alexander-VON-HUMBOLDT-Ausstellungen<sup>24</sup>) erneut zum

<sup>23</sup>) Hier ist ein Beispiel, um zu zeigen, wie vorsichtig SUESS die Literatur benützte: Als er die Brachiopoden des Trenton Limestone in den nordöstlichen Vereinigten Staaten zu beschreiben versuchte, waren seine hauptsächlichsten Gewährsleute James HALL (1811–1898) und John Jeremiah BIGSBY (1792–1881):

„Trenton-Limestone, schwarzer oder dunkelblauer Kalkstein, nach Vanuxem durch allmähliche Übergänge mit der tieferen Gruppe verbunden, und der nach oben durch immer bedeutendere Zwischenlagen von schwarzem Schiefer nach und nach in die Utica-Schiefer übergeht, ist ausserordentlich reich an Versteinerungen und enthält insbesondere auch eine beträchtliche Anzahl von Brachiopoden. Die Tabelle des Herrn Hall zählt hier 62, jene des Herrn Bigsby gar 72 Arten. Man bemerkt jedoch, dass einige der Arten in der letztgenannten Tabelle nur die Autorität Sharpe tragen, und in dieser Schichte [sic], wie in dem Utica-Schiefer und den darüber folgenden Hudson-River-Schichten gleichmäßig notirt sind, während Sharpe in seiner bekannten Abhandlung über nord-amerikanische paläozoische Versteinerungen diese Arten keineswegs aus jeder einzelnen dieser drei Schichtengruppen anführt, sondern, alle drei als ‚Blue Limestone of Ohio‘ zusammenfassend, nur angegeben hat, dass sie in dieser Hauptgruppe, nicht aber dass sie in jeder einzelnen Abtheilung auftreten.“ (SUESS, 1860, S. 182). Als er die Brachiopoden des Trenton Limestone anführen musste, ließ er „der Vorsicht halber die Angaben nach Sharpe weg.“ (ibid., S. 183).

<sup>24</sup>) 6. Juni – 15. August 1999, Haus der Kulturen der Welt, Berlin; 15. September 1999 – 9. Januar 2000, Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland, Bonn.

Ausdruck bringt und in deren Katalog HOLL & RESCHKE (1999) es besonders betonen<sup>25)</sup>.

Eine solche Behauptung wäre ungerecht gegenüber solchen Naturwissenschaftlern wie Pierre BELON (1517–1564) oder Georges CUVIER (1769–1832); es ist aber wahr, dass VON HUMBOLDT das Vergleichen verschiedenster Naturgegenstände in globalem Maßstab als Methodik der Erdkunde im wahrsten Sinne des Wortes eingeführt und dabei, zusammen mit seinem Freund Carl RITTER (1779–1859), die moderne Geographie gegründet hat.

Suess hat nicht nur die CUVIERsche vergleichende Anatomie aller wie ein Organismus wirkenden Gegenstände (funktionale Morphologie und Korrespondenz der Teile), sondern freilich auch die HUMBOLDT'sche Methodik des allgemeinen Vergleiches übernommen<sup>26)</sup> (und wurde von

<sup>25)</sup> Dies ist hauptsächlich durch den weitverbreiteten Einfluss des Freundes VON HUMBOLDT's, des großen Mitbegründers der modernen Geographie, Carl RITTERS (1779–1859) geschehen: „Der außerordentliche Fortschritt, welchen das System der allgemeinen vergleichenden Erdkunde durch seine durch das ganze gebildete Europa angeregten, widerlegten oder angenommenen Ideen gewann, scheint im Allgemeinen darin zu liegen, daß dieser Mann gebildet durch den Geist des Alterthums und im Besitz der mathematischen Methode – durch das Gebiet der Physik hinauf bis zur Astronomie, bis zur Geologie und von der dritten lebendigen Seite bis zur Physiologie – welche das letzte Jahrhundert für Beobachtung bis in ihren Gipfel erschaffen hatte, eben diese in sich mit Bewußtsein als Maßstab für ihre Welt trug. Daß er aber die Natur nach ihrer andern, nicht meßbaren Seite, in ihrem uns noch verborgenen, höhern, organischen Leben, ja in ihrem welthistorischen Zusammenhange (wie ihr kosmischer schon früher gefunden war) ahnete, darum ihren Wirkungen und den Denkmalen derselben auf ihren erhabensten Werkplätzen nachging, und ihre Mitte, wie ihre Grenzen, nach allen Richtungen hin zu durchdringen suchte. Durch diese Ausgleichung und liebevolle Befreundung aller Gebiete der Wissenschaft mit der Natur nach dem Wesen ihrer für den Menschen doppelten Richtung, wurde auch ihr Umfang um das Zweifache erweitert, und ihre Schönheit umstrahlte eine neue Glorie. Doch es erscheint der Einfluß dieses einzelnen Mannes, der, wie er ja selbst es sagt, nicht so einzeln, sondern nur im Kreise seiner forschenden Mitwelt standen, hier nur als einer der Repräsentanten, von dem Zustande, den die Forschung der neuern Zeit überhaupt sich zugebildet hat, und welcher ein großes Vermächtnis für das kommende Jahrhundert sein wird.“ (RITTER, 1822, S. 55).

Es ist ja bekannt, dass RITTER sein eigenes in 19 (eigentlich in 20 wenn man den Doppelband 17 als zwei Bände zählt; noch dazu kommen zwei Indexbände und ein Atlasband) stattlichen Bänden leider unvollendet gebliebenes Lebenswerk als eine „allgemeine, vergleichende Geographie“ bezeichnet hatte.

Die Rolle VON HUMBOLDT's als der eigentliche Schöpfer der vergleichenden Methode wurde nach RITTER wiederholt hervorgehoben (aus unzähligen Beispielen, vgl. LÖWENBERG, 1866, S. 440ff.; Vivien DE SAINT MARTIN, 1873, S. 460–461; DICKINSON, 1969, S. 30–31; BOWEN, 1981, S. 220–222; CLAVAL, 1995, S. 51ff.).

<sup>26)</sup> Vgl. die Beschreibung der Alpen und der Karpaten im „Boden der Stadt Wien“ (Suess, 1862, SS. 16–20) oder die der Alpen und des Apennins (Suess, 1872). Die Entstehung der Alpen (Suess, 1875) ist nichts als eine vergleichende Anatomie der Gebirge und der damit verknüpften Strukturen. Der große deutsche Tektoniker Hans STILLE (1876–1966) hat in seiner Festrede als Rektor der Georg August-Universität zu Göttingen am 5. Juli 1922 mit Recht gesagt: „Der eigentliche Vater der modernen vergleichenden Erdbetrachtung ist E. Sueß geworden, und es bedeutete eine Wendepunkt in der Geschichte der geologischen Wissenschaft, als er im Jahre 1875 sein Büchlein ‚Über die Entstehung der Alpen‘ [sic] veröffentlichte, in dem wir schon die Grundgedanken und Methoden dessen finden, was Sueß in nachfolgender 30 jähriger Arbeit in dem bisher größten Werke vergleichender Erdforschung, dem ‚Antlitz der Erde‘, niedergelegt hat.“ (STILLE, 1922, S. 4).

Schon als Paläontologe hat SUCESS nicht nur vergleichende Anatomie im Sinne von CUVIER betrieben, sondern auch ganze Gesellschaften von Fossilien miteinander verglichen. Um die Verhältnisse der Vorzeit in den Alpen und in den benachbarten Gebiete zu verstehen (und die damals noch herrschende Meinung, alpine und außeralpine Paläontologie hätten miteinander nichts zu tun, zu bekämpfen), musste der Paläontologe „... Faunen miteinander ... vergleichen, welche zwar mit einander gleichzeitig sein und demselben Becken angehören mögen, jedoch unter verschiedenen Verhältnissen gelebt haben.“ (Suess, 1859, S. 186). Selbst bei seinen frühesten Veröffentlichungen, die mehr einen paläobiologischen Zweck hatten, fügte er fast immer einige regional-vergleichende Betrachtungen hinzu (z.B., Suess, 1852, S. 563).

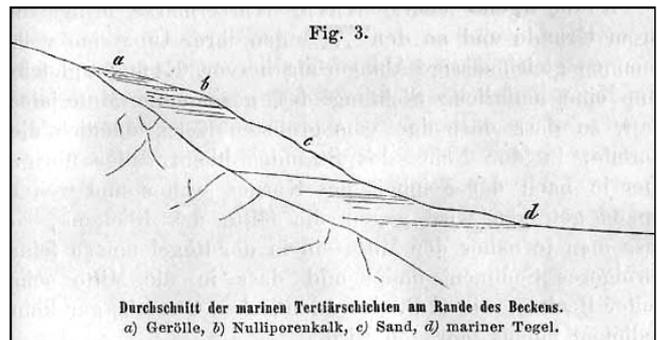


Abb. 4. Der Rand des Wiener Beckens zeigt die marinen Tertiärschichten. a) Gerölle, b) Nulliporenkalk, c) Sand, d) mariner Tegel. Aus „Der Boden der Stadt Wien“, Abb. 3.

manchen seiner Kollegen wegen seines „geographischen Gesichtspunktes“ kritisiert; vgl. TIETZE [1917, S. 426–440]; vgl. auch den Beitrag von Boris A. NATAL'IN in diesem Band). Er hat aber beim Vergleichen sehr gewissenhaft immer alle Beobachtungsberichte über die untereinander verglichenen Objekte gegeneinander kritisch überprüft und nicht nur ihre internen und gegenseitigen Übereinstimmungen gesichtet, sondern, wie schon gesagt, auch ihre Implikationen in allen möglichen Gebieten erforscht.

Ein wunderschönes Beispiel hierfür ist die Entwicklung seiner Ansichten über die Natur der Ozeanbecken. Bereits im „Boden der Stadt Wien“ (Suess, 1862, S. 19–20) deutete er die Entstehung des Wiener Beckens als Folge eines Einsturzes (Abb. 4 und 5):

„Dieser Einsturz, ein Naturereignis von überwältigender Grossartigkeit, ist es also gewesen, der vor ungezählten Jahrtausenden die Lücke in die grosse Gebirgsscheide Europa's riss, und die physischen Eigentümlichkeiten schuf, welche der Donau ihren Lauf, unserer Stadt aber ihre kulturhistorische Mission vorgeschrieben. – Er erfolgte zu einer Zeit, welche die Geologen die mittlere Tertiärzeit nennen. Das Meer, welches damals einen sehr grossen Theil des heutigen Europa's überdeckte, trat in die neu gebildete Tiefe. Wir finden rings an den Rändern der Einsenkung die Spuren eines Strandes 1250 bis 1300' [≈ 395 m] über dem heutigen Spiegel des Meeres. Ungefähr 300' [≈ 90 m] über dem Niveau der Spitze des vollendeten Stephansthurmes schlugen also die Wogen des Tertiär-Meeres aneinander.“

Dieses Thema des Einsturzes eines Krustenteiles und des darauffolgenden Eintritts des Meeres in das so geschaffene Becken begegnet uns wiederholt in Suess' Schilderungen der Entwicklung von Meeresbecken und ist einer der Gründe seiner entscheidenden Ablehnung des Geosynklinalkonzepts.

Als er seine Studien über die Tertiärablagerungen seines Vaterlandes über das Wienerbecken hinaus ausdehnte, musste er das ganze karpatisch-pannonische und auch das südrussische Gebiet in seine Betrachtungen einbeziehen. Bei seinen Geländearbeiten im Außer-alpinen Wiener Becken, bei Eggenburg, sagt er uns in seinen Erinnerungen, wurde er zum ersten Mal 1862 von der Idee erfasst, dass kontinentale Schwingungen den vorzeitlichen Niveauänderungen der Meere nicht zugrunde liegen können (wir wissen, dass er bis 1861 den zeitgenössischen Interpretationen über die Hebungen und Senkungen der Kontinente oder Teile derselben folgte, um die Niveauänderungen zu erklären; siehe Suess [1860, S. 156ff. und 1861, S. 217]):

„Bei solchen Wanderungen im Flachlande, mit den langgestreckten, in gleichförmiger Höhe an den Abhängen des alten Gebirgslandes sich hinziehenden Zonen mediterraner Ablagerungen vor mir [vgl. hier Abb. 5], erfüllt von dem Gedanken, dass Ähnliches an den Rändern der weiten un-

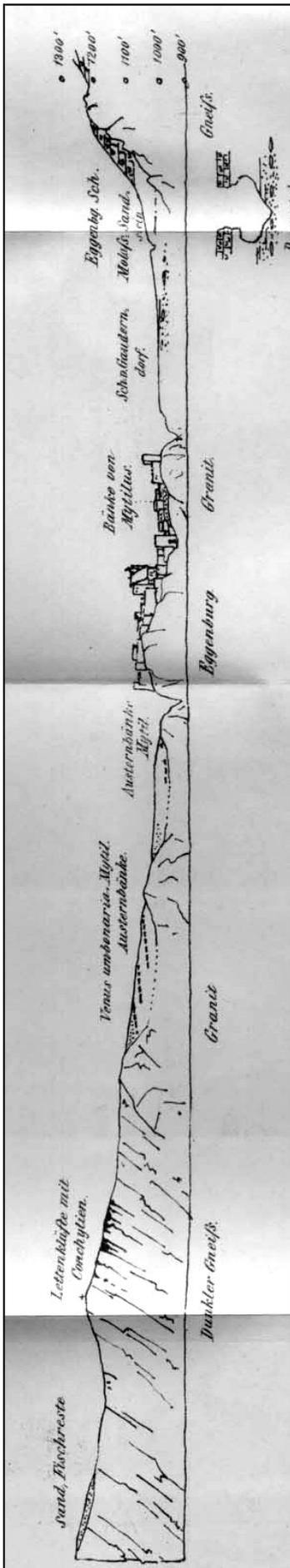


Abb. 5. Geologisches Profil durch Eggenburg, aus dem die Idee der eustatischen Meeresschwankungen geboren ist (nach SUCESS, 1866, Tafel I). Die hohe Marinterrasse zwischen 1300' (= 394 m) und 1200' (= 364 m) auf der rechten Seite, überzeugte SUCESS, dass Kontinentschwankungen für die Erklärung solcher regelmäßig gebauten Terrassen nicht ausreiche.

garischen Niederung sich zeigt, wurde ich zum ersten Male von den Gedanken ergriffen, dass so ausgedehnte Gleichmäßigkeit nicht durch Hebung des Landes, sondern nur durch Senkung des Wasserspiegels herbeigeführt sein könnte.

Dieser Gedanke griff tief an die Grundlage der herrschenden geologischen Anschauungen, aber viele Umstände luden zu näherer Prüfung ein, so namentlich die Tatsache, dass zahlreiche größere Inseln, aufragend aus den Wellen des Ozeans, eine Tierbevölkerung und eine Pflanzendecke tragen, die mit jenen des nächstliegenden Kontinents identisch oder so nahe verwandt sind, dass man sie geradezu als Teile dieses Kontinents ansehen möchte<sup>27)</sup>. Diese insularen Landfaunen und Landflore konnten aber unmöglich aus der Tiefe des Meeres emporgelassen sein; eine Veränderung des Meeresspiegels hätte sie dagegen abtrennen und als insulare Relikte zurücklassen können.

Zuerst mussten die Tatsachen, wie die Höhenverhältnisse, die fossilen Konchylien u. a., so genau als möglich verfolgt werden, und dazu bot Eggenburg günstige Gelegenheit. Aber erst fünfzehn Jahre später, nachdem ich mehr über die Verbreitung gelernt hatte, durfte ich es wagen, diese Ansicht öffentlich auszusprechen. Heute nennt man sie die Lehre von den eustatischen Strandbewegungen. Im Gelände von Eggenburg ist sie geboren.“ (SUCESS, 1916, S. 139; vgl. Abb. 6).

Das Jahr 1862 kann als der eigentlichen Anfangspunkt für SUCESS' tektonische Studien angesehen werden. In seinem zweiten Artikel über die österreichischen Tertiärablagerungen (SUCESS, 1866, S. 256–257) sehen wir das Thema Senkung in Verbindung mit Meeresbewegungen wieder auftauchen:

„Der Eintritt der sarmatischen Stufe bedeutet also für uns eine bedeutende Senkung des südlichen Rußland, welche die Wässer des nördlichen Asiens über das Gebiet des Aral hereintreten ließ, gleichzeitig auch die Abtrennung der jetzigen Donauländer vom Mittelmeere, welches bisher das zu einem Archipel aufgelöste Mitteleuropa in vielen Armen durchzogen hatte, und die Ausbreitung der asiatischen Meeresfauna bis über Wien hinaus.

Dieses Ereigniß ist zugleich die Entstehung der weiten turanischen Niederung, welche seit jener Zeit so fremdartig mitten in der alten Welt steht.“ (Hervorhebung von SUCESS).

Sehr früh also, schon am Beginn seiner eigentlichen tektonischen Studien, hatte sich die Vorstellungen über Verbindungen zwischen Senkung und Meeresspiegeländerung, und dass große Niveauänderungen durch kontinentale Bewegungen nicht erklärbar seien, in SUCESS geformt. Man kann sogar sagen, dass es eben dieses Problem war, das ihn in die Tektonik einführte, und nicht, wie man vielleicht zunächst erwarten würde, seine Studien in den Alpen! In seinen weiteren Studien sammelte er Erfahrungen um diese seine neuen und, wie John Walter GREGORY einmal gesagt hatte (vgl. unten, Fußnote 56), häretischen Ideen zu prüfen. Als er fünf Jahre später die Struktur der italienischen Halbinsel studierte<sup>28)</sup>, notierte er (dazu vgl. Abb. 7):

„Von Palermo bis Messina und von da bis Cap Spartivento und bis Capri ist das Tyrrhenische Meer von Bruchlinien umgrenzt und noch weiter hinauf über das Cap der Circe bis Elba und Spezia hin ist das Gebirge abgesunken und zerbrochen. Unter dem Tyrrhenischen Meere liegt die tektonische Axe der italienischen Halbinsel, welche in ihrem gegenwärtigen Zustande nur die aus dem Meere und den jüngeren Ablagerungen heraufragenden Trümmer des grossen, alten Tyrrhenischen Gebirges darstellt, und so wie man bei Wien mit Recht von einer inneralpinen und einer ausseralpinen Niederung spricht und diese Ausdrücke eine massgebende Bedeutung für das Studium der jüngeren Tertiärablagerungen erhalten haben, ist in Italien z. B. die toskanische Niederung als eine innertyrrhenische, jene von Bologna eine außertyrrhenische anzusehen. (SUCESS, 1872, S. 219; Hervorhebung von SUCESS).

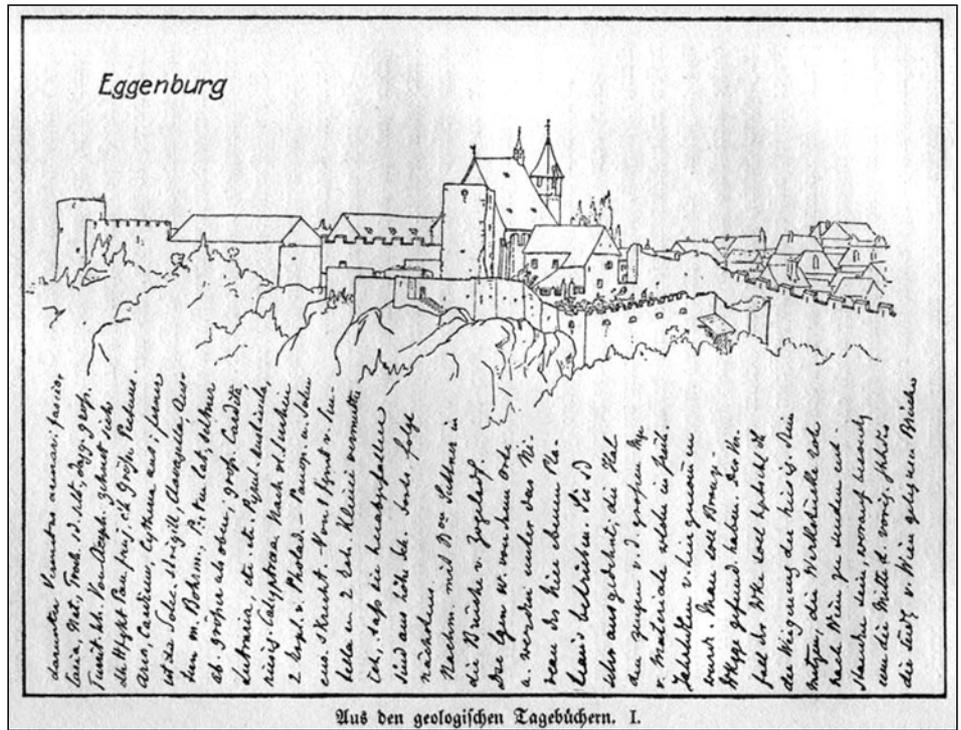
Auch die Karpaten und ihre Beziehung zur pannonischen Ebene zieht er sofort zum Vergleich heran (vgl. Abb. 8):

„Schlagend ist z. B. die Übereinstimmung des Baues zwischen Karpathen und Appennin. Auch in den Karpathen ist fast nur eine der Nebenzonen, nämlich die nördliche, sichtbar; Trümmer der Mittelzone bilden die Tatra u. s. f.; nur Spuren der südlichen Nebenzone treten hervor; in den Senkungsfeldern erscheinen anstatt

<sup>27)</sup> Ich vermute, dass SUCESS die Anregung zu diesen Gedanken den Ausführungen DARWINs in seinem „Origin of Species“ über die Ähnlichkeit der Fauna der Galapagos-Inseln zu der von Südamerika (DARWIN, 1859, S. 390–398) verdankt. SEIDL (2001) hat ja bereits betont, dass schon zu Beginn seiner Lehrtätigkeit als Extraordinarius für Paläontologie SUCESS sehr von DARWIN beeinflusst gewesen war. Siehe auch die S. 1–3 seiner Abschieds-Vorlesung (SUCESS, 1902).

<sup>28)</sup> Für diese Studienreise vgl. SUCESS (1916, S. 224–233) und VOM RATH (1871), der SUCESS begleitete. In den Worten VOM RATHS „Wie in den Alpen, wie in den Karpathen, so bildet auch in den calabrischen Provinzen der Granit keineswegs eine zusammenhängende Gebirgsaxe (wenn wir überhaupt von einer solchen noch reden dürfen), sondern einzelne Inseln oder Massive“ (VOM RATH, 1879, S. 254) sehe ich Erinnerungen an Gespräche mit SUCESS während dieser Reise.

Abb. 6.  
 Eggenburg, von SUESS in sein Tagebuch  
 gezeichnet.  
 Aus den „Erinnerungen“ (SUESS, 1916,  
 gegenüber S. 137).



der Vulcane Latiums und Neapels die ungarischen Trachyte. Immer ist es eine Wiederholung im grossen Massstabe desselben Phänomens, welches die inneralpine Niederung von Wien und ihre mit Thermen besetzten Ränder darbieten.“ (SUESS, 1872, S. 220)<sup>29)</sup>.

Bereits 1872 dachte er auch an das übrige Mittelmeer; die Ableitungen, die er aus seinen Beobachtungen und Lektüren über die bisher behandelten Teile gezogen hatte, mussten ja mit den als homolog gedachten Strukturen übereinstimmen:

„... möchte ich ... daraufhinweisen, dass Pantelleria mit Julia und Linosa eine eigentümliche Parallele zwischen diesem Meerestheile und dem von so vielen Eruptionsherden unterbrochenen tyrrhenischen Meere zulassen, dass aber Nachrichten über submarine Ausbrüche im Jonischen Meere in Verbindung mit den Erschütterungen, welche von diesem Meere ausgehen, auch dort ähnliche Erscheinungen voraussetzen lassen.“ (SUESS, 1872, S. 220).

Aufgrund der bisher aufgeführten Beispiele erarbeitete er 1875 ein Modell, das Gebirgsbildung und Meeresbildung vereinbarte, aber noch weiter zu prüfen war:

<sup>29)</sup> In diesen Mitteilungen benützt SUESS zwar noch die Terminologie des berühmten Berner Geologen Bernhard STÜDER (1794–1887) für den Bau der Alpen (vgl. STÜDER, 1851, 1853), indem er von nördlichen und südlichen Nebenzonen und von einer zwischen den beiden liegenden Mittelzone spricht, die er auch seinen Beschreibungen früher im „Boden der Stadt Wien“ zugrunde gelegt hatte. Er denkt aber offensichtlich nicht mehr im Rahmen von STÜDERS symmetrischem Modell, da er bereits von Innen- und Außenseiten der Gebirge redet, also sich die Gebirge bereits als unsymmetrische Strukturen vorstellt. Man könnte sich aber dennoch fragen, ob mit „innen“ und „außen“ vielleicht immer noch Position in Bezug auf ein symmetrisches Gebirge oder auf einen unsymmetrischen Bau gemeint ist. Aber SUESS sagt uns ja selbst, dass es die Betrachtung der Gebirge der Basilicata am 12. April 1871 gewesen war, die ihn endlich von der fundamentalen Asymmetrie der Struktur des Apennins und der Alpen überzeugte (SUESS, 1916, S. 233). Für die Geologie, die die Reisenden am 12. April gesehen hatten, vgl. VOM RATH (1871, S. 130–144; für eine moderne Deutung derselben Gebiete vgl. GRASSO [2001, bes. Abb. 16.15]). Es ist wahrlich erstaunlich, wie schnell SUESS die Struktur eines Gebirges erfassen konnte.

Abb. 7.  
 Der „peripherische Senkungsrand“ im südlichen Italien  
 (SUESS, 1883, Abb. 4).

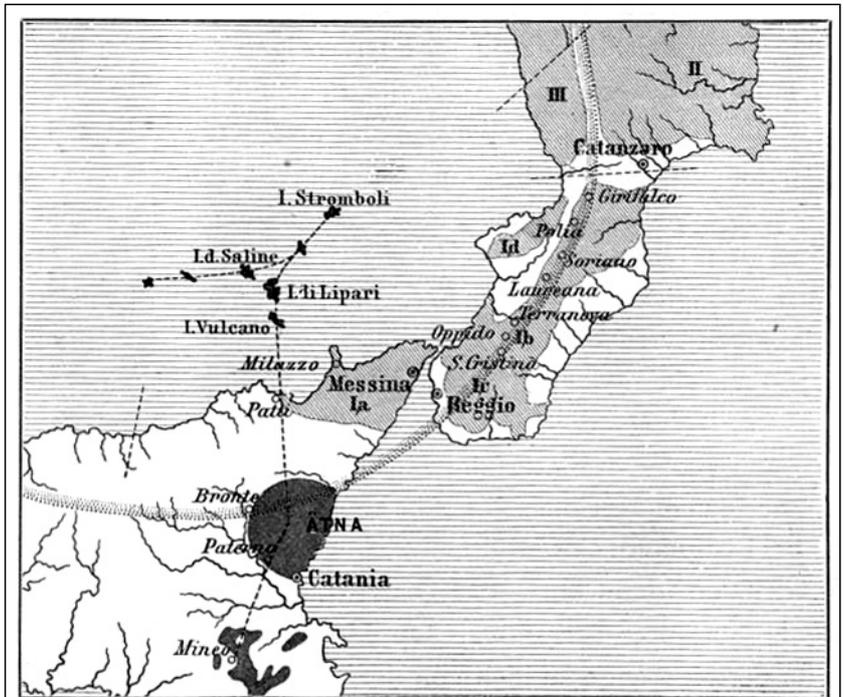


Fig. 4. Die peripherische Linie der Liparen.  
 Das vulcanische Gebirge ist durch dunkle, das Granit-, Gneiss- und Schiefergebirge durch lichtere Schraffurung angezeigt.  
 I. Die Bruchstücke der Masse des Aspromonte (Ia peloritische Berge, Ib und Ic Aspromonte mit dem westlich vorliegenden Fragmente der Scylla, Id vaticarisches Fragment);  
 II. Masse der Sila;  
 III. Masse des Cocuzzo (seewärts abgesunken).

„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 allzusehr betonten vertikalen Bewegungen einzelner Theile ...“ (SUESS, 1875, S. 25).  
 Er veranschaulichte das Wesen dieser horizontalen Bewegungen wie folgt:

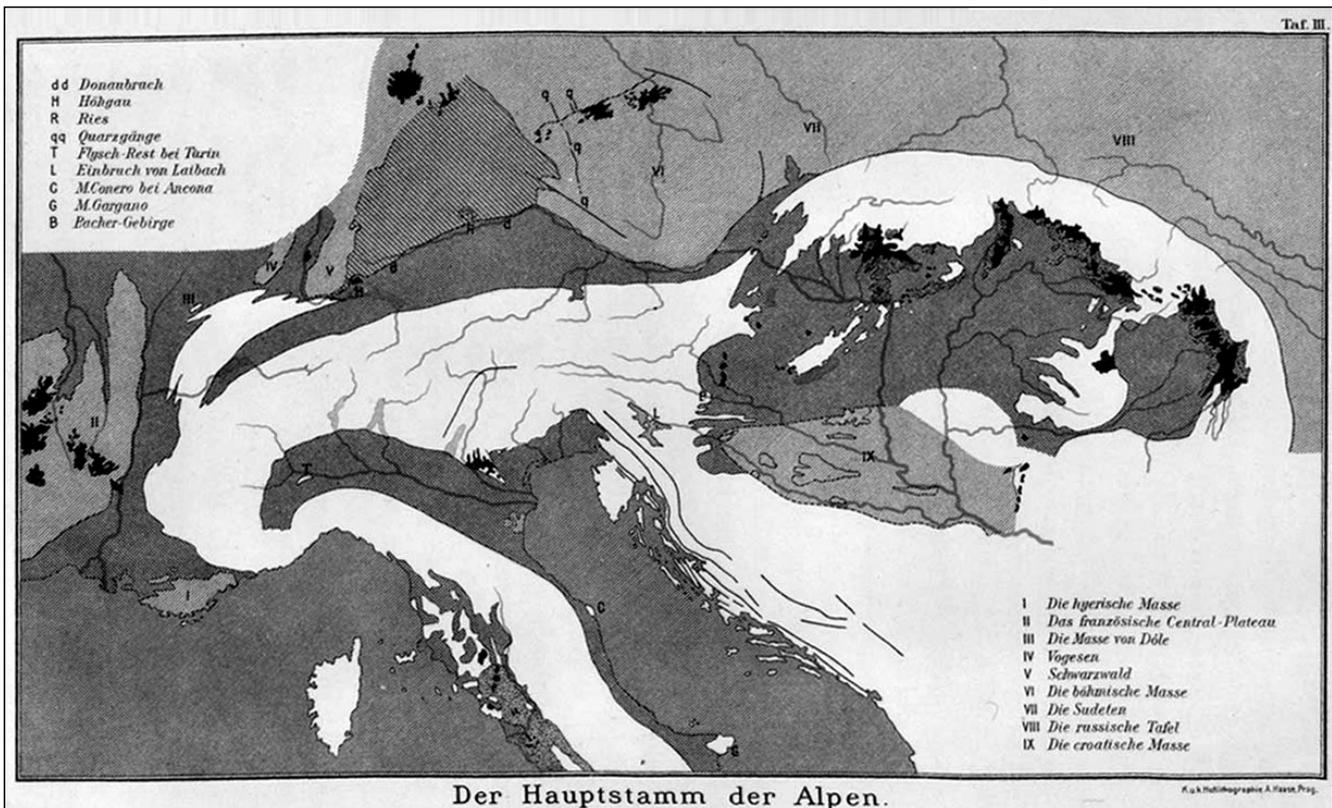


Abb. 8.

„Ein herrliches Hochgebirge, die Alpen, beschmückt die Mitte unseres Welttheils“ (Suess, 1875, S. 1).

Diese Karte aus dem ersten Band des „Antlitz“ (Tafel III), zeigt der Hauptstamm der Alpen und die mit ihnen verbundenen Gebirgsstränge, den Appennin, die Karpaten und die Dinariden. Gezeigt werden auch die Senkungsgebiete (gekreuzte Schraffur), die diese Gebirge umgeben. Die Poebene, in welcher der „Flysch Rest bei Turin“ mit einem T angegeben wird, ist Vortiefe für den Appennin, aber z.T. aufgeschobene Rücksenkung für die Alpen. Der Molassetrog nördlich der Alpen und die Rhôneebene westlich der Alpen sind reine Vortiefen, obwohl die Rhôneebene auch meridionalgerichtete radiale Brüche hat. Das pannonische Becken und das Tyrrhenische Meer sind reine Rücksenkungen. Manche Gegner von Suess haben die feinen Unterschiede, die er zwischen diesen Beckentypen gemacht hatte, übersehen und ihn darum kritisiert, angeblich unklare Begriffe geprägt zu haben! Wieder haben die heutigen Erfahrungen Suess recht gegeben.

„Wie bei einer Abschürfung der Hand die Haut in Falten gelegt wird und zugleich an der Stelle der Verletzung zerreißt und Blut hervortreten lässt, so treten innerhalb der Falten des Appennin 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, 1875, 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, 1878, S. 5).

Ich habe diese Schilderung 1982 in einer in Abb. 9 gezeigten Weise veranschaulicht<sup>30)</sup>.

In der „Entstehung der Alpen“ (Suess, 1875), wo das Hauptziel die Widerlegung der Erhebungstheorie von dem Gesichtspunkt der Gebirgstektonik war, ist wenig von der Entstehung der Meeresbecken gesagt worden. Wie in früheren Publikationen unterstrich Suess, dass Senkungen an der Innenseite der meisten Gebirge zustande kommen und dieser Vorgang bei der größten Anzahl der bekannten Fälle mit Vulkanismus verknüpft ist. Er deutete aber auch an,

„... dass die sogenannten kontinentalen Niveau-Veränderungen nicht ausreichen, um die Verbreitung der einzelnen Formationen zu erklären. Die Thatsachen zwingen zur Annahme irgend welcher grösseren, allgemeinen Ursachen der zeitweiligen Erweiterungen der Meere, welche

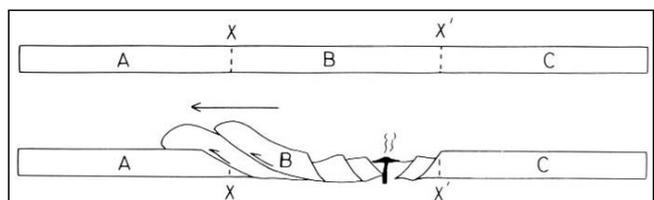


Abb. 9.

Mechanismus der Gebirgs- und Becken-(und Meeres-)bildung gezeichnet von mir nach den Beschreibungen von Eduard Suess (aus Sengör, 1982b, Abb. 4.). Man beachte, dass ein Mechanismus, wie er hier dargestellt ist, im Prinzip keine Einengung zwischen den Schollen A und C (Abstand X-X') benötigt. Das widerspricht der Schrumpfungstheorie und hat unter den Gegnern von Suess zur scharfen Kritik Anlass gegeben. Wir wissen aber heute, dass Suess' Bild unseren heutigen modernen Erfahrungen entspricht.

vielleicht mit allgemeinen Veränderungen des Klima's zusammenfallen.“ (Suess, 1875, S. 119).

Die heute in den Gebirgen deformiert vor uns liegenden vorzeitlichen Meeresbecken wiesen ihm zumindest in den Alpen recht ozeanische Züge auf, aber Suess war nicht der Ansicht, dass diese vergangenen Becken „Geosynklinalen“ waren. Er sah ein, dass die Idee des amerikanischen Paläontologen und Stratigraphen James Hall (1811–1898) über die Verknüpfung der Subsidenz und Faltung unhaltbar war, und er drückte seine Überzeugung mit der ihm charakteristischen Höflichkeit aus:

„Es ist mir, ich gestehe es, nicht klar, wie, selbst wenn alle Prämissen richtig wären, durch Senkung und Erweichung einer ausgedehnten Fläche des Meeresbodens Gebirge entstehen könnten, welche auch nur einige Ähnlichkeit mit

unseren grossen, an ihrer Aussenseite regelmässig gefalteten und nach Aussen überschobenen Ketten hätten.“ (SUESS, 1875, S. 97).

Am Ende desselben Abschnittes (sechs) mahnte er seine Leser zur Vorsicht:

„Hiemit ändert sich auch unsere Ansicht von den Geosynclinalen. Viele Kettengebirge liegen in der That in jenen

<sup>30)</sup> Es ist bekannt, dass diese SUESS'sche Schilderung von dem Krakauer Geologieprofessor Ferdinand LöWL (1856–1908) auf schärfste angegriffen wurde. In seinem Lehrbuch „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 Ausbruchsstellen, 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 ausgewählt, als man auf der ersten Blick erkennt, daß Ursprung des einseitigen Schubes ebensowenig in der Erdrinde 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, 1906, S. 173).

Es ist erstaunlich, wieviel Beifall diese Kritik von LÖWL bei manchen Geologen des zwanzigsten Jahrhunderts gefunden hat (vgl. z.B. TIETZE [1917, S. 447]; STILLE [1924, S. 277]; HAARMANN [1930, S. 13]; BUCHER [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 abstrakte und am Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts durch die Entdeckung der Radioaktivität erheblich geschwächte Theorie aufzugeben, wählten sie den merkwürdigen Weg, die die Theorie falsifizierenden Beobachtungen zu ignorieren! Erst mit der Plattentektonik ist man zu den Vorstellungen von SUESS zurückgekehrt.

Man hätte aber schon damals sich der Interpretation von Reverend Osmond FISHER (1817–1914) bedienen können. Nachdem der große Geophysiker die Möglichkeit von Konvektionsströmungen im Erdmantel begründet hatte, schrieb er weiter: „Let us now consider what would happen beneath the oceans, where the ascending currents impinge. The liquid tending to spread laterally will produce a tensile stress in the central parts, which will become converted into a compressive stress as the continental areas are approached. In the central parts we may therefore expect that the crust will be fissured and that volcanic eruptions will be the consequence. This may explain why so many volcanic islands are found in mid ocean, and why so many eruptions take place in the bed of the sea, even where no permanent volcanic islands are formed. It is evident that whatever amount of compression is caused by this kind of action in the continental areas, must have its correlative extension in the width of the fissures beneath the oceans, which will become dykes of igneous rock in the suboceanic crust.“ (FISHER, 1889, S. 322). Ich bin immer erstaunt gewesen und bin es noch, dass weder SUESS die Ideen von FISHER, noch FISHER die Ideen von SUESS je zitiert hat. Auch keiner der späteren Geologen ist auf die Idee gekommen, die Interpretationen beider zu vereinigen. Wir wissen aber 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. John PERRY hatte noch früher als FISHER die Möglichkeit der Konvektionsströmungen im Erdmantel eingehend diskutiert (siehe MOLNAR et al., 2007).

Ich möchte hier auch nicht unerwähnt lassen, dass die Kritiker von SUESS ihn lediglich aus dem Gesichtspunkt der orogenen Tektonik kritisiert hatten; SUESS hatte dagegen nicht nur die Gebirge, sondern die Tektonik des ganzen Planeten im Auge gehabt, einschließlich der Tektonik der ozeanischen Räume. Darum hat er ja als Akademie-Verwalter immer die marinen Forschungsexpeditionen unterstützt (vgl. SCHEFFBECK, 1991, bes. S. 68).

Regionen, in welchen die sedimentäre Serie vollständig oder doch die Entwicklung einer grösseren Anzahl von Gliedern eine mehr pelagische ist als in den Nachbar-Regionen. Von den Pyrenäen, Alpen, Appenninen und Karpathen, vom Balkan und Kaukasus, vom Himalaya und von den nord-amerikanischen Cordilleren kann man dies wohl behaupten. Aber darum ist noch nicht zugegeben, dass diese Gebirge durch den Zusammenbruch eines sinkenden Meeresgrundes entstanden seien. Ihr regelmässiger Bau und Verlauf widerspricht einer solchen Annahme, und es gibt eine Anzahl von Gebirgsketten, welche nicht in Geosynclinalen liegen.“ (SUESS, 1875, S. 120).

Als er „Die Entstehung der Alpen“ schrieb, war er bereits überzeugt, dass Meeresbecken durch Einsturz von Krustenteilen entlang großer Verschiebungen entstehen. Er ahnte auch, dass die in den Gebirgen heute deformiert vor uns liegenden Meeresbecken vielleicht nicht Geosynclinalen im Sinne von HALL (1859, 1883) und DANA (1873) sind. Er wusste noch nichts Bestimmtes über deren Struktur, aber nach seiner Meinung sprach die Struktur der aus ihnen resultierenden Gebirge gegen die Annahme ihrer Entstehung durch senkungsbedingte Faltung. Auch die geosynklinale Senkung konnte, so scheint er gedacht zu haben, die gewaltigen Meeresniveau-Änderungen nicht erklären. Es hat den Anschein, als ob SUESS in seinem Kopf bereits in den Siebziger-, ja vielleicht schon in den Sechziger-Jahren, Beckeneinsturz mit globaler Regression in Verbindung gebracht hätte. Dafür fehlen aber feste Anhaltspunkte in den mir vorliegenden Dokumenten. Was ich oben aus seinen Arbeiten in den Sechziger-Jahren und aus seinen „Erinnerungen“ zitierte, deutet schon darauf hin, aber noch in einer unscharfen Weise. Diese Frage muss die künftige SUESS-Forschung klären.

Am 2. Juni 1880 hielt SUESS an der Geologischen Reichsanstalt einen Vortrag „Ueber die vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche“ (SUESS, 1880b). Hier behandelte er ausführlich das Thema, das er in der „Entstehung der Alpen“ beiseite gelassen hatte. Aus den Worten des Vorgetragenen wird klar, dass er die Jahre zwischen 1875 und 1880 in der Hauptsache den Fragen der großen Niveauänderungen der Meere gewidmet hatte. Nach einer für ihn bereits charakteristisch gewordenen meisterhaften globalen Übersicht der vorliegenden Erfahrungen drückt er es kategorisch aus:

„Es gibt aber keinerlei verticale Bewegungen des Festen [hier sind Kontinente gemeint], mit Ausnahme jener, welche etwa mittelbar aus der Faltenbildung hervorgehen. Die Felsarten der Erde besitzen in keinerlei Gestalt jene rätselhafte elevatorische Kraft, welche man ihnen in einer Zeit zuzuschreiben geneigt, und vielleicht bis zu einem gewissen Grade berechtigt war, in welcher das Maass der Erfahrungen noch zu beschränkt war, um die Allgemeinheit und das Wesen der Vorgänge erkennen zu lassen.

Vor Jahren bereits wurde die Lehre von den Erhebungskratern aufgegeben. Ich darf sagen, dass die grosse Mehrzahl der heutigen Geologen die Bildung von Gebirgsketten nicht mehr durch die vertikale Erhebung von centralen Axen erklärt. Wir werden uns entschliessen müssen, auch die letzte Form der Erhebungstheorie, die Doctrin von säcularen Schwankungen der Continente zu verlassen.“ (SUESS, 1880b, S. 180).

Hier hat er sich zum ersten Mal öffentlich von seinen früheren Aussprüchen über das Vorhandensein vertikaler Schwingungen der Kontinente losgesagt (obwohl er sie nach 1861 nie mehr erwähnt hatte); mit anderen Worten eine früher adoptierte Hypothese seiner Meinung nach falsifiziert.

Wenn aber die Kontinente sich in vertikaler Richtung nicht bewegen, muss die Ursache der Meeresniveauände-

rungen in den Meeresbecken selbst liegen. SUESS schnitt diese Frage an, in Verbindung mit seinen und seiner Schüler Studien über die Stratigraphie und Paläogeographie des Tertiärs im Mittelmeerraum. Wie wir bereits gesehen haben, die zu überprüfende Arbeitshypothese war Beckeneinsturz entlang großer, steiler Verwerfungen.

Im „Antlitz der Erde“, nach den einleitenden, mehr theoretischen Abschnitten (Erster Teil des Buches betitelt „Die Bewegungen in dem äusseren Felsgerüste der Erde“, Abschnitte Eins bis Fünf) bespricht SUESS zunächst einen ihm aus eigener Erfahrung bestens bekannten Gegenstand, nämlich die Alpen. Er beschreibt aber zuerst, im ersten Abschnitt des zweiten, als „Die Gebirge der Erde“ benannten, Teiles, das nördliche Vorland der Alpen. Er zeigt, dass, obwohl das Vorland sehr mannigfaltig aufgebaut ist, der äußere Rand der Alpen auffallend einheitlich und kontinuierlich verläuft. Dann, im zweiten Abschnitt, ist von den Leitlinien<sup>31)</sup> des Alpensystems die Rede (Abb. 10). In der Übersicht des dritten Abschnittes sagt er:

„Keines der Ergebnisse dieser vergleichenden Studien hat mich, ich gestehe es, in gleichem Maasse befremdet, wie die unleugbar mehr oder weniger wirbelförmige Anordnung der Hauptglieder des Alpensystems“ (SUESS, 1885, S. 348).

Was ihn erstaunt zu haben scheint, sind die verschiedenartigen Beziehungen des Gebirges zu den das Gebirge umgebenden Senkungsfeldern. Die Senkungsfelder, die auf der Außenseite des Gebirges liegen, wurden vom Gebirge in einer großartigen Weise überschoben. Diejenigen dagegen, die auf der Innenseite liegen, wurden meistens von Zerrungsbrüchen begrenzt und wiesen vulkanische Tätigkeit auf. Nur in manchen Fällen, wie entlang des Südsaumes der Alpen, sieht man Einengungsstrukturen, die aber, nach SUESS, höchstens Flexuren oder steilere Aufschiebungen sind.

Die Außenränder der Kettengebirge sind immer gut definiert und kontinuierlich. Die Innenseiten dagegen sind mannigfaltig gestaltet. SUESS glaubte bereits homologe Strukturen der Innenseiten im Großen Becken von Nordamerika, in den Basin Ranges von Grove Karl GILBERT<sup>32)</sup> erblicken zu können (SUESS, 1885, S. 351–352).

Er hat dadurch diesmal seine eigene frühere Arbeitshypothese falsifiziert: Die Einsturzbecken waren nicht immer von steilen, Magmen zutage fördernden Brüchen begrenzt. Es gab zu seiner Befremdung zwei Arten von Beckenrändern: Die eine ist von den sie begleitenden Gebirgen auf weite Strecken überschoben und ihre Ränder tauchen unter das Gebirge hinunter. Die andere ist die ihm seit seinen Studien im Wiener Becken bekannte steile, hie und da von Vulkanen und Thermen begleitete Steilränderart. Jene bildet das Vorland der Gebirge, diese dagegen das Hinterland.

<sup>31)</sup> Unter „Leitlinien“ eines Gebirges verstand SUESS die kollektive Durchschnittsrichtung der Faltenachsen und des Streichens der Schichten und Schieferung und im Streichen liegende Hauptverwerfungen in irgendeinem Querschnitt des Gebirges. Dieser klare und sehr nützliche Begriff wurde von TIETZE (1917, S. 333 ff.) so verworren, dass manche Autoren wie STILLE (1927, S. 1–9) ihn nochmals zu klären versuchten. Für weitere Auseinandersetzungen in der Literatur vgl. AMPFERER (1938) und KRAUS (1949). Es war hauptsächlich dieser heutzutage leider zu wenig benützte Begriff von SUESS, der mir und meinen Mitarbeitern den Schlüssel zur Struktur der Altiden in Zentralasien lieferte (vgl. insbesondere ŞENGÖR & NATAL'IN, 1996).

<sup>32)</sup> SUESS verweist hier auf S. 144 des ersten Teiles des „Antlitz“, wo er GILBERT (1875, S. 62) zitiert, um zu betonen, „dass die vertikale Bewegung eine tiefer liegende, die horizontale eine mehr oberflächliche sei“. Heute würden wir sagen, dass jene eine dünnhäutige („thin-skinned“ oder „epidermale“), diese aber eine dickhäutige („thick-skinned“ oder „dermale“ ja sogar „bathydermale“) Bewegung ist. Auch hier hat der große Meister, den modernen Erfahrungen zufolge, prinzipiell richtig gesehen.

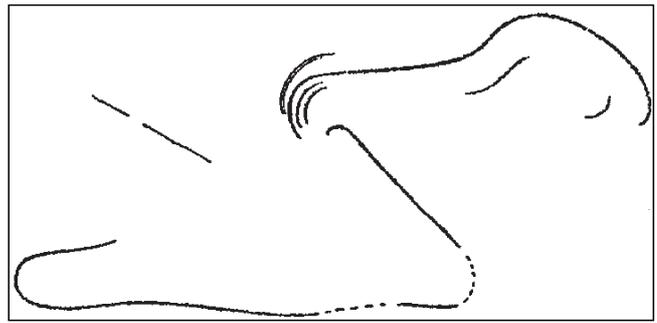


Abb. 10. Schematischer Entwurf der Leitlinien des Alpensystems (SUESS, 1883, Abb. 26). Man beachte, dass SUESS die Dinariden und die Helleniden/Tauriden (für ihn waren die Helleniden und die Tauriden bis zur Scharung von Antalya Teile der Dinariden) als Teile des asiatischen Baues aus dem Alpensystem ausschloss.

„So zeigt sich also in dem allgemeinen Vortreten der stetigen Curven dieser Schuppenränder über mannigfach gesenktes und gebrochenes Vorland das Wesen des ruthenförmigen Auseandertretens der einzelnen Äste der Alpen, der Virgation des Gebirges. Diese Anordnung bringt es aber mit sich, dass eine Region, welche Rückland ist für einen Ast, das Vorland bildet für den nächstfolgenden.“ (SUESS, 1885, S. 354)<sup>33)</sup>.

Nachdem er die Natur der adriatischen Senkung verstanden hatte, wandte sich SUESS dem gesamten Mittelmeerbecken zu. Hier hat er eingehend die jungtertiäre Stratigraphie und Paläogeographie benützt, zu deren Etablierung seine Schule so hervorragend beigetragen hatte. Er verfolgt mit bewunderungswürdigem Detail, aber auch mit Klarheit, die Geschichte der drei Mediterranstufen, deren erste zwei sein Schüler, einer der späteren Wiener Giganten und Mitbegründer der geologischen Ozeanographie, Theodor FUCHS (1842–1925), aufgestellt hatte (FUCHS, 1873, S. 12). SUESS hat gezeigt, dass zur Zeit der ersten Mediterranstufe das Meer noch die alten, von der

<sup>33)</sup> TIETZE, in seiner mit Missverständnissen und Verwirrungen gefüllten Studie über das Lebenswerk von SUESS hat anscheinend den in diesen klaren Sätzen erklärten Unterschied zwischen Rückland und Vorland überhaupt nicht verstanden (TIETZE, 1917, S. 475–480). Deswegen konnte er auch nicht das Wesen des Begriffes Vortiefe verstehen. Er hat dadurch auch Hans STILLE verwirrt, der die SUESS'schen Begriffe Vor- und Rücktiefen mit dem nach unseren heutigen Erfahrungen rückschrittlichen Begriff „Saumsenke“ zu ersetzen versucht. STILLE schrieb, die Tiefseeegräben seien „nach Sueß bis auf eine oder zwei Ausnahmen ‚Vortiefen‘, d.h. Tiefen vor der konvexen Außenseite der Gebirgsbögen. Dabei sind sie ... keine Synklinale im tektonischen Sinne, vielmehr resultieren sie aus den radialen Elementen der Kontraktion, d.h. aus Senkung infolge Verminderung des planetarischen Volumens“. Ihre Ränder sind sehr ungleich, denn der äußere Rand ist der bogenförmige Rand einer Senkung der Lithosphäre und der innere Rand ist der Außenrand des Faltengebirges, welches vom Lande her über diese Tiefe getreten ist. ... das Verhältnis von Vortiefe und Gebirgsbogen wird dabei, wie auch schon E. Tietze ... hervorgehoben hat, nicht ganz einheitlich aufgefaßt. Einerseits handelt es sich um ein ‚Absinken des Vorlandes unter die jungen Falten‘ ... ‚fast möchte man meinen, das Vorland werde durch das vordringende Gebirge eingedrückt‘ ... Andererseits sollen sich die Falten bogenförmig in und über die gesenkten Vortiefen hinwegchieben; ‚die tangentielle Kraft bringt ihren Überschub in bogenförmigen Falten in und über die gesenkten Vortiefen‘ ... Einerseits soll also die Vortiefe die primäre Erscheinung sein und sollen sich die Falten über das vorhandene Vortiefe hinweg und in sie hinein bewegen, andererseits erscheinen die Falten als das primäre Gebilde und das Absinken des Vorlandes als die Folgeerscheinung.“ (STILLE, 1919, S. 340). Obwohl STILLE später sagt, dass man SUESS vielleicht darin verstehen müsste, dass Faltung und Vortiefensenkung gleichzeitig vor sich gehen, hätte er selbst die Unnötigkeit seiner ganzen, eine ganze Seite füllenden Auseinandersetzung sehen können, hätte er selbst SUESS gewissenhaft durchgelesen anstatt sich von TIETZE verleiten zu lassen! Für eine ähnliche, aber von TIETZE scheinbar unabhängige Konfusion, die Generationen von amerikanischen Geologen verwirrt hat, vgl. BUCHER (1933, S. 12–13).

alpinen Gebirgsbildung vorgezeichneten Tröge (d.h. die Vorlandbecken) ausgefüllt und sich hauptsächlich um den äußeren Saum des Gebirges gehalten hatte.

Das letzte Glied dieser marinen Absatzserie war der Schlier, der durch seinen Reichtum an Evaporiten bekannt ist (Suess, 1885, S. 397–406). Am Ende der Schlierzeit (also gegen Ende des älteren Miozäns, ±Ende der Rotalianschlierzeit im mittleren Oligozän nach heutiger Terminologie, d.h. oberstes Burdigal; OBERHAUSER, 1980, S. 160 und 165) begann nach SUCESS der Einbruch des Wiener Beckens, der Bucht von Graz und eines großen Teils der innerkarpatischen und südpenninischen Räume (Suess, 1885, S. 445).

Zur Zeit der Zweiten Mediterranstufe (Mittleres Miozän bis Sarmat) glaubte SUCESS marine Invasionen über die Karpaten durch Südostrussland bis in die Südwesttürkei verfolgen zu können. Zu dieser Zeit stufte er die Einbrüche an den Innenseiten des Apennin (also im Tyrrhenischen Meer) und der Alpen ein.

Während der dritten Mediterranstufe (Pliozän) sieht man nach ihm das heutige Mittelmeer fast mit seinen aktuellen Zügen. Nur den Einbruch vom Golf von Genua konnte SUCESS in diese Zeit stellen. Erst danach aber glaubte er wieder große Einbrüche identifizieren zu können:

„Nach dieser Zeit treten neuerdings grosse Einbrüche ein. Das ägäische Festland, welches durch alle vorübergehenden Abschnitte von Kleinasien herübergereicht und das pontische Gebiet abgetrennt hatte, geht nun zu Tiefe, ebenso das pontische Gebiet selbst bis an den Nordrand des westlichen Kaukasus, und das Mittelmeer tritt in ein weites neues Gebiet ein, während im kaspischen Becken die alten Zustände fort-dauern. Die nördliche Adria geht zu Tiefe und an vielen anderen Stellen ereignen sich grössere und kleinere Absenkungen und Nachbrüche.“ (Suess, 1885, S. 447).

Auch in dieser erweiterten Studie über Beckenentstehung konnte er zwei verschiedene Typen der Senkung unterscheiden: Der eine der einseitigen Becken vor den Gebirgen und der andere der unregelmäßig gestalteten, mehr oder minder symmetrischen Becken innerhalb und hinter den Gebirgen. Jene folgten dem Verlauf der Außenzonen der Gebirgsketten; diese schnitten in den Gebirgskörper ein.

Suess sah dasselbe Muster sich wiederholen, als er die Umriss der Weltozeane im ersten Kapitel des „Antlitz der Erde“ virtuell durch einen gedachten Beobachter vom Welt-raum her anschaut. Sein Beobachter stellt fest,

„... dass eben auf diesem Planeten sich zwei Gebiete unterscheiden lassen, in welchen die Grenzen der Meeresbecken in einem wesentlich verschiedenen Grade von Abhängigkeit stehen von den Gebirgsketten der Festländer ...“ (Suess, 1883, S. 6; vgl. Abb. 11 und 12).

„Von Chittagong am nördlichen Ende der Bucht von Bengalen bis Java und entlang der asiatischen Küste des pacifischen Oceans durch Japan und Kurilen und dann ostwärts durch die Aleuten bis Alaska zeigen sich auf dem Festlande selbst oder auf langen vorliegenden Inselreihen mehr oder minder zusammenhängende Linien von Gebirgsketten, deren Streichen entweder der Küste parallel oder gegen dieselbe concav ist, so dass die Inseln wie ebenso-viele hängende Blumenkränze das Festland umgeben und dass bestimmte Beziehungen zwischen der Umgrenzung des Festlandes und seiner Structur nicht zu leugnen sind. In ebenso unverkennbarer Weise tritt der Zusammenhang des Verlaufes der Küste mit dem Streichen der Gebirgsketten an der amerikanischen Westküste bis Californien hinab und durch ganz Südamerika hervor. Vom Ganges bis zum Kap Horn ist also eine Wechselbeziehung dieser Art die Regel; dieses ist der pacifische Typus [Abb. 13]. Begeben wir uns an die Ostseite von Cap Horn, so zeigt sich sofort eine geänderte Sachlage. Die Gebirge streichen gegen

Staten Island hinaus und Cap Horn selbst folgt noch der pacifischen Regel. Aber für die ganze patagonische, für die brasilische, ja für die ganze ostamerikanische Küstenlinie bis Grönland hinauf, mit Ausnahme der Antillen-Region, gilt diese Regel nicht. Wo ein Gebirge in der Nähe des Meeres liegt, wie die Appalachen, ist es abgewendet vom Meere; es ist weithin gar kein ursachlicher Zusammenhang zwischen der Küstenlinie und der Structur des Continents sichtbar. So ist es auch auf der ganzen Westküste der alten Welt, mit Ausnahme eines Theiles der westlichen Pyrenäen. Schottland, die Bretagne, Portugal bieten auffallende Beispiele von quer die Structur durchschneidenden Küstenlinien, und namentlich im nördlichen Schottland kann man deutlich erkennen, wie die grossen, nach Nordost streichenden Verwerfungen, welche das ganze Land durchqueren, gegen das Meer auslaufen, während das Ufer mit zackigem Umriss zwischen diesen Verwerfungen eingebrochen ist. Diese Unabhängigkeit des Verlaufes der Meeresküste von jener der Gebirgsketten ist bezeichnend für die atlantische Region.“ (Suess, 1883, S. 6–7).

Beginnend mit der neogenen Umgebung von Wien in unseren Betrachtungen über die Natur der Beckenränder unter SUCESS' Führung sind wir endlich zu den Gestaden des Weltozeans gelangt. Endlich können wir vom Meister erfahren, wie die Meeresbecken entstehen:

„Ueberhaupt ist, mit Ausnahme von Buchten in Riasküsten, kein Meerestheil bekannt, der durch lateralen Druck als Synclinale erzeugt wäre. Wie Meeresbecken aus vereinigten Senkungen entstehen, zeigt die Geschichte des Mittelmeeres.“ (Suess, 1909a, S. 722).

Und wie verhalten sich nun die Meeresniveauänderungen gegenüber den Prozessen, welche die Becken erzeugen?

„Der Erdball sinkt ein; das Meer folgt. Während aber die Senkungen des Erdballs örtlich umgrenzt sind, breitet sich die Senkung der Meeresfläche über die ganze benetzte Oberfläche des Planeten aus. Es tritt eine allgemeine negative Bewegung ein. Um nun Vorgänge dieser Art näher zu verfolgen, trennen wir von den verschiedenartigen Veränderungen, welchen die Höhe des Strandes unterworfen ist, solche ab, welche annähernd in gleicher Höhe, in positivem oder negativem Sinne über die ganze Erde sich äussern, und

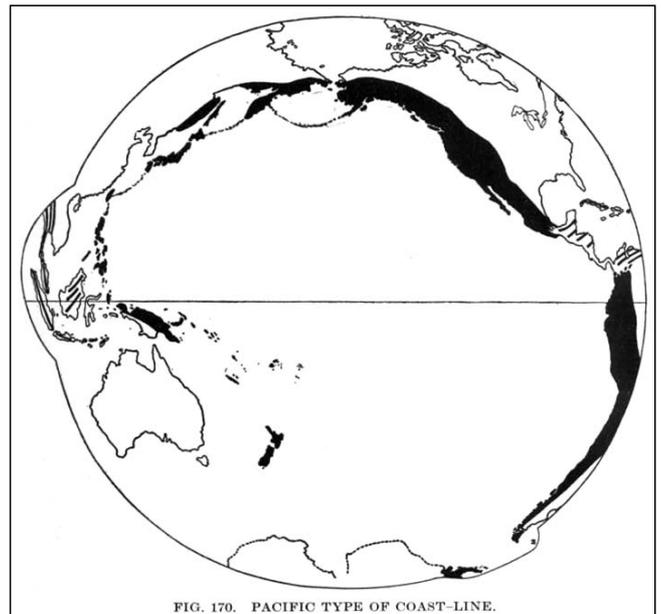


Abb. 11. Küstenlinien vom pazifischen Typus nach Suess und dargestellt von DALY (1926, Abb. 170). Die schwarzen Areale sind die Küsten begleitenden jungen Gebirge.

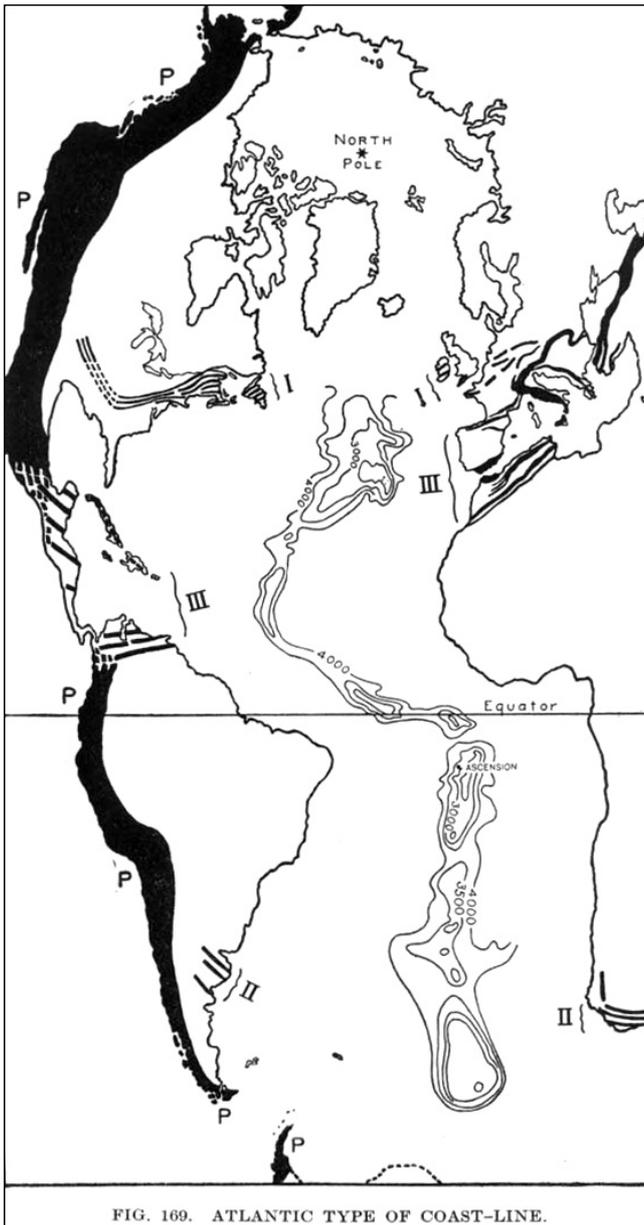


Abb. 12. Küstenlinien vom atlantischen Typus (mit Ausnahme der amerikanischen Kordilleren, der Antillen, der Dinariden, der westlichen Pyrenäen und des Gibraltarbogens) nach SUESS und dargestellt von DALY (1926, Abb. 169). Die römischen Ziffern geben die Abbruchstellen der Gebirgsstränge an. Die gleichen Ziffern auf den beiden Seiten des Atlantiks zeigen diejenigen Gebirge, die auf den beiden Seiten des Ozeans einander entsprechen.

bezeichnen diese Gruppe von Bewegungen als eustatische Bewegungen.

Die Bildung der Meeresbecken veranlasst episodische, eustatische, negative Bewegungen.“ SUESS, 1888, S., 680–681, Hervorhebung durch SUESS).

Aber unsere Überprüfung der erzielten Resultate ist noch nicht zu Ende. Wenn die pazifischen Ränder Überschiebungsränder sind, was sind die Beziehungen der unterschobenen ozeanischen Sedimente zum gut bekannten zirkumpazifischen Magmatismus des „Ring of Fire“? Mit anderen Worten: Was können wir von den Erfahrungen über die Strukturen der Kontinentalränder ableiten, das in einem anderen, selbständigen Gebiet, in der Petrologie, gültig sein kann?

„Im J. 1902 veröffentlichte Becke die überraschende Erfahrung, dass man zwei Typen jungvulkanischer Gestei-

ne zu unterscheiden habe und dass vorwiegend tangential gefaltete Gebiete dem Einen (Andes-Typus), Gebiete mit vorwiegend radialen Dislocationen (Schollenbrüchen) dem anderen (Typus des böhmischen Mittelgebirges) angehören. (SUESS, 1909a, S. 676).

1903 hatte Friedrich Johann Karl BECKE (1855–1931), der SUESS' Kollege an der Wiener Universität war, die zwei Typen als den „pazifischen“ und den „atlantischen“ bezeichnet<sup>34</sup>). BECKE ging eigentlich noch weiter,

„... indem er diese Bezeichnungen nicht nur als geographische auffasst, sondern sie als Gebiete des Einbruches durch radiale Contraction (... atlantisch) und als solche der Faltung durch tangentialen Zusammenschub (andesitisch, pazifisch) trennt.“ (SUESS, 1909a, S. 677–678).

Weiters sagt SUESS:

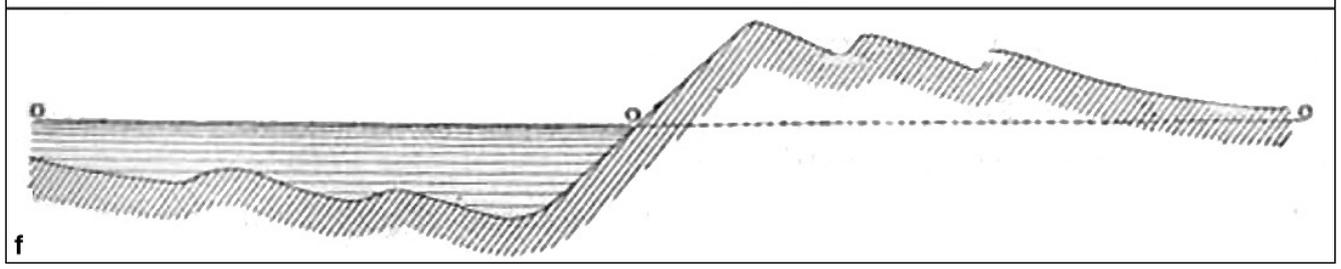
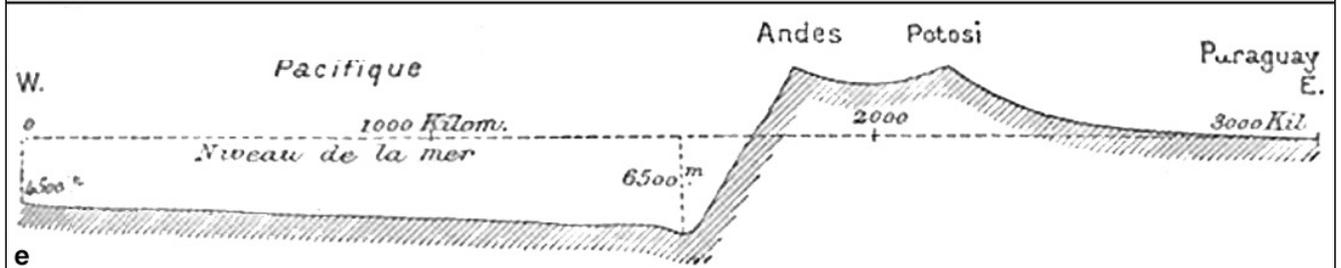
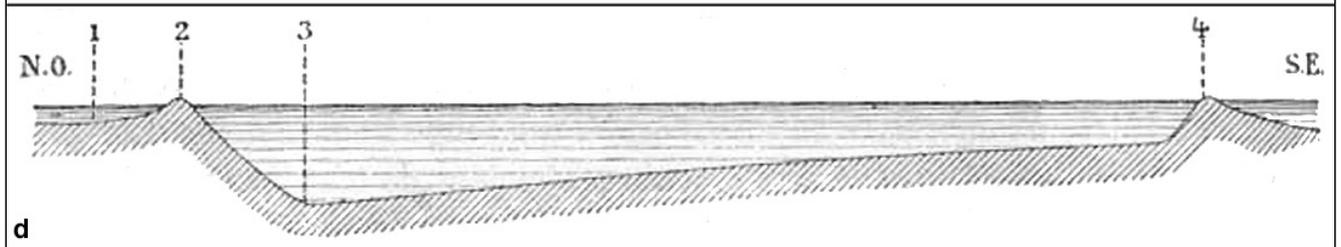
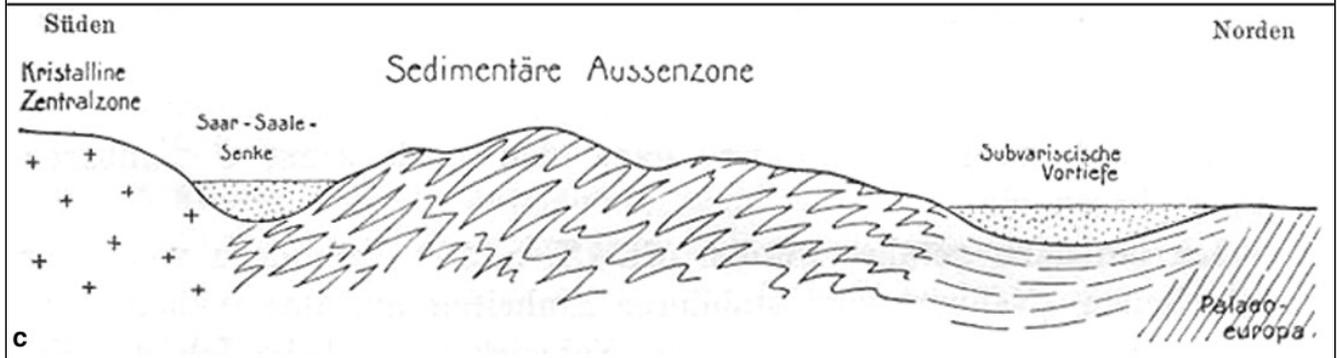
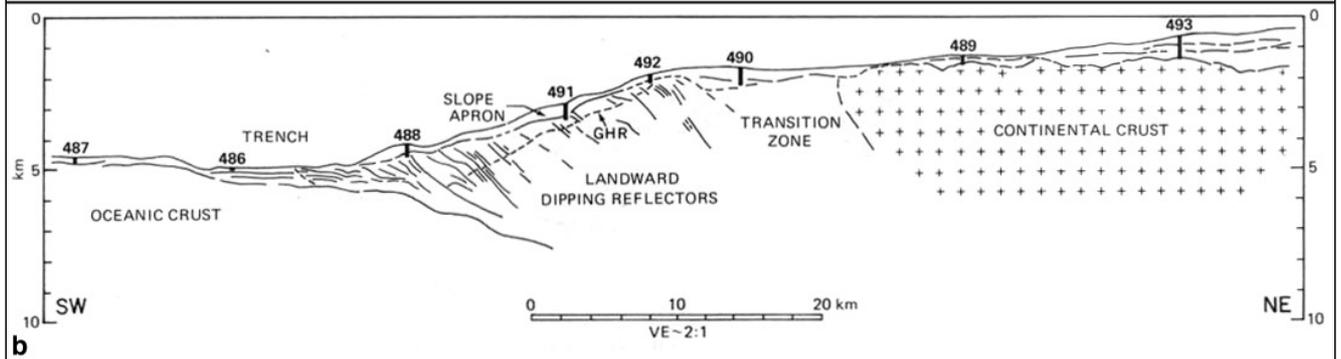
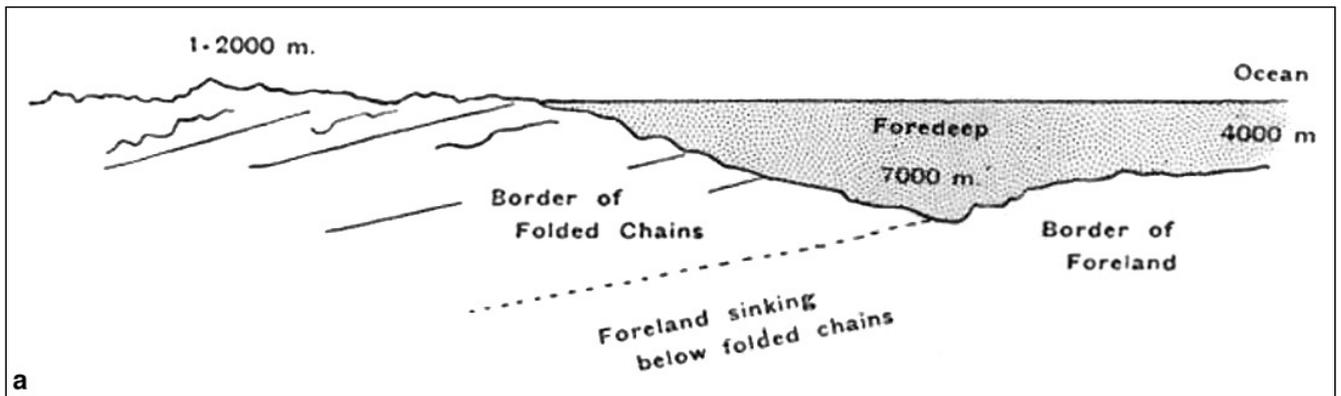
„Becke's Hypothese beruht auf der Voraussetzung, dass in den pazifischen Essen eine beträchtlichere Aufzehrung der sedimentärer Gesteine stattfindet, welche den grösseren Gehalt an Ca und Mg erklären würde.“ (SUESS, 1909a, S. 679).

Jetzt können wir uns einmal die Skizze ansehen, die SUESS dem Übersetzer der englischen Ausgabe, Professor William Johnson SOLLAS (1849–1936) aus Oxford, zugeschickt hat (Abb. 13a). Abb. 13b zeigt einen auf seismi-

<sup>34</sup>) Die Unterscheidung der atlantischen und pazifischen Sippen ist allerdings ein Jahrzehnt älter als BECKES Versuch und wurde zum ersten Mal vom amerikanischen Petrographen Joseph Paxson IDDINGS (1857–1920) unternommen, aber zum ersten Mal vom englischen Petrographen Alfred HARKER (1859–1939) im Jahre 1896 präzisiert. In der französischen Ausgabe des „Antlitz“ gibt Emmanuel DE MARGERIE die gesamte Literatur darüber an (vgl. SUESS, 1918a, S. 1541–1542, Fußnote 7). In seinen Literaturangaben beschränkte sich SUESS auf die Arbeiten seines Kollegen, höchstwahrscheinlich weil er mit ihm über diesen Gegenstand diskutiert hatte. Hier wäre ein anderes interessantes Thema zum Nachforschen: SUESS' Beziehungen zur Petrographie und Petrologie und zu den Petrologen.

Abb. 13. →

- SUESS' Skizze, um die Verhältnisse entlang der Kontinentalränder des pazifischen Typus zu veranschaulichen (SUESS, 1924; eine der Skizzen, gezeichnet von SUESS selbst, auf die Bitte von Professor SOLLAS, dem Übersetzer der englischen Version des „Antlitz“, zur Klärung einiger tektonischer Begriffe und deshalb höchstwahrscheinlich während der Übersetzungsarbeiten des „Antlitz“ ins Englische, also vor 1909, erzeugt.)
- Moderner, auf seismischen Reflexionsprofilen und Tiefseebohrungen basierender Querschnitt durch die mittelamerikanische Tiefseerinne und den mexikanischen Kontinentalrand des pazifischen Typus (aus MOORE & LUNDBERG, 1986). Man vergleiche diesen Querschnitt mit der Skizze von SUESS.
- Hans STILLES Skizze zur Veranschaulichung der tektonischen Verhältnisse der subvariszischen Vortiefe („Saumsenke“ nach der von STILLE in seinen theoretischen Überlegungen bevorzugten Sprachweise), die er zur Erläuterung der tektonischen Natur der Vortiefen und Tiefseerinnen überhaupt mindestens ein Dezennium nach der in Abb. 13a gezeigten Skizze von SUESS gezeichnet hat (STILLE, 1924, Abb. 14). Man sieht deutlich den enormen Rückschritt, der durch STILLE verursacht wurde. Man kann allerdings mir nicht vorwerfen, dass ich bei der Beurteilung von STILLES Arbeit ahistorisch, weil rückschauend, verfare, denn es war auch damals allgemein bekannt, dass die Vortiefen sehr einseitige Strukturen waren (vgl. d–f). Wenn Autoren wie BROUWER (1920) ihn daran erinnerten, zog sich STILLE zu nicht überprüfbar Autoritätsäusserungen zurück (STILLE, 1920).
- Die morphologische Asymmetrie des Bodens des pazifischen Ozeans zwischen den Kurilinseln und Hawaii und die extreme Asymmetrie der Kurilischen Tiefseerinne (aus DE LAPPARENT, 1906, Abb. 13).
- Die extreme Asymmetrie der Chilenischen Tiefseerinne an einem entlang des Parallelkreises 20°S gezogenen Querprofil (aus DE LAPPARENT, 1906, Abb. 14).
- DE LAPPARENTS Idealprofil zeigt die Beziehungen zwischen kontinentalen Rücken und ozeanischen Depressionen, d.h. Tiefseerinnen (aus DE LAPPARENT, 1906, Abb. 15). Dieses Idealprofil wurde auch in dem berühmten und besonders in Deutschland viel benützten „Lehrbuch der Geologie“ von Emanuel KAYSER nach DE LAPPARENT nachgedruckt (KAYSER, 1912, Fig. 32). KAYSER selbst hatte als reales Beispiel zwei Querschnitte hinzugefügt: durch die Gräben von Jap und Palau, welche ebenfalls starke Asymmetrie zeigen (KAYSER, 1912, Fig. 30 und 31).



schen Profilen und anderen geophysikalischen und Tiefbohrungs-Beobachtungen basierenden modernen Querschnitt durch die mittelamerikanische Tiefseerinne in Süd-mexico. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass Abb. 13b sehr grobe Beobachtungs- und Deutungsfehler aufweisen kann. Sie gibt höchstwahrscheinlich ein ziemlich treues Abbild der tatsächlichen Struktur dieses Teiles der Erdkruste wieder. Seine erstaunliche Ähnlichkeit zum Querschnitt, den SUCESS gezeichnet hat, um ähnliche Strukturen zu veranschaulichen, ist nur ein Zeugnis der Leistungsfähigkeit seiner Methodik, die einen beinahe unendlichen Reichtum an Erfahrungen und ein nie aufgehörendes gegenseitiges Vergleichen und Überprüfen benötigt.

Es ist eben in diesem Reichtum und in der Mannigfaltigkeit des verwendeten Materials und in der mehrseitigen und mehrschichtigen Überprüfung, in welcher das Wesen der SUCESS'schen vergleichend-beurteilenden Methodik liegt. Es ist eine Methodik, die ihre Gültigkeit auch heute bewahrt, die aber wegen ihrer großen Mühsamkeit leider immer weniger benützt wird – und darunter leidet leider unsere zeitgenössische Geologie.

### 3.3. Umfangreichtum der SUCESS'schen Geologie als Ergebnis seines Interesses an Problemen und nicht an Disziplinen oder Methoden

Das Interesse von SUCESS umfasste das Gesamtgebiet der Geologie im wahrsten Sinne des Wortes, d.h. die gesamten Erdwissenschaften samt ihren Nachbargebieten. Die folgenden Teildisziplinen der Geologie wurden in seinen Veröffentlichungen hauptsächlich behandelt: Paläontologie (sowohl die der wirbellosen Tiere als auch die der Wirbeltiere; 61 Schriften zwischen 1851 und 1909; vgl. ZAPFE [1981]), Stratigraphie, Strukturgeologie, Regionalgeologie, Paläoökologie und Paläogeographie, Geomorphologie, Seismologie, Angewandte Geologie (SUCESS hat mit seiner im Jahre 1858 in der Wiener Akademie der Wissenschaften gehaltenen Vortragsreihe [vgl. F.E. SUCESS, 1981, Text zu Abb. 1] und mit der Publikation 1862 vom „Boden der Stadt Wien“ die Stadtgeologie erst begründet und auch Hydro- und Ingenieurgeologie getrieben; vgl. PINNEKER [1989]) und Tektonik.

SUCCESS hat auch einige kleinere Abhandlungen der Prähistorie und der Geographie gewidmet. Die Nachrufe, Erinnerungen und Reden bei Denkmaleinweihungen (z.B. SUCESS, 1899, 1916) die er publizierte, haben wissenschaftshistorischen Wert.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu unterstreichen, dass SUCESS sich nicht für Disziplinen oder für einen gegebenen Gegenstand der Wissenschaft (also nicht für „subject-matters“), sondern für Probleme interessierte. Er war kein Sammler von Wissen, sondern Löser von Problemen. Und um ein Problem zu lösen, benützte er alles Notwendige, unbekümmert, ob es innerhalb der Grenzen der Geologie lag oder nicht.

SUCCESS' nie aufgehörende Suche nach Problemen brachte ihn von den einzelnen Fossilien Böhmens, durch die Friedhöfe Wiens (SUCESS, 1862, S. 322–323) und die schneebedeckten Gipfel der Alpen bis zum gesamten Planeten und zu seinen himmlischen Nachbarn (SUCESS, 1907). Es muss betont werden, dass SUCESS nie einen in unseren Tagen leider sehr zur Mode gewordenen Unterschied machte zwischen den regionalen und historischen Problemen der Geologie und denjenigen, die die geologischen Prozesse betreffen. Er war sich bewusst, dass man das Verhalten des Planeten nie verstehen könnte, ohne seine jetzige Struktur und deren Werden in der Zeit zu kennen und ohne ihn mit anderen Himmelskörpern zu vergleichen. Die Krönungsarbeit seines Lebens, „Das Antlitz der Erde“, ist im Grunde genommen ein Regionalgeologie-Buch, das die re-

gionale Geologie des ganzen Planeten behandelt. Es ist aber eben dieses Buch gewesen, das unser Verständnis der geologischen Prozesse so nachhaltig beeinflusst. Im letzten Kapitel in dessen erstem Band schrieb SUCESS:

„So wenig man den gegenwärtigen Zustand eines Staates zu beurtheilen im Stande ist, ohne zu wissen, wie er geworden ist, ebensowenig vermag man über das Stück des physischen Erdbodens, auf welchem dieser Staat lebt, zu einer richtigen Anschauung zu gelangen, ohne die Vorgänge zu kennen, durch welche dasselbe gebildet worden ist“ (SUCESS, 1885, S. 766).

So viele Begriffe, die er in seinen beiden berühmten Büchern über globale Tektonik (SUCESS, 1875 und 1883–1909) geprägt hat, wie z.B. diejenigen des Gondwana-Landes (und damit eines „Superkontinents“ überhaupt<sup>35</sup>): SUCESS [1885, S. 768]), der Tethys (und damit eines „verschwundenen Ozeans“ überhaupt; vgl. SUCESS [1893]; für die Geschichte des Tethys-Begriffes vgl. ŞENGÖR [1998]), der Lithosphäre (SUCESS [1875, S. 158]), der Biosphäre (SUCESS [1875, S. 159]), des Sial (als Sal = Si+Al: SUCESS [1909a, S. 626]), des Sima (Si+Ma: ibid. S. 626), der Kontinentalränder vom atlantischen und pazifischen Typus (vgl. Abb. 11 und 12), des Unterschieds zwischen Vorland und Rückland der Gebirge (1875 passim), der von jeglicher Erhebung unabhängigen, Gräben bildenden lithosphärischen Zerrung (SUCESS, 1891), der Unterfahrung der pazifischen Kontinentalränder (vgl. Abb. 13) und ihrem Einfluss auf den Kontinentalrandmagmatismus (1909a, S. 678–679), der listrischen Verwerfungen (1909a, S. 612) und noch vieler anderer haben nicht nur den Aufstieg der Plattentektonik überdauert, manche davon ihn ja erst ermöglicht, wie kaum diejenigen von irgend einem anderen Autor in der Geschichte der Geologie (es darf nicht vergessen werden, dass WEGENERS Theorie auch erst durch eine Umdeutung SUCESS'scher Begriffe möglich wurde; siehe Anhang).

SUCCESS wusste wie kaum ein anderer um die Adäquatheit und die Ausführlichkeit der von ihm selbst weiter ausgebauten und viel elastischer und entwicklungsfähiger als die früheren Methodologien umgestaltete geologische Methodologie, um niemals die Physiker oder die Chemiker nachahmen zu wollen. Physik oder Chemie oder irgend einen anderen Wissenszweig hat er natürlich nie aus seinen Überlegungen ausgeschlossen, wie wir z.B. oben bei seiner Diskussion des Wesens von BECKES „pazifischem Vulkanismus“ gesehen haben. Sie waren aber für ihn nicht Herrenwissenschaften (wie Auguste COMTE seinerzeit sie betrachtet hatte<sup>36</sup>) und wie es manche Geologen von heute leider immer noch tun), in deren Rahmen unbedingt die Geologie hineingestopft werden müsste, sondern nur Dienstmädchen der Geologie, d.h. Werkzeuge der Bestrebung, die Struktur und die Geschichte unseres Planeten zu verstehen. SUCESS war nie Knecht einer Methode im engeren Sinne; er suchte dagegen immer die geeignete Methode für das zu lösende Problem.

Diese Orientierung nach Problemen und nicht nach Disziplinen, nach Methoden oder nach dem Stoff, hat sich auch in seiner Lehrtätigkeit gespiegelt und darum hat man ihm vorgeworfen, ein schlechter Lehrer zu sein. In seinem

<sup>35</sup> SUCESS hat den Superkontinent Gondwana-Land benannt und nicht Gondwana. Gondwana ist bekanntlich ein altgeographischer Begriff in Indien und bezeichnet eine Region innerhalb der indischen Halbinsel (vgl. HURTIG, 1989, Karte auf S. 29). Nach dieser Region sind viele erdwissenschaftliche Begriffe benannt worden. Es ist deshalb falsch, den Superkontinent einfach Gondwana zu nennen. Manche haben eingewendet, Gondwana heiße „Land der Gonden“ und deswegen sei Gondwana-Land pleonastisch. Das trifft nicht zu, weil „Land“ im Terminus „Gondwana-Land“ nicht einfach Land im Sinne Heimat eines Volkes, sondern Kontinent im Sinne terra firma bedeutet. Dazu vgl. ŞENGÖR (1983, 1991).

<sup>36</sup> Vgl. COMTE (1864): „Deuxième leçon“ über die angebliche Hierarchie der positiven Wissenschaften (siehe ganz besonders S. 88).

mit Missverständnissen und am Ziel vorbeischießenden Kritiken überfüllten Versuch, das wissenschaftliche Erbe von SUESS abzuwerten, zitiert TIETZE den SUESS-Schüler Theodor FUCHS, SUESS könne sich nie dazu bringen, die landläufige Geologie zu lehren und er lese immer nur das, was ihn momentan interessiere (TIETZE, 1917, S. 338–339). TIETZE hat diese Unterrichtsphilosophie offensichtlich als etwas Negatives empfunden.

Dies erinnert mich aber an ein Telefongespräch, das ich 1981 mit Karl POPPER führte. Ich hatte ihm erzählt, dass ich in meinen Vorlesungen bestrebt wäre, meinen Zuhörern immer und sofort die Probleme im in der Vorlesung behandelten Stoff darzulegen und davon lieber diejenigen, die mich momentan interessieren (weil ich über sie mehr wissen würde als über andere). POPPER hat mit Enthusiasmus geantwortet, dass er, als er in Wien Schullehrer war, genau dasselbe tat und fügte noch hinzu, dass es eigentlich die einzig wirklich wirksame pädagogische Methode sei, weil die Schüler es sonst nie erfahren würden, warum sie überhaupt den Gegenstand lernen. Diese Methode verlangt, dass im Geiste des Schülers schon am Anfang ein „Denkschema“ (also eine „Problemsituation“) zwar mit „Leerstellen“ entsteht, das er aber im Fortgange des Unterrichts (hoffentlich im Zuge des Problemlösens) selbst mit Lernmaterial ausfüllen kann.

POPPER hatte schon 1931 darauf hingewiesen, dass eine Gedächtnispflege nur mit Hilfe solcher Denkschemata möglich sei und eine solche Pflege nur in der Arbeitsschule und nicht in der Lernschule zustande kommen könne (POPPER, 1931). Viele Jahre später, als er Professor für Methodik und Philosophie der Wissenschaften an der Londoner School of Economics wurde, pflegte er seine Vorlesungen mit der Bemerkung einzuführen, dass sie keinen „subject matter“ hatten. Trotzdem, sagte er, wurden die Studierenden während des ganzen Semesters immer hart zur Arbeit angehalten (POPPER, 1983, S. 5). SUESS' Schule war eben eine solche Arbeitsschule, wie sie sein Schüler Franz Baron NOPSCA schilderte:

*„Suess war als Vortragender superb, als Gelehrter einzig, als Lehrer hatte er jedoch kein geordnetes Seminar. Daher waren die Schüler, zumal als er älter wurde, im Praktischen auf sich selbst angewiesen. Es war diese schwere, zeitraubende, aber selbständige Forscher heranziehende Methode, gleichzeitig aber auch die Ursache, weshalb Suess relativ wenig Hörer hatte.“* (NOPSCA, 2001, S. 8).

Durch diese Methodik lernten aber auch die Schüler, dass, um ein Problem zu lösen, mit anderen Worten, um irgend ein Rätsel der Natur so gut zu verstehen, dass es nicht mehr rätselhaft erscheint, man sich mit den gewöhnlichen Disziplinengrenzen nicht einschränken dürfte.

SUESS akzeptierte auch keine Entschuldigungen dafür, wenn einer seiner Schüler oder Mitarbeiter ein Problem nicht lösen konnten. Es ist wieder Baron NOPSCA, der darüber eine lustige Geschichte erzählt:

*„Im Januar 1899 forderte mich Suess auf, den Schädel von Telmatosaurus, den ich 1896 entdeckt hatte, zu beschreiben. ... Als ich seine Aufforderung, Telmatosaurus zu beschreiben als unmöglich bezeichnete, weil ich keine Osteologie kannte, und dieses Thema eben damals auf der Universität nicht vorgetragen wurde, sagte er: „Also lernen Sie es“, und damit war die Sache für ihn erledigt. Selbst war Eduard Suess freilich diesem Prinzipie auch treu, denn mit 70 Jahren lernte er noch perfekt Russisch.“* (NOPSCA, 2001, S. 8–9).

Dieser Umfangreichtum und die Unabhängigkeit von traditionellen Disziplinengrenzen und Methoden hatten aber auch eine leider negative Kehrseite: Wie NOPSCA sagte und auch andere wiederholten, konnte SUESS mit solchen Rahmenbedingungen relativ wenige Schüler ausbilden und

noch weniger von der Fachwelt verstanden werden. Zwar bestritt niemand seine Größe, aber nur wenige konnten wirklich verstehen, warum das Werk von SUESS so wichtig war. Wie Lord RUSSELL einmal über PLATON sagte, wurde es bald Mode, SUESS zu zitieren, aber nicht, ihn zu verstehen<sup>37</sup>). Dies ist höchstwahrscheinlich auch der Grund, warum gegen ihn und seine Schule schon zu seinen Lebzeiten eine Reaktion heranwuchs. Geologie wie SUESS zu treiben war einfach zu schwierig. Zu dieser für das Verständnis von SUESS und seiner Schule der Wiener Giganten und von dem Schicksal ihrer Lehren wichtigen Sachlage möchte ich hier das wiederholen, was ich bereits in meinem anlässlich der 100. Wiederkehr der Aufstellung des Tethys-Begriffes in der Universität Wien gehaltenen Festvortrag am 18. November 1993 gesagt habe:

*„Die Gründe des Untergangs der Wiener Schule, die vom frühzeitigen Ableben einiger ihrer Führer über die internen Streitigkeiten der Universität und der Geologischen Reichsanstalt bis hin zu den sozialen und ökonomischen Umwälzungen Österreich-Ungarns reichen, sind zu komplex um hier besprochen werden zu können. ... Einen Grund, der bisher nie diskutiert und erst vor kurzem durch wissenschaftspsychologische Studien von Faust (1984) begründet wurde, möchte ich aber nicht unerwähnt lassen. Suess und die anderen Wiener Giganten haben durch ihre detaillierten Forschungen, die den ganzen Globus umfassten, eine rasche Evolution der architektonischen und historischen Modelle der Erde eingeleitet. Die Geologie wurde in der Folge für die meisten Geologen einfach zu schwierig! Die Studie von Faust (1984) hat in einer beunruhigenden Weise dokumentiert, dass die meisten Wissenschaftler wegen ihrer kognitiven Limitationen nicht imstande sind, komplexe Informationen zu bekräftigen und konfigurale Analysen durchzuführen. Faust kam zum unumgänglichen Schluß, dass diese Nachteile nur mit erheblicher individueller Mühe und mit Hilfe der Informatiktechnologie und mit großem Zeitaufwand eventuell beseitigt werden könnten. Komplexe Ideen, von Wissenschaftlern außerordentlicher Kapazität aufgestellt, können deshalb nur sehr langsam von der Fachwelt verstanden und assimiliert werden. Viel Fortschritt in der Geoinformatik und Geotechnologie benötigte es und erst in den sechziger Jahren setzte sich der geologische Fachwelt wieder mit den Suess'schen Konzepten erfolgversprechend auseinander. Ich werde dabei den Gedanken nicht los, dass Suess und seine Wiener Kollegen damals die Aufnahmekapazität eines großen Teiles der geologischen Fachwelt einfach überschätzt haben müssen.“* (ŠENGÖR, 1998, S. 52–53).

### 3.4. Geologische Prozesse und Aktualismus als Leitfäden der Forschung

Es ist unrichtig – aber nur zu prävalent – die Anfangsschritte einer Wissenschaft als „beschreibend“ zu bezeichnen und sie den „deutenden“ der späteren Entwicklungsstufen gegenüberzustellen. Keine Etappe irgendeiner Wissenschaft ist mir bekannt, die ausschließlich beschreibende Tätigkeit aufweist und erst später zu Etappen der Interpretation überging. Selbst die allerersten Schritte der Naturwissenschaften überhaupt, soweit sie uns überliefert sind, waren deutende, wie das Werk von THALES und ANAXIMANDER VON MILET zeigt (vgl. SNELL, 1946; BLUMENBERG, 1987; COSTANTINI, 1992).

Es gibt aber zwei Arten der Deutungen: die eine ist, was man als „ad hoc“ zu bezeichnen pflegt. Eine Ad-hoc-Deutung ist eine Deutung allein des in Frage stehenden Gegenstandes ohne irgend eine Beziehung zu anderen Ge-

<sup>37)</sup> Lord RUSSELL schrieb eigentlich „It has always been correct to praise Plato, but not to understand him.“ (RUSSELL, 1945 [1972], S. 105).

genständen<sup>38)</sup>. Sie ist eine Deutung, die keine weitere Deutung des Gegenstandes zulässt. Die Entstehung des Universums durch göttliche Schöpfung ist z.B. eine solche Ad-hoc-Deutung, weil es unmöglich ist, sie in einem größeren Zusammenhang zu erklären. Wie GOETHE in seinem „Prolog im Himmel“ (Faust, Tragödie, erster Teil) sagte, kann niemand das Werk des Schöpfers ergründen. Es ist aber eben diese Unergründbarkeit, die einer Ad-hoc-Deutung die Kraft der Erklärung raubt.

Die orthogeosynklinalen „Regenerationen“ Hans STILLES sind ein weiteres Beispiel für eine Ad-hoc-Deutung<sup>39)</sup>. Erstarrung und die daraus folgende Versteifung der Erdkruste durch allmähliche Abkühlung des Erdballs ist eine physikalisch begründbare Interpretation, innerhalb deren die durch Orogenesen hervorgerufene Konsolidation der sich vorher im biegsamen Orthogeosynklinalzustand befindenden Erdkrustenträume verständlich ist. Aber wenn die ganze Erdkruste durch Orogenesen bereits konsolidiert ist, was nach STILLE bereits vor dem „laurentischen Umbruch“ geschehen war (vgl. STILLE, 1944, 1949a,b), wie sollte man die erneut einsetzenden Orthogeosynklinalzustände erklären? STILLE sagte einfach, es geschah durch „Regeneration“. Wie aber eine „Regeneration“ zu erklären war, ohne zu sagen, dass sie einfach das Wiedereinsetzen des Orthogeosynklinalstadiums ist, sagte STILLE niemals. Seine Deutung war also ad hoc, da sie nicht weiter interpretierbar war.

Eine allgemein gültige Deutung ist dagegen eine, die eine Erklärung innerhalb einer größeren, allgemeineren Deutung zulässt und aus dieser allgemeineren Deutung ableitbar ist. Eine solche allgemeine Deutung ist also im Rahmen der Allgemeineren verständlich. Die Erdschrumpfung ist z.B. innerhalb der allgemeineren Deutung der Schrumpfung der Materie als Folge der Abkühlung verständlich. Bei seinen Deutungen geologischer Phänomene ging es SUESS eben um Verständlichkeit. Er wollte immer verstehen, was geschehen war und wie. Deswegen war er nicht daran interessiert, das Beschriebene allein mit Namen zu belegen, wie es z.B. STILLE tat, sondern es im Rahmen eines wirklich stattfindenden Prozesses zu beschreiben, d.h. es zu erklären. Kurz gesagt, versuchte SUESS immer das geologische Geschehen zu verstehen; die Beschreibung des Geschehenen war für ihn nur Mittel zum Verständnis. Und er legte Wert darauf, zu unterscheiden, was eine Erklärung ist und was nicht. Bei der Diskussion der asiatischen Struktur in seiner Abschieds-Vorlesung sagte er:

*„Es ist, als würde ein Abfließen der Falten von Asien und ein Zufließen gegen Laurentia stattfinden. Man könnte das ganze grosse Phänomän durch einen Vergleich verständlichen. Bei der Eruption des Krakatao wurden die Ozeane bewegt; lange Wellen gingen von der Stelle der Erupti-*

<sup>38)</sup> Zu dieser Diskussion siehe POPPER (1994, bes. Abschnitt 20 über „methodologische Regeln“).

<sup>39)</sup> „Regeneration: Rückführung kratonischer Gebiete in den orthogeosynklinalen Zustand. Nur die quasikratonischen, nicht aber die vollkratonischen Räume scheinen noch regenerierbar zu sein. Die Regenerationen sind entweder totaler Art, d.h. sie betreffen einen durch vorangegangene Orogenesen kratonisch gewordenen Raum in seiner Gesamtheit (Beispiel: Regeneration des Raumes der andinen variszischen Geosynklinalen in nachvariszischer Zeit), oder sie sind von partieller Art („Teilregenerationen“), d.h. sie betreffen nur Teile vorher konsolidierter Räume. In letzterem Falle sind sie insofern „rezessiv“, als der geosynklinalen Außenrand (und anschließend daran der Außenrand der Faltungen) sich bei der Regeneration gegenüber der früheren Lage rückverlegt (Beispiel: Partielle und dabei rezessive Regeneration palantillischen Raumes zur neoantillischen geosynklinalen).“ (STILLE, 1940, S. 658). Das ist alles, was STILLE über das Wesen der Regeneration kratonischer Räume sagt. Mit so vielen neu eingeführten Worten will er einfach sagen, dass aus dem Kraton wieder eine Geosynklinalen wird. Wie? – das sagt er nicht, obwohl er mit der Einführung des Wortes „Regeneration“ den Anschein erweckt, diesen Zustandswechsel zu „erklären“.

*on aus, reisten um die ganze Erde und trafen sich auf der anderen Seite des Erdballs. Das ist aber nur ein Vergleich und nicht eine Erklärung.“* (SUESS, 1902, S. 6)<sup>40)</sup>.

Diese Einstellung begründete sein Interesse an Prozessen. Da die einzigen gut belegten geologischen Prozesse diejenigen sind, die heute vor unseren Augen vor sich gehen, wurde SUESS, zweitens, zum Aktualisten (aber nicht unbedingt zu einem Uniformisten im strengen Sinne, wie z.B. Sir Charles LYELL (1797–1875) es anfänglich gewesen war<sup>41)</sup>). Diese seine aktualistische Einstellung ist in jeder Periode seines Forscherlebens feststellbar. Schon in seiner Studie „Über die Wohnsitze der Brachiopoden“ (1859) schrieb SUESS im ersten Abschnitt:

*„Diese Umstände haben mich zu der Überzeugung gebracht, dass die Classe der Brachiopoden erst dann zum Stützpunkte weiter greifender geologischer Schlüsse werden könne, wenn ihre jetzigen äusseren Existenzbedingungen etwas genauer studirt sein werden, da diese allein der Schlüssel zur Erklärung der scheinbaren Abnormitäten in ihrem Auftreten liefern können. Es ist der Zweck dieser Schrift, zuerst die auf das Auftreten der lebenden Brachiopoden bezüglichen Erfahrungen zu vereinigen, und dann, so mangelhaft sie auch noch sein mögen, ihre Anwendung auf fossile Vorkommnisse zu versuchen.“* (SUESS, 1859, S. 187).

Auch wenn er sich in der Lage fand, im zweiten Abschnitt dieser seiner Arbeit „Über die Wohnsitze der Brachiopoden“ die „Kolonien-Hypothese“ von Joachim BARRANDE zu verteidigen<sup>42)</sup>, tat er es, indem er sofort ein aktuelles Beispiel einer Kolonisation aus Großbritannien anführte:

*„Das klarste Beispiel einer ähnlichen Erscheinung wird von jener kleinen Gesellschaft von Conchylien gegeben, welche im englischen Crag<sup>43)</sup> vorkommen, in den dortigen Diluvial-Bildungen fehlen, an den heutigen Küsten Grossbritanniens aber wieder lebend angetroffen werden. Da nun alle diese Arten ohne Ausnahme in den jüngeren Meeresbildungen an den Küsten Siciliens nachgewiesen sind, hat Edw. Forbes gemeint, dass diese Thiere, einst Bewohner der auch in der Breite von England gemässigten oder gar wärmeren Meere der jüngeren Tertiärzeit, durch den Eintritt des strengeren Klima's der Gletscher-Epoche entweder gegen Süden hinabgetrieben oder auf die südlicheren Gegenden beschränkt wurden, während das Wiedereintreten günstigerer Umstände ihnen von Neuem erlaubt hat, an den verlassenen Wohnsitzen zu erscheinen.“* (SUESS, 1860, S. 195).

In der Einleitung dieses zweiten Abschnittes derselben Arbeit besprach er im Detail die Ansichten über die Ursachen des Aussterbens der Arten (SUESS, 1860, S. 151–156). Dort ist viel vom Katastrophismus von CUVIER und seiner Schüler, ganz besonders von Alcide Dessalines d'ORBIGNY (1802–1857) die Rede. Obwohl SUESS der Ansicht war, dass äußere, d.h. umweltbedingte Umstände die Aussterbe-Ereignisse zustande bringen, sah er keinen Grund dafür, deswegen eine katastrophistische Anschauung zu übernehmen:

*„Indem also doch wieder der Einfluss der äusseren Verhältnisse als die hauptsächlichste und wohl einzige Ursache des wiederholten Unterganges einzelner Arten und ganzer*

<sup>40)</sup> Das zeigt, wie ungerecht die Auffassung solcher Autoren wie LÖWL ist, die behaupteten, wie wir oben gesehen haben, dass SUESS seine Ideen nicht wissenschaftlich zu fundieren versuchte, sondern sie immer nur metaphorisch veranschaulichte!

<sup>41)</sup> Zum Unterschied zwischen Aktualismus und Uniformismus vgl. ŞENGÖR (2001).

<sup>42)</sup> Zu dieser Kontroverse vgl. BARRANDE (1860).

<sup>43)</sup> Ein plio-pleistozäner, nicht ganz verfestigter muscheliger Sandstein oder sandiger Mergel in Ostengland (Norfolk, Suffolk und Essex). Zum Crag im „Antlitz“, siehe SUESS (1885, S. 378–379).

*Bevölkerungen hervortritt, ist es darum nicht nötig, dass man zu den universellen Katastrophen Cuvier's zurückgreife. Herr Lyell hat das grosse Verdienst, zuerst in ausführlicher Weise gezeigt zu haben, wie heute beobachtbare Erscheinungen hinreichen, um beträchtliche Veränderungen in der Theil- und Pflanzenwelt hervorzubringen.“* (SUESS, 1860, S. 155).

Nachdem er seine tektonischen Studien in Angriff genommen hatte, änderte er seinen aktualistischen Standpunkt nicht:

*„Die vorliegende Schrift umfasst nur die Darlegung der in Nieder-Österreich gesammelten Erfahrungen. Während ich mit ihrer Ausarbeitung beschäftigt war, trat am 3. Jänner d. J. eine kleine Erderschütterung ein, über welche durch planmässig vorgenommene Erhebungen eine grosse Anzahl von Daten gesammelt wurde. Sie sind in dem ersten Abschnitte niedergelegt; ich bin auf die Gefahr hin, eintönig zu werden, ziemlich ausführlich in ihrer Mittheilung gewesen, weil sie die sicherste Grundlage für die Beurtheilung älterer Erdbeben in Nieder-Österreich bilden.“* (SUESS, 1873, S. 1).

In diesen Fällen sehen wir, dass SUESS immer von heutigen Beispielen ausging, um dann zu den vorzeitlichen vorzuschreiten, weil die heutigen Beispiele besser bekannt sind. Auch im ersten Band des „Antlitz“ beschrieb SUESS zuerst die Erdbeben und die damit zusammenhängenden Brüche (zweiter Abschnitt des ersten Teils: S. 99–141), um dann weiter zur Beschreibung und Deutung älterer, fossiler Brüche überzugehen (dritter Abschnitt: S. 142–189). In vergleichbarer Weise beschrieb er zuerst die Vulkane, dann die Denudationsreihen der magmatischen Apparate, und erst dann die Batholithe, deren Entstehung wir gar nicht direkt beobachten können (vierter Abschnitt: S. 190–226). Auch verwarf er später aus demselben Grund die Geosynklinalidee, wie ich schon oben zitierte (SUESS, 1909a, S. 722). In einem Brief an den nach Amerika ausgewanderten Paläontologen Rudolf RUEDEMANN (1864–1956) gestand SUESS offen ein, dass er an ozeanische Geosynklinalen nicht glauben könne, weil keiner der heutigen Ozeane Geosynklinalstruktur zeige (KOBEL, 1928, S. 51).

In seinem das letzte Kapitel des „Antlitz“ zusammenfassenden Vortrag, gehalten vor der Geologischen Gesellschaft in Wien am 20. März 1909 und gleichsam betitelt „Das Leben“, sagte SUESS zur Entwicklung der Faunen:

*„Die Geschichte der Landfaunen, der Süßwasser- und der Salzwasserfaunen ist nicht dieselbe. Ich werde, um das zu zeigen, ein Beispiel anführen. Es ist nicht möglich, die Sache anders zu zeigen. Man muss da nicht in die ältere Formationen hinabgehen, sondern an die Gegenwart anknüpfen und höchstens mit der Tertiärformation anfangen.“* (SUESS, 1909c, S. 153).

Er ging also immer von dem direkt Erkennbaren zu dem nur mittelbar Erschließbaren. Darum kann ich mit Schilderungen nicht einverstanden sein, die SUESS als Katastrophentheoretiker darstellen. Diese durchaus falsche Deutung ist hauptsächlich (aber nicht ausschließlich!) durch TIETZES Missinterpretation der Äußerungen zweier SUESS-Schüler und Wiener Giganten, nämlich Theodor FUCHS (1909) und Viktor UHLIG<sup>44)</sup> (1909) entstanden und wurde in unseren Tagen leider, unter anderen, von GREENE (1982, bes. S. 191) aufrechterhalten<sup>45)</sup>. Die hier relevante Stelle bei FUCHS (1909) kommt auf S. 18–20 des Separata-

tadruckes seines „Das Antlitz der Erde“ besprechenden Zeitungsartikels vor. Nirgends in seiner scharfsinnigen Besprechung behauptet FUCHS, dass SUESS ein „Katastrophentheoretiker“ war, wie dies TIETZE in seiner Monographie (TIETZE, 1917, S. 395) für mich ganz unverstündlich behauptet. FUCHS sagt lediglich, dass die LYELLSche Lehre, dass alle geologischen Ereignisse sich aus Summierung kleinerer örtlicher Prozesse zusammensetzen, von SUESS verworfen wurde und SUESS auf die Existenz nicht nur örtlicher, sondern auch planetarischer Kräfte hingewiesen hatte. UHLIG (1909) sagt Ähnliches. Er wurde von TIETZE gleichfalls missverstanden.

Was FUCHS und UHLIG betonten, war also die Kritik, die SUESS an bestimmten Ideen von LYELL übte, da Letzterer glaubte, alle geologischen Verhältnisse nach den Maßstäben des tagtäglichen, menschlichen Lebens messen zu müssen. Durch eine detaillierte Studie der Sintflut zeigte SUESS dagegen, dass je größer der Maßstab eines geologischen Ereignisses, desto seltener sein Auftritt auf der geologischen Bühne zu sein scheint. Deswegen, sagte er, dass der Planet wohl von Menschen bemessen wird, aber nicht nach den Menschen (SUESS, 1883, S. 25).

*„Indem man sich der Bewunderung des Korallentierchens hingab, welches das Riff thürmt, und der Betrachtung des Regentropfens, welcher den Stein höhlt, hat sich, fürchte ich, aus der friedlichen Alltäglichkeit des bürgerlichen Lebens ein gewisser geologischer Quietismus herübergeschmeichelt in die Beurtheilung der grössten Fragen der Erdgeschichte, welcher nicht zu der vollen Beherrschung jener Erscheinungen führt, die für das heutige Antlitz der Erde die maassgebendsten waren und sind.“*

*Die Zuckungen, von welchen weit häufiger, als man noch vor kurzer Zeit annahm, einzelne Stücke des äusseren Felsgerüsts der Erde ergriffen werden, mahnen deutlich genug, wie einseitig eine solche Anschauung der Dinge ist. Die heutigen Erdbeben sind gewiss nur gar schwache Erinnerungen an jene tellurischen Bewegungen, von welchen der Bau fast jedes Gebirgszuges Kenntniss gibt. Es sind zahlreiche Beispiele des Gefüges grosser Gebirgsketten bekannt, welche innerhalb der Stetigkeit der grossen Vorgänge einzelne Episoden als möglich, in gewissen Fällen sogar als wahrscheinlich erscheinen lassen, von so unsagbar erschütternder Gewalt, dass die Einbildungskraft sich sträubt, dem führenden Verstande nachzufolgen und das Bild auszugestalten, für welches aus beobachteten Tatsachen dieser die Umrisse setzt.*

*Solche Katastrophen hat, so weit geschriebene Berichte reichen unser Geschlecht nicht erlebt.* (SUESS, 1883, S. 25–26).

Aber wie soll man denn die oben zitierten Zeilen verstehen, die mitsamt dem Wort „Katastrophen“ TIETZE Recht zu geben scheinen, und ganz besonders im Lichte anderer, älterer Äußerungen von SUESS, wie z.B., als er im „Boden von Wien“ den Einbruch des Wiener Beckens als ein Ereignis „von überwältigender Grossartigkeit“ beschreibt?

Dazu ist es wichtig, SUESS mit größter Aufmerksamkeit zu lesen. Denn er schreibt sehr deutlich. Man darf in seine Worte nicht eigene Bedeutungen oder Gedanken hineinlesen. Wenn TIETZE und seine Gefolgschaft das Wort „Katastrophe“ lesen, denken sie offenbar sofort an die großen Gegner LYELLS aus der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts und stellen SUESS mit ihnen gleich. Ihnen schweben die Weltumwälzungen CUVIERS oder die plötzlichen Gebirgsaufrichtungen Leopold von BUCHS oder Élie de Beaumonts vor. Von Buch hatte z.B. gedacht, dass die Aufrichtung der Alpen so schnell vor sich gegangen war, dass die exotischen Blöcke durch gewaltige Seewellen von den alpinen Gipfeln wie Kanonenschüsse zu den Höhen des Juragebirges geschleudert worden waren (von Buch, 1827)! Élie de Beaumont glaubte, dass die Aufrichtung der

<sup>44)</sup> Viktor UHLIG (1857–1911).

<sup>45)</sup> Obwohl Bowler (1992, S. 234) den Eindruck vermittelt, dass SUESS kein Katastrophentheoretiker ist, erweckt seine Beschreibung doch den Verdacht, als ob SUESS auch von Gebirgsbildungsphasen im Sinne der späteren Kober-Stilleaner gesprochen hätte. Dies scheint auch unter dem Einfluss vom GREENE's Buch geschrieben worden zu sein.

Anden und der gleichzeitige Aufbruch aller andinen Vulkane die Ursache der Sintflut gewesen waren (Élie DE BEAUMONT, 1830). Diese Denkweisen waren es, gegen welche LYELL gekämpft hatte (z.B. LYELL, 1833).

SUESS erlebte die schwersten Gefechte dieses Krieges nicht mehr mit (er war noch zu jung), aber in diesen Fragen war er später ganz deutlich auf LYELLS Seite (wie das oben angegebene Zitat aus SUESS, 1860, S. 155, ganz deutlich zum Ausdruck bringt). Als er seine eigene geologische Tätigkeit begann, hatten aber die meisten Begriffe schon begonnen, ihre Bedeutungen zu verändern. SUESS sagt uns selbst sehr deutlich, dass, wenn er Katastrophe schreibt, er diesen Begriff aus dem menschlichen Sinne her betrachtet. Für Gebirgsumwälzungen, sozusagen „ohne bewohnende Beobachter“, gibt er aber andere Maßstäbe.

Kehren wir zur Entstehung der Alpen zurück:

„Die von Lyell und Anderen so nachdrücklich hervorgehobenen Hebungen im Runn of Cutch [Abb. 14] und insbesondere die Entstehung des „Gottesdammes“ Allahbund [Abb. 15] bilden nach den bereits erwähnten Darstellungen Bartle Frère's<sup>46)</sup> eine der bisherigen Erklärungsweise gar nicht entsprechende Erscheinung [Abb. 16a]. Hier scheint wirklich eine Welle der Oberfläche erzeugt worden zu sein, und so verschieden die Erscheinung von wahrer Gebirgsbildung ist, muss doch erwähnt werden, dass das Profil des Allahbund wirklich einer jener embryonalen Falten nicht wenig gleicht, welche nach meiner Ansicht als unentwickelte Gebirge gelten können, und dass die Richtung der Bewegung dieselbe ist, wie in dem kleinen einseitigen Gebirge, dessen Reste aus dem Runn of Cutch hervorragen. Die Vergleichung des Profiles des Allahbund mit jenem des Pays de Braye [sic] wird versinnlichen, was ich ausdrücken möchte [Abb. 16b]. Es ist fast, als würde an dieser Stelle heute die faltende, Gebirge bildende horizontale Bewegung in Wirksamkeit sein und als bestünde der Aufhürrung grosser Gebirge gegenüber der Unterschied nur darin, dass hier die Bewegung eine seichte, auf die obersten Theile der Erde beschränkte und minder energische ist.“ (SUESS, 1875, S. 152).

Wir wissen heute, dass die schreckliche Katastrophe von Runn of Cutch (Moment-Magnitude, Mw, vermutet: 7.5) von 16. Juni 1819, welche die ungefähr 90 km lange und 6 bis 9 m hohe Klippe von Allahbund (d.h. „Gottesdamm“: Abb. 15) schuf, ein Ergebnis eines seichten Erdbebens auf einer NO-fallenden Aufschubung war ([http://asc-india.org/gq/18190616\\_allahbund.htm](http://asc-india.org/gq/18190616_allahbund.htm)) und offensichtlich mit der himalayischen Kompression zusammenhängt.

Diese gewaltige Katastrophe, als Folge derer die ganze Burg von Sindree, „Stätte von zahlreichen Schlachten“, unter den Gewässern eines plötzlich entstandenen Binnensees von 2000 Quadratmeilen südlich von Allahbund bis auf einen einzigen Turm verschwand (Abb. 17) und gleichzeitig ein Areal von 600 Quadratmeilen nördlich von Allahbund angehoben wurde (WADIA, 1953, S. 47), war immer noch ungefähr 800 mal kleiner als die jüngste Erdbeben- und Flutwellenkatastrophe von Südostasien am 26. Dezember 2004!

Aber noch größere Katastrophen sind in der Geologie bekannt. Man denke an die wiederholte Verdunstung und die Wiederauffüllung des Mittelmeeres während der messinischen Salinitätskrise (vgl. HSÜ, 1983a). Kevin BURKE und ich haben vor Jahren gezeigt, dass eine viel größere aber gleichartige Krise im Apt im südlichen Atlantik stattgefunden hatte (BURKE & ŞENGÖR, 1988).

Abb. 18 zeigt außerdem, dass, je größer die Energie eines Ereignisses, desto seltener die Häufigkeit seines Auftretens ist. Eugene SHOEMAKER hat dies auch für Meteoriteneinschläge dokumentiert (VGL. HSÜ, 1983b, Abb. 5) und ich habe gezeigt, dass, je größer das Areal einer Diskordanz ist, desto länger ist der Zeitabstand, den er reprä-

sentiert, und umso seltener sind seine Analoga in der Erdgeschichte (ŞENGÖR, 1991). Selbst in unserem tagtäglichen Leben erfahren wir oft, dass in den Ereignissen, die uns umgeben, dieselbe Größenskala herrscht: große Katastrophen in Industrieanlagen vom Ausmaß eines Tschernobyl kommen sehr selten vor; kleinere Pannen (wie z.B. ein Stromausfall) sind aber tagtägliche Geschehnisse. Wenn man daher das Unfallpotenzial einer Industrieanlage berechnen will, muss man alle Unfälle, groß und klein, mit in Betracht ziehen (vgl. ŞENGÖR, 1988).

Aus dem oben angegebenen Zitat (S. 25–26 von SUESS, 1860) ist es klar, dass SUESS wegen seines enormen Wis-

<sup>46)</sup> Anmerkung von SUESS: „*Journ. Roy. Geogr. Soc.*, **XL**, 1870, p. 181–207; vgl. Auch Wynne, *Mem. Geol. Surv. India*, **IX**, 1872, p. 38, *Vorrücken des Allahbund*.“ Die relevante Stelle in der langen Abhandlung von Sir H. Bartle E. FRERE befindet sich auf den Seiten 200 und 201 und lautet wie folgt:

„*Lastly, the size of the sand-ridges in the Thurr [vgl. Abb. 14 in dieser Arbeit] seems to me quite inconsistent with any theory of their formation by the agency of the wind. I do not know what may be the greatest measured height of sand hills clearly formed by the wind on any exposed sandy coast like those of Northern Europe, but I believe they never approach to the height of between 400 and 500 feet [120-150 m], which is a not uncommon elevation of the Thurr sand-ridges; and that, be it observed, not in single sand-hillocks, but in continuous ranges of parallel ridges, each of which maintains, for a long distance, nearly uniform elevation. But all the phenomena of the Thurr sand-ridges are consistent with the theory of their formation being due to undulation of a surface like that of the "Runn" or "Put," furrowing the previously smooth surface into billow-like ridges whenever the undulation caused a crack at right angles to the direction in which the earthquake wave was proceeding. We have, indeed, a well-observed and indubitable recent example of the formation of one such ridge by an earthquake undulation in the Allahbund, formed on the Runn by the great earthquake of 1819, and so well described from MacMurdo and Burnes by Sir Charles Lyell. The Allahbund, in fact, is in all respects a perfect, outlying specimen of a Thurr sand-billow of moderate height; and if the process which formed it were repeated, so as to form a sufficient number of similar parallel ridges connecting it with the Thurr, from which it is now a few miles distant, the character of the ridges would be in no respect distinguishable from those of the main portion of the Thurr. Abundant evidence that this is no fanciful theory may be found in the structure of the rocky ridges which wrinkle the plains W. of the Indus. These plains frequently consist of a surface-bed of calcareous sandstone and conglomerate, full of marine shells, and often apparently very little changed, except in elevation from the position it occupied when at the bottom of the ocean. The substratum consists of marls and clays; the surface, sandstone, being of various depth, but often a mere shell only a few feet thick. This crust frequently lies in large plains many miles in extent, and the ridges which traverse it are very generally similar in size and shape to the sand-ridges of the Thurr, or to the Allahbund; while from the presence of the sandstone crust they retain even stronger traces of the mode of their formation. A section at right angles to these ridges generally presents the appearance shown in the annexed diagram, namely, a long slope of almost undisturbed sandstone, rising to the crest of the ridge, and then a steep scarp down to the level of the plain, where another slope commences rising, while the scarp itself bears the fragments of the broken stony crust, often so little dislocated, that they appear almost capable of being restored to their original position, like the pieces of a jointed map.*“

Auf S. 38 von WYNNE dagegen konnte ich überhaupt keine Erwähnung von einem Vorrücken des Allahbund finden, wie es SUESS angibt. Auf S. 36 beschreibt WYNNE den Bericht des Capitäns BAKER von den Bengal Engineers, in welchem die Asymmetrie von Allahbund betont war:

„*In 1844 the Allah Bund was visited by Captain (now General) Baker, of the Bengal Engineers. On the 11th of July, he found the 'mound,' cut thorough by the Pooraun (or Koree), nearly four miles [≈6.5 km] in width, but in other places it was said to vary from two [≈3.2 km] to eight [≈13 km] miles. Its greatest height was on the borders of the lake, above the level of which it rose 201/2 feet [6.2 m]. "From this elevation it gradually slopes to the northward till it becomes undistinguishable from the plain."*“

*This is the only observer who mentions that the Allah Bund had any slope on the north side; and the section submitted with his report to the Sind Governemnt shows a slope in that direction from the line of depression northwards, amounting to 19 feet [≈5.75 m] in four miles [≈6.5 km].“* (Hervorhebung durch WYNNE).

Vielleicht war es eben diese Beschreibung der Asymmetrie des Allahbunds, die SUESS mit Recht als ein Zeichen des Vorrückens deutete, aber anstatt S. 36 aus Versehen S. 38 schrieb.



Abb. 14. Schwarzweiß-Kopie eines Teiles der farbigen Faltkarte von FRERE, die sich zwischen den Seiten 180–181 des Journal of the Royal Geographical Society, 40, befindet und ist betitelt: „Map to illustrate Sir H. Bartle E. Frere's notes on the Runn of Cutch &c.“ Die Karte zeigt die Lage der Thar („Indische Wüste“) und des Runn of Cutch. Für die Lage des Allahbund innerhalb vom Runn siehe Abb. 15.

sens und seiner unglaublichen Intuition die Existenz dieser Energieskala in den Naturprozessen gespürt haben muss<sup>47)</sup>. Er schrieb deshalb, dass unser Geschlecht ein wirklich großes geologisches Ereignis, das wir eine Katastrophe nennen würden, (noch) nicht miterlebt hat, obwohl mehrere solche aus der geologischen Überlieferung bekannt sind. Dies ist übrigens genau der Gesichtspunkt, bei dem die moderne Geologie, nach den vielen Irrwegen des Zwanzigsten Jahrhunderts, heute wieder angelangt ist (vgl. HSÜ, 1983b).

Das ist aber noch kein Beweis für eine, sozusagen „totale“ anti-LYELLSche Haltung von SUESS. LYELL selbst hat z.B. eine katastrophale Entleerung der großen amerikanischen Binnenseen und daraus resultierende kontinentweite Fluten noch innerhalb seines uniformistischen Denkens

47) Ich vermute, dass SUESS auf die Existenz dieser Energie- oder Größenskala durch die „Géographie Botanique Raisonnée“ (1855, Bd. II, S. 1125) des Schweizer Botanikers Alphonse DE CANDOLLE (1806–1893) zuerst aufmerksam geworden war, welche er 1860 zitierte: „Alles führt zu der Folgerung hin, welche Herr Alph. de Candolle so scharf ausgedrückt hat: ‚Die Rassen, die Arten, die Genera, die Familien haben eine unbegrenzte Dauer, d. h. sie haben in sich selbst keine Veranlassung an einer bestimmten Epoche zu enden. Sie dauern an bis zum Augenblicke, in welchem äussere Ursachen, welche häufig sind für die Racen [sic], weniger häufig und selbst selten für die Arten, sehr selten für die Genera und vor Allem für die Familien, langsam oder schnell sie beeinflussen.‘“ (SUESS, 1860, S. 154–155). Alphonse DE CANDOLLES Ideen selbst basierten auf der Unterscheidung, die sein Vater Augustin DE CANDOLLE (1778–1841) in seiner „Géographie Botanique“ (1820) gemacht hatte, zwischen dem normalen Sitz („station“) und der maximalen geographischen Verbreitung („habitation“) der Arten (DE CANDOLLE, 1820, S. 383; vgl. BOWLER, 1992, S. 274).

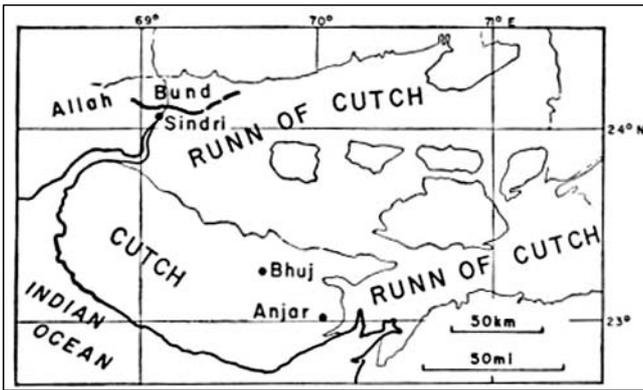


Abb. 15. Aufschiebungsbruch im Runn of Cutch, Indien, der während des Erdbebens vom 16. Juni 1819 entstanden ist. Nach RICHTER (1958, Abb. 31-9).

aufgefasst, und zwar schon in der ersten Ausgabe der „Principles“ (LYELL, 1830, S. 89).

Auch über Gebirgsbildungen sind die Meinungen von LYELL und SUESS einander sehr viel näher als denjenigen von wahren Katastrophisten wie z.B. Élie DE BEAUMONT oder James Dwight DANA (vgl. seine, in den verschiedenen Auflagen zwischen 1862 und 1894 von seinem berühmten und sehr einflussreichen „Manual of Geology“ geschriebenen Ideen). Zum einen sagt SUESS in seinen oben zitierten Worten, dass die früheren Zuckungen nur

„... einzelne Stücke des äusseren Felsgerüsts der Erde ..“

ergriffen haben und nicht die ganze Erde. LYELL, auch in der letzten, im selben Jahr wie SUESS' „Die Entstehung der Alpen“ posthum erschienenen Auflage seiner bahnbrechenden „Principles of Geology“ (eine frühere Auflage, welche SUESS als junger Mitarbeiter der Geologischen Reichsanstalt zusammen mit Ferdinand von HOCHSTETTER und Ferdinand von RICHTHOFEN ins Deutsche übersetzen wollte, um zu zeigen, was unter „Geologie“ zu verstehen

wäre: SUESS (1916, S. 113–114) polemisierte gegen die weltweit gleichzeitig auftretend gedachten Gebirgsketten von Élie DE BEAUMONT (LYELL, 1875, S. 118 ff.). Darin war SUESS mit ihm einig.

Zum anderen wandte LYELL sich auch gegen die plötzliche Aufrichtung der einzelnen Gebirgsketten und hat mit Recht unterstrichen, dass ganze Sedimentpakete einer geologischen Periode nicht als in einem Augenblick abgesetzt gedacht werden dürften. Aber schon in der „Entstehung der Alpen“ schrieb SUESS genau dasselbe und unterstrich, dass die Aufrichtung der Alpen eine sehr lange Zeit gedauert hatte:

„Solche Beispiele ... aus den Alpen ... beweisen, dass bis zu einer Zeit, welche tief in die mesozoische Epoche zurückreicht, die Region der Alpen oftmals der Schauplatz grosser Störungen gewesen ist. Es ist hier auch der Ort, zu erinnern, um wie viel reicher die Südalpen an Eruptivgesteinen jeden Alters sind als die Nordalpen, und dieser Umstand deutet an, dass die Vorgänge auch in früherer Zeit im wesentlichen dieselben waren, wie in den späteren Epochen. Die Frage ist vielmehr, ob die Ursachen, durch welche diese Kettengebirge entstanden sind, nicht auch heute noch wirksam sind, und diese Frage glaube ich ... bis zu einem gewissen Grade bejahen zu sollen.“ (SUESS, 1875, S. 56).

Hat er nicht auch in demselben Buch (S. 146) über

„... die Fortdauer der gebirgsbildenden Kraft und ihre durch viele geologischen Epochen andauernde Wirkung in einzelnen grossen Ketten ...“

geschrieben? Er hat zwar auch formuliert:

„Gewiss sind einzelne Acte der Aufrichtung unserer Gebirge plötzlich ...“

aber damit hat er nicht an ein ganzes Gebirge bildende Revolutionen à la Élie DE BEAUMONT, sondern an die großen, Relief- oder „embryonale Falten“ schaffenden Erdbeben gedacht (SUESS, 1875, S. 154–155)<sup>46)</sup>, genau wie wir es heute tun.

Hatte LYELL nicht auch gesagt, in seiner Präsidialrede vor der Geological Society of London im Jahre 1850:

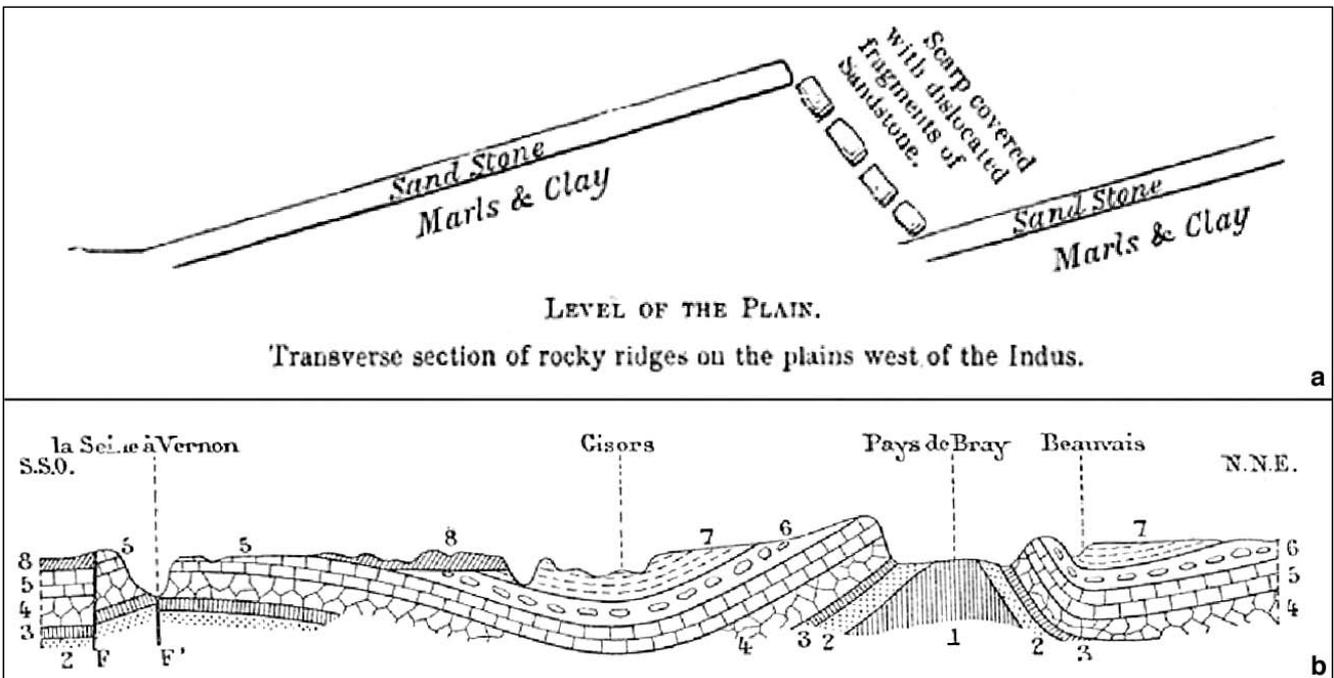


Abb. 16. a) Sir H. Bartle E. FRERE'S Vorstellung von der Struktur des Allahbund (Süden auf der rechten Seite) im Vergleich mit den tektonischen Rücken der Wüste von Thur westlich vom Indus. b) Edmond HÉBERTS Querschnitt durch die asymmetrische Antiklinale vom Pays de Bray (aus VÉLAIN, 1892, Abb. 377). Mit diesem ähnlichen Bild hat SUESS die Struktur des Allahbund zugehende Skizze von Sir H. Bartle E. FRERE verglichen.

Abb. 17.

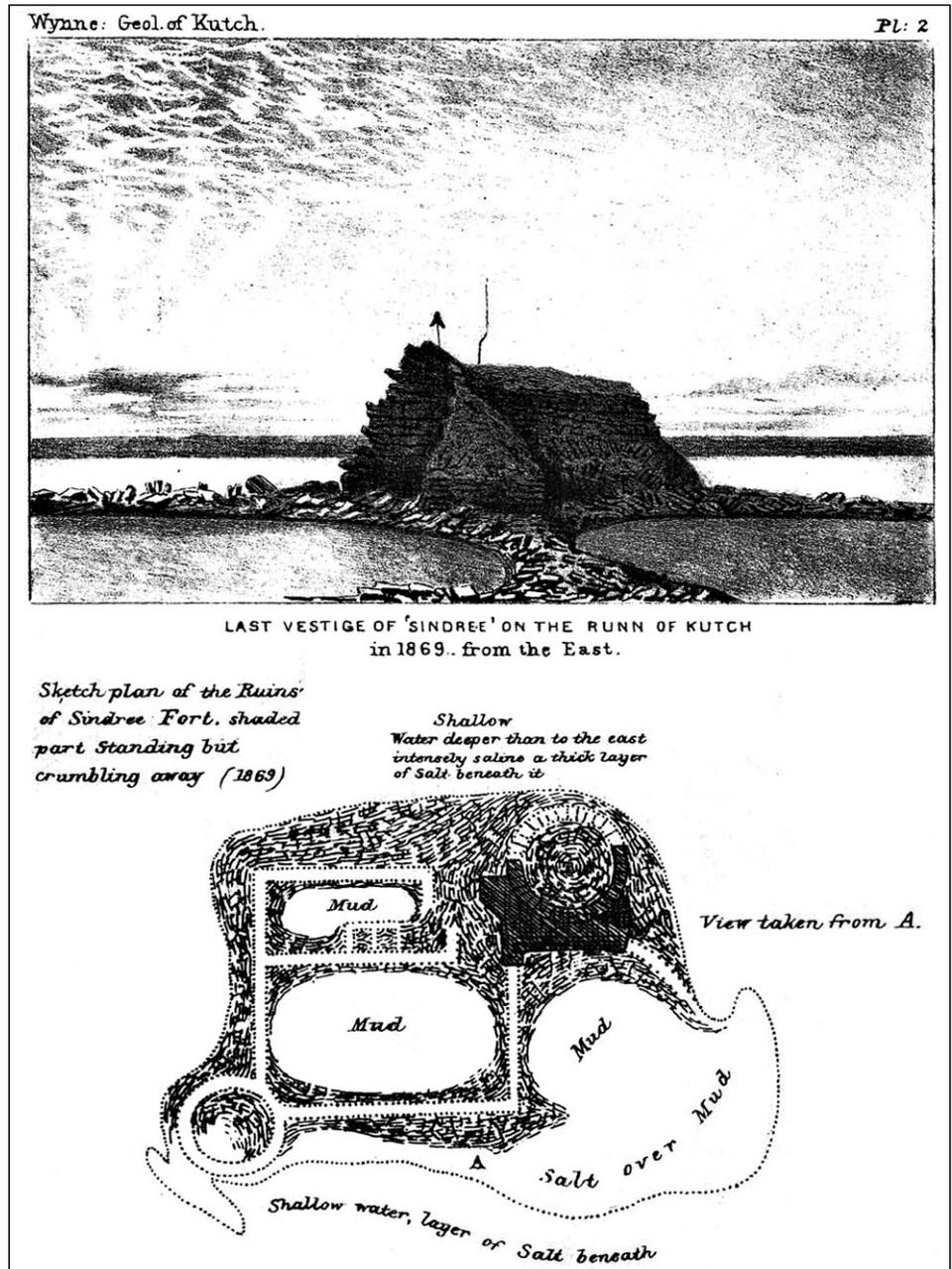
Der Turm, der von der Burg Sindree übriggeblieben ist, wie er im Jahre 1869, also ein halbes Jahrhundert nach dem Erdbeben vom 16. Juni 1819, erschien. Nach WYNNÉ (1872, Tafel 2). Das wasserbedeckte Areal ist der gesunkene Liegendblock der Aufschiebung von Allahbund im Runn of Cutch.

„During the same tertiary periods there have been vertical subsidences as well as elevations of the same areas; and we have every reason to believe that the large part of the globe (comprising nearly three fourths of its superficies), which is covered by water, has undergone, in equal periods of time, oscillations of level not inferior in degree to those to which the continental spaces have been subjected. If therefore we were to confine our thoughts to the more outward modifications in the shape of the land or bed of the sea, and all the changes of climate and fluctuations in organic life inseparably connected with movements which have amounted, in some cases, to more than two miles vertically in one direction, besides the lateral displacements of rocks and their denudation by water, the series of events would seem endless, and their magnitude not easily to be exaggerated. But it is evident that these superficial mutations are trifling in amount in comparison with revolutions which must have been going on simultaneously in the inferior parts of the earth's crust. The reality of these changes is certain, although their nature may be obscure.“ (LYELL, 1850, S. XXXIX-XL)?

LYELL schrieb weiter, dass alle Perioden des Tertiärs nicht ausreichen würden, um die Tiefengesteine dieser Ära zur Oberfläche zu bringen. Er wies auf die vielen Phasen in der Bildung der Gebirge hin und stellte Argumente vor, um zu beweisen, dass jede dieser Phasen sehr lang gedauert haben kann. Er spricht auch von Erdbeben, die in diesem Prozess der Gebirgsaufrichtung beteiligt waren. All das ist kaum verschieden von dem, was SUESS über denselben Gegenstand sagt. Nur wusste SUESS, dass die Erdmaschine doch nicht so langsam war, wie LYELL sich seinerzeit dachte.

Aber dennoch hat SUESS an weltweite Ereignisse gedacht, die in verhältnismäßig kurzen Zeitintervallen be-

<sup>48)</sup> Auch in den ersten Jahren seiner geologischen Studien dachte er dasselbe. Als er an „Heftige Bewegungen“ dachte, die verderblich fürs Leben gewesen waren, meinte er entweder rasche aktuelle Niveauänderungen oder einfach große, tatsächlich erlebte Erdbeben (vgl. SUESS, 1860, S. 167, Fußnote 2).



trächtliche und globale Änderungen zu schaffen imstande waren, woran LYELL nie konsequent dachte. Was waren diese Ereignisse und wie wurde SUESS darauf aufmerksam? Die Beantwortung dieser Frage bringt uns zu dem Kern des SUESS'schen Gedankenganges in der Geologie überhaupt. SUESS selbst erzählt uns in seiner Abschiedsvorlesung im Jahre 1901, wie er zu diesen Gedanken gekommen war:

„Meine Kollegien wurden als Vorlesungen über allgemeine Paläontologie am 7. October 1857 eröffnet, das ist noch zwei Jahre vor dem Erscheinen von Darwin's Buch über die Entstehung der Art. Es ist ja bekannt, dass im XVIII. Jahrhundert hervorragende Denker, wie Leibniz, Herder und Andere, den Zusammenhang und die Einheit alles organischen Lebens bereits richtig erkannt hatten. Als aber Cuvier am Beginne des XIX. Jahrhunderts, und zwar hauptsächlich an Resten aus dem Gyps des Montmartre, mit Bestimmtheit den überraschenden Nachweis führen konnte, dass auf der Erde in früheren Zeiten andere, heute gänzlich erloschene Thiergattungen gelebt haben, und dass ein wiederholter Wechsel

Abb. 18.  
Energieinhalt versus Vorkommenshäufigkeit einiger geologischer Prozesse.  
Man beachte: Je größer der Energieinhalt, desto seltener die Häufigkeit des Auftretens.  
Nach HSÜ (1983b, Abb. 5).

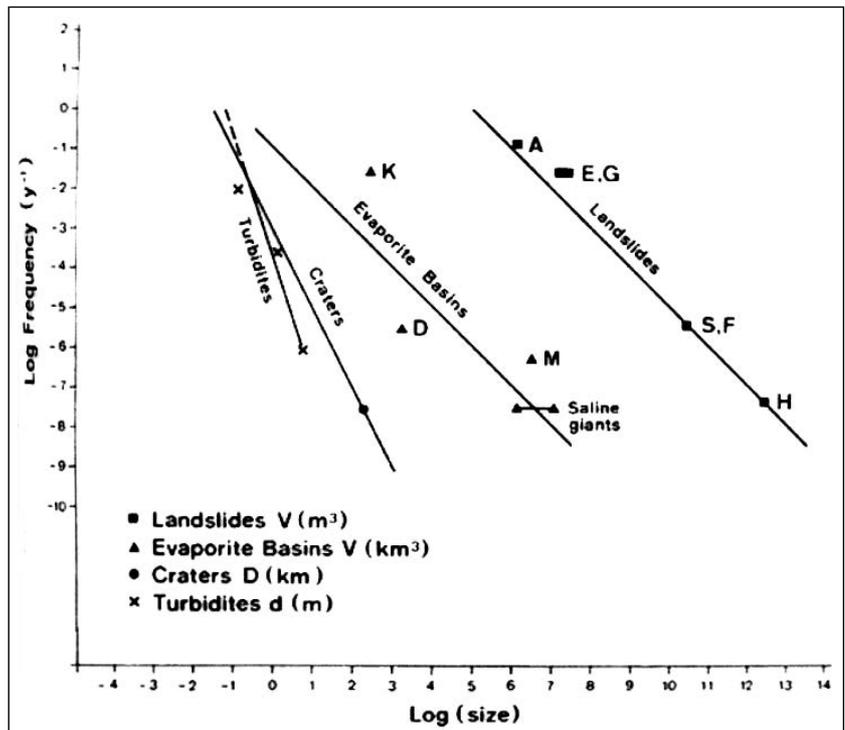
in der Thierwelt eingetreten sei, und als er hieraus auf wiederholte Revolutionen schloss, deren Schauplatz die Erde gewesen sei, schloss sich ihm die übergrosse Anzahl der Forscher an und zu jener Zeit, im Jahre 1857, stand man ganz unter dem Einflusse Cuvier'scher Anschauungen.

Auf mich persönlich hatte eine Schrift von Edward Forbes über den Einfluss der Eiszeit auf Migrationen einen tiefen Einfluss ausgeübt; sie verdient auch heute noch gelesen zu werden<sup>49)</sup>.

Nachdem Darwin's Buch erschienen war, erfolgte ein grosser und allgemeiner Umschwung der Ansichten auf dem ganzen Gebiete der Biologie. In der That lässt sich ausser den grossen Entdeckungen von Kopernikus und Galilei kein zweites Beispiel eines so tiefen Einflusses auf die allgemeinen Anschauungen des Naturforschers anführen. Er ist nicht der erste gewesen, der die Einheit alles Lebens begriff und aussprach, dass er aber im Stande war, strengere Beweise zu bringen und die Wendung der Geister zu erzielen, bildet seinen unsterblichen Ruhm.

Auf dem Gebiete der Paläontologie vollzog sich diese Wendung allerdings nicht in so einfacher und, wenigstens bei uns, nicht in einer den besonderen Ansichten Darwin's so ganz und gar entsprechenden Weise, als man sich das vorzustellen pflegt. Darwin stützte seine Meinung von der Variabilität der Species vor allem auf Zuchtwahl und verwandte Erscheinungen. Aber die Paläontologie lehrt Andern. Sie lehrt, dass die Terminologie für die einzelnen, durch ihre Fossilreste bezeichneten Abtheilungen der geschichteten Gebirge Anwendung findet über den ganzen Erdball. Es müssen daher von Zeit zu Zeit irgendwelche allgemeine, den ganzen Planeten umfassende Veränderungen der äusseren physischen Verhältnisse eingetreten sein. Man sieht auch nicht eine stetige und ununterbrochene Abänderung der organischen Wesen, wie sie etwa aus einer stetigen Einwirkung der Zuchtwahl hervorgehen möchte. Es sind im Gegentheile ganze Gruppen von Thierformen, welche erscheinen und verschwinden. Darwin suchte diesen Umstand durch Lücken unserer Kenntniss zu erklären, aber heute sieht man deutlich, dass diese angeblichen Lücken eine viel zu grosse horizontale Erstreckung besitzen. (SUESS, 1902, S. 1–2).

Als junger Paläontologe ist also SUESS unter dem Einfluss von CUVIER gestanden, aber, wie wir oben gesehen haben, aus einem LYELLSchen Gesichtspunkt. Damals waren die besten Paläontologie-Lehrbücher von den Vertretern der CUVIER-Schule geschrieben. Der große CUVIER-Schüler, Alcide Dessalines d'ORBIGNY (1802–1857), einer der Schöpfer der europäischen Epochen-Gliederung im Jura und in der Kreide, und der Mikropaläontologie, war



kaum gestorben, als SUESS seine Vorlesungen begann. In seinem berühmten Lehrbuch „Cours Élémentaire de Paléontologie et de Géologie Stratigraphiques“, das im selben Jahr publiziert wurde, als SUESS beim Hofmineralienkabinett als Assistent anging, behauptete d'ORBIGNY, dass am Ende des Silurs, des damaligen ersten Systems des Paläozoikums, 418 Arten samt 21 Gattungen durch eine universale Katastrophe verschwunden seien und im damaligen zweiten System, im Devon, 79 Gattungen und 1198 Arten früher nicht existierender Tiere geschaffen worden seien. Nachdem die devonischen Tiere verschwunden waren, seien im Karbon erneut 72 Gattungen und 1047 Arten geschaffen worden (d'ORBIGNY, 1852, S. 323, § 1733 und S. 360, § 1761)<sup>50)</sup>. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass der junge SUESS vom plötzlichen Erscheinen und Verschwinden ganzer Faunen sehr beeindruckt war. Er versuchte aber, diese Beobachtungen vom Gesichtspunkt der LYELLSchen Lehre her zu deuten und nicht zum Katastrophismus zurückzugreifen.

Es war aber nicht diese Katastrophen-Paläontologie der CUVIER-Schule allein, die ihn beeindruckte. Als er sein Berufsleben begann, waren alle die heute gültigen Systeme der Stratigraphie (was man damals und bis vor kurzer Zeit in deutschsprachigen Ländern „Formationen“ zu nennen pflegte) bereits auf der ganzen Erde definiert gewesen und zwar auf paläontologischer Grundlage<sup>51)</sup>. Wie er uns dies schon im ersten Kapitel des „Antlitz der Erde“ schildert, hatte

<sup>50)</sup> Für die Geschichte der paläontologischen und stratigraphischen Ideen von d'ORBIGNY, siehe die beiden Numéros thématiques der Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Paris (Paléovol), Bd. 1, Hefte 6 und 7 (octobre et novembre 2002), die d'ORBIGNY gewidmet sind und ausgezeichnete Abhandlungen haben. Vgl. auch LEGRÉ-ZAIDLINE (2002) und TAQUET (2002).

<sup>51)</sup> Als SUESS sein Berufsleben begann, war das bestbekannte und weitestverbreitete deutsche Lehrbuch der Geologie dasjenige des berühmten Leipziger Professors Carl Friedrich NAUMANN (1850, 1854a,b). Darin finden wir bereits alle Systeme der geologischen Zeitskala, die wir heute verwenden, mit den Ausnahmen von Kambrium und Ordoviz (vgl. den zweiten Band: NAUMANN, 1854). Kambrium war zwar seit 1836 bekannt (SEDGWICK & MURCHISON, 1836), aber unter dem Einfluss von Sir Roderick I. MURCHISON als Systemname noch nicht in Verwendung. Ordoviz wurde ja erst später im Jahre 1879 durch Charles LAPWORTH für die Aufhebung der Kambrium-Silur-Kontroverse eingeführt. Für die Geschichte der Kambrium-Silur-Kontroverse, vgl. SECCORD (1986).

<sup>49)</sup> SUESS zitiert diese Schrift von FORBES auch im ersten Kapitel des „Antlitz“, Anm. 18: „On the Connexion between the Distribution of the existing fauna and flora of the Brit. Isles and the geol. changes etc.; Mem. Geol. Surv. Off. 1, p. 340.“ Für die vollständige Literaturangabe siehe FORBES (1846).

SUESS die größte Schwierigkeit, zu verstehen, wie eine solche wunderbare globale Übereinstimmung in den Gesteinsverbänden möglich sein könnte ohne globale Ursachen:

*„Ist der Hörer nun einmal so weit gekommen, ist er an der Pforte der stratigraphischen Geologie und zugleich jener der Geschichte des Lebens angelangt, so sieht er sich umdrängt von einer kaum zu beherrschenden Menge von Einzelheiten über die Verbreitung, die Lagerung, die Gesteinsbeschaffenheit, die technische Benützbarkeit und die organischen Reste jeder einzelnen Unterabtheilung. Er hält inne und fragt: Was ist denn eine solche geologische Formation? Welche Umstände bedingen ihren Anfang und ihr Ende? Wie ist es denn zu erklären, dass gleich die erste derselben, die silurische Formation, in so entlegenen Theilen der Erde, vom Ladoga-See bis zu den argentinischen Anden, vom arktischen Amerika bis Australien in so deutlich wiederkehrenden Merkmalen sich wiederholt, und wie kommt es, dass die Gleichstellung bestimmter Horizonte aus verschiedenen Zeitaltern und ihre Unterscheidung von anderen Horizonten über so weite Flächen durchgeführt werden kann, ja dass thatsächlich sich diese stratigraphischen Abgrenzungen über den ganzen Erdball erstrecken?“*

*Diese Frage ist gewiss naheliegend und berechtigt, aber wenn wir alle die hervorragendsten Meister unserer Wissenschaft heute zu einem glänzenden Tribunal vereinigen, und diesem die Frage des Schülers vorlegen könnten, ich zweifle, dass die Antwort eine einstimmige, ja ich weiss nicht, ob sie überhaupt eine bestimmte sein würde. Gewiss ist, dass sie im Laufe der Jahrzehnte nicht immer gleich gelaute hat.“ (SUESS, 1883, S. 10).*

Nach diesem Geständnis fasst SUESS die hauptsächlichsten Ansichten über die Ursachen der Einheit der stratigraphischen Unterabteilungen auf der ganzen Erde zusammen. Er führt zuerst die katastrophistischen Ansichten von ÉLIE DE BEAUMONT und d'ORBIGNY an, zeigt aber dann, dass bereits 1857 Vicomte d'ARCHIAC (1802–1868) mit Bestimmtheit die volle ‚Unschädlichkeit‘ der großen Dislokationen der Erdrinde gegenüber den Gesetzen der Lebensfolge behauptete<sup>52)</sup>. Eine Schrift von Edmund HÉBERT (1812–1890) über die physikalischen Ereignisse, die für Grenzbestimmung zwischen zwei stratigraphischen Systemen wichtig waren (HÉBERT, 1859), hatte SUESS (als er noch an Hebungen und Senkungen der Lithosphäre glaubte) beeindruckt: HÉBERT hatte gesagt, es seien die Oszillationen des Bodens, aber nicht die lokalen Gebirgserhebungen, die die Systeme begrenzen. Als Paläontologe wusste SUESS, dass meistens nicht einzelne Arten, sondern ganze Tiergesellschaften – die er ökonomische Einheiten zu nennen pflegte – verschwunden waren.

In seiner Abschieds-Vorlesung betonte SUESS, wie er damals sah, dass die Umwelt tatsächlich auf die Veränderungen der lebendigen Wesen einen viel größeren Einfluss ausübte, als DARWIN ursprünglich zuzugeben geneigt war:

*„Es drängt sich somit der Gedanke auf, dass den Veränderungen der äusseren Lebensverhältnisse ein grösserer Einfluss zufällt<sup>53)</sup>. Ich darf hinzufügen, dass über diese Frage*

<sup>52)</sup> „Ces faits confirment donc aussi les deux remarques auxquelles nous a conduit l'étude comparative des formations dans les pays de plaine et de plateaux avec ceux des pays de montagnes: savoir, l'innocuité complète, si l'on peut s'exprimer ainsi, des grandes dislocations de l'écorce terrestre sur la loi qui préside à la succession des êtres dans le temps ...“ (d'ARCHIAC, 1857, S. 599–600).

<sup>53)</sup> Dass dieser Gedanke seit dem Beginn seines Berufslebens mit ihm war, bezeugt der einführende Satz zu seiner Arbeit „Über die grossen Raubthiere der österreichischen Tertiär-Ablagerungen“: „Nicht seit dem Erscheinen von Darwin's berühmter Schrift, sondern seit einer langen Reihe von Jahren beschäftigt viele Paläontologen die Frage, ob wohl die wiederholten Veränderungen im Thierreiche und im Pflanzenreiche durch Veränderungen der äusseren Lebensverhältnisse veranlasst worden seien.“ (SUESS, 1861, S. 217; vgl. auch SUESS, 1860).

*ein Briefwechsel zwischen Darwin und unserem vielbetrauten Neumayr<sup>54)</sup> stattgefunden hat und dass Darwin diesen Einwendungen gegenüber eine keineswegs ganz ablehnende Haltung einnahm. Aber es ist auch für die ganze Sachlage bemerkenswerth, dass auf einen so hochstehenden Geist wie Darwin, die grossen und allgemeinen Erfahrungen der Paläontologie, welche ich soeben angedeutet habe, weniger Eindruck hervorgebracht zu haben scheinen, als die kleinen Variationsreihen, welche man bei gewissen fossilen Süswasserschnecken, z. B. bei Valvata oder Paludina wahrnimmt.*

*Da und dort treten Umstände zusammen, welche einen etwas näheren Einblick in den Sachverhalt gestatten. Das ist z.B. in der Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen Europas und insbesondere Wiens der Fall. Hier erkennt man das Folgende: Die lebenden Wesen sind auf der einen Seite von gewissen äusseren, physischen Umständen, wie Klima, Feuchtigkeit u.s.w. abhängig. Auf der anderen Seite stehen sie aber auch in einer gegenseitigen, socialen Abhängigkeit von einander. Jedes belebte Gebiet oder, wie man sich auszudrücken pflegt, jede zoologische Provinz bildet gleichsam eine ökonomische Einheit, in welcher zur Ernährung von so viel Fleischfressern so viel pflanzenfressende Futterthiere, von so viel Pflanzenfressern soviel Futterpflanzen nötig sind; honigsaugende Lepidopteren setzen den Blumenkelch, insectenfressende Singvögel eine gewisse Summe kleiner Insecten voraus, u.s.w., und die Störung eines Gliedes dieser Einheit kann möglicher Weise das Gleichgewicht der Gesamtheit stören<sup>55)</sup>.*

*Solche Störungen sind allem Anscheine nach bei diesen Landfaunen von Zeit zu Zeit eingetreten und sie mögen von ganz verschiedener Art gewesen sein. Dann sieht man eine ganze Fauna über ganz Europa oder über einen noch viel grösseren Raum hin verschwinden, und eine neue Fauna tritt an ihre Stelle. Diese neue Fauna steht jedoch immer mehr oder minder strengem, vicarirendem, das ist stellvertretendem Verhältnisse zu ihrer Vorgängerin; sie ist deutlich aus einer Abänderung der ersteren, wahrscheinlich hauptsächlich aus einer Anpassung an die geänderten Verhältnisse hervorgegangen, und auch wenn die Lagerungsfolge der Schichten ganz unbekannt wäre, könnte man leicht erkennen, welches die erste, die zweite, die dritte Fauna gewesen ist.*

*Ausserdem zeigen die zahlreichen phylogenetischen Faden, welche die meisten der grossen Gruppen fossiler Thiere verbinden, oder die Einheit in der Entwicklungsart einzelner Organe, wie die Extremitäten, oder die allgemeine Aufeinanderfolge von Kiemen und Lunge, dann die Reihe auffallender Übereinstimmungen, welche zwischen der Entwicklung gewisser Thiergruppen und der Entwicklung des einzelnen Individuums dieser Gruppe erkennbar sind, in unzweifelhafter Weise die Richtigkeit des Darwin'schen Grundgedankens, nämlich die Einheit des Lebens.*

*Die stratigraphische Geologie und die Paläontologie weisen darauf hin, dass die Entwicklung des organischen Lebens wahrscheinlich niemals völlig unterbrochen worden ist, dass sie aber nicht in gleichförmiger Weise vollzogen hat. Es sind Störungen eingetreten. Die natürliche Zuchtwahl besteht, aber sie tritt in die zweite Linie. Einzelne ganz alte Typen, wie Hatteria (Sphenodon), haben sich mit geringer Abänderung bis in unsere Tage erhalten. (SUESS, 1902, S. 2–3).*

Was waren denn diese das Gleichgewicht ganzer ökonomischer Einheiten störenden physischen Ereignisse?

<sup>54)</sup> Melchior NEUMAYR (1845–1890), nach Viktor UHLIG „der größte Paläontologe seiner Zeit“, war der Schwiegersohn von SUESS.

<sup>55)</sup> Solche Gleichgewichtsstörungen ökonomischer Einheiten von lebendigen Wesen hatte ja SUESS selbst sehr früh aus seinen Studien um Wien gefolgert: „Die Landflora hat sich auch öfters geändert und möglicher Weise ist der wiederholte Untergang der Säugethiere nur eine secundäre und von den Änderungen der Flora abhängige Erscheinung gewesen.“ (SUESS, 1860, S. 166).

Bei den Land-Faunen und -Floren waren diese offensichtlich ganz verschiedenartige geologische Prozesse, wie z.B. große Eiszeiten. Bei den marinen Faunen aber müssten sie globaler und häufiger gewesen sein, um ganze marine Einheiten zu zerstören und stratigraphische Systeme zu kennzeichnen. Hier verband SUESS 1860 die Bewegungen des weltweiten Meeresspiegels und die Wechsel der Faunen (vgl. ganz besonders den Unterabschnitt 2, betitelt „Der Einfluss von Niveau-Veränderungen“ in SUESS, 1860, S. 156–169).

LYELL hatte es schon in seinen „Principles“ angedeutet und SUESS selbst es zeigen können, dass submarine Senkungen, obwohl lokal, das ganze globale Meeresniveau ändern mussten. Darin lag für SUESS, besonders nachdem er die lokalen Hebungen und damit lokalen Oszillationen der Kontinente abgelehnt hatte, die Verbindungskette zwischen der von den lokalen Ereignissen beherrschten LYELLSchen Welt und der von globalen Veränderungen heimgesuchten CUVIERSchen Welt. Hat er nicht in der Dämmerung seines Lebens an seinen jüngeren amerikanischen Kollegen Charles SCHUCHERT (1858–1942) geschrieben, dass die terminale mesozoische Regression vielleicht für die Ausrottung der Dinosaurier verantwortlich war (vgl. ŞENGÖR, 2000b)?

Für SUESS waren die großen ozeanischen Einbrüche die wichtigsten geologischen Prozesse. Wie wir oben gesehen haben, war er eigentlich als junger Paläontologe erst durch dieses Problem zur Tektonik gekommen. An diese Senkungen waren nicht nur die Regressionen und die damit zusammenhängenden Artensterben, sondern auch Gebirgsbildungen gebunden. Senkende Keile (eigentlich invertierte Kegel) haben entlang ihrer Ränder die Kruste in horizontaler Richtung eingepresst und gebrochen und/oder in Falten gelegt. Darum waren die „horizontalen“ Gebirgsbildungen „seichtere“ Phänomene als die „vertikalen“, Einsenkungen begrenzenden und Magmen zutage fördernden Randstörungen der Einsturzbecken. Darum waren auch die Gebirgsbildungen nicht global und so unregelmäßig auf dem Plan des Antlitzes der Erde verteilt. Und darum waren die Gebirgsbildungen meist mit Regressionen gekoppelt.

*„Der Zusammenbruch des Erdballes ist es, dem wir beizuhelfen ...“*

hatte er am Ende des ersten Bandes des „Antlitz der Erde“ geschrieben. Und dieser Zusammenbruch war etwas Unregelmäßiges, langsam vor sich Gehendes, und, für die Zeiten, die der Geologe damals zu überblicken imstande war, etwas ziemlich Eintöniges, aber mit lokalen, irregulären Ereignissen auch global Schaffendes.

Wir wissen heute, dass falsch ist, was dem Meister als Grundmechanismus vorschwebte, aber sein Bild der Erde war so elegant, so einheitlich, dass man fast glauben möchte, dass so etwas zu schaffen der Natur doch würdig wäre! Außerdem, mit der Ausnahme des Grundmechanismus, besteht alles, was er uns vorlegte, heute noch. Wir haben seine Welt nicht geändert, nur seine Gründe für die Existenz und Wirkungsweise dieser Welt mit anderen ersetzt.

Er hatte den Grundmotor der Tektonik in den Ozeanen gesucht. Die damaligen technischen Möglichkeiten erlaubten ihm jedoch nicht, die Gestade des Ozeans zu verlassen. Nach einem Jahrhundert und mit Hilfe der die submarine Welt erschließenden Technologie haben Harry HESS und Tuzo WILSON uns dasselbe gelehrt – aber in Form der Plattentektonik.

Alles das zeigt, dass die (wahrscheinlich von TIETZES Arbeit inspirierte) Behauptung von GREENE (1982, S. 191), dass das Lebenswerk von Suess

*„... support generalizations that cut philosophically and substantively against the uniformitarian position and ...“*

*pave the way for the demise of Lyellian geology in late-nineteenth-century Europe ...“*

überhaupt keine Berechtigung hat und anscheinend aus einer lückenhaften Lektüre der Arbeiten von den beiden großen Geologen stammt<sup>56)</sup>.

### **3.5. Bestrebung, in der Deutung der geologischen Ereignisse die Zahl der Regelmäßigkeiten in der Natur, d.h. die so genannten „Naturgesetze“, auf ein Minimum zu beschränken**

Da eine allgemeine Deutung, d.h. eine wahre Erklärung so wenig wie möglich zusätzliche Hypothesen oder Anfangsbedingungen haben muss (vgl. POPPER, 1994, bes. Abschnitt 20), verzichtete SUESS in seinen geologischen Deutungen darauf, von der Natur her nicht unmittelbar gegebene „Regelmäßigkeiten“, egal ob sie zeitlicher oder räumlicher Art seien, anzunehmen. Als er an „Die Ent-

<sup>56)</sup> Ich möchte hier die ganze Diskussion, die John Walter GREGORY – ein SUESS persönlich bekannter Schotte – über SUESS' Haltung vis-à-vis LYELLS Ideen schrieb, wegen ihrer großen Wichtigkeit wörtlich zitieren: *„Consideration of Prof. Suess' work inevitably suggests a comparison with that of Lyell. Suessism is sometimes regarded as a rival school to Lyellism. But Suess' essential doctrines are a development of Lyell's views rather than being in direct opposition to them. Lyell, for instance, attacked the belief that volcanoes are craters of elevation; but, in the necessary darkness of the days before Sorby's ingenuity had rendered microscopic petrology possible, he retained his belief in an axis of elevation for the mountain chains. Suess has now taught us that the axes of elevation of mountain chains must follow von Buch's craters of elevation of volcanoes. Even in regard to what is sometimes considered as Prof. Suess' arch heresy – his acceptance of great variations in the ocean level – he is opposed to ultra-Lyellists and not to Lyell. The following passage from the “Principles” shows that, with Lyell, Ordinance Datum was not a fetish:*

*‘This opinion, however, is untenable; for the sinking down of the bed of the ocean is one of the means by which the gradual submersion of the land is prevented. The depth of the sea cannot be increased at any one point without a universal fall of the waters, nor can any partial depositions of sediment occur without the displacement of a quantity of water of equal volume, which will raise the sea, though in an imperceptible degree even to the antipodes. The preservation, therefore, of the dry land may sometimes be effected by the subsidence of part of the earth's crust (that part, namely, which is covered by the ocean), and in like manner an upheaving movement must often tend to destroy land; for if it renders the bed of the sea more shallow, it will displace a certain quantity of water, and thus tend to submerge low tracts.’*

*One chief difference between Suess and Lyell is that Lyell was naturally inclined to exaggerate the importance of local earth movements. Prof. Suess, with the benefit of a much wider knowledge than was possible to Lyell, and equal intellectual insight, realises that the geological systems are defined, not by independent local movements, but by changes that are world-wide in scope. Suess' views are not essentially opposed to the uniformity, which Lyell established, in opposition to the preceding belief in catastrophes of extraneous origin. Suess and Lyell both teach us that geological changes are due to causes that are still in action. Geographical evolution, like organic evolution, has not been interrupted by external influences or unnatural catastrophes; but it does not necessarily follow that the rate of progress has been uniform. There have been periods of geographical revolution due to a rush of movements, that relieved stresses produced by long periods of slow change. Such disturbances affect the whole world; and it appears probable that the correlation of strata in distant regions will depend on palaeontology only for general homotaxis, and on the events of physical geology for the determination of exact synchronism. [Man denke hier an Magnetostratigraphie, und wie richtig GREGORY einiges unter dem Einfluss von SUESS richtig spürte!]*

*A second difference between Lyell and Suess is that the former attached a, perhaps, exaggerated belief to the importance of denudation in modelling the surface of the globe. His own studies lay in lands wherein denudation has been more powerful than recent earth movements. The sub-title of his “Principles” – “The Modern Changes of the Earth and its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology” – shows his point of view. He taught men that the common geographical features of Europe and Eastern America were due to the long-continued operation of slow and still active forces; but he did not fully realise that, elsewhere, the major geographical features are the direct expression of recent disturbances of the crust.’ (GREGORY, 1905, S. 194).*

stehung der Alpen“ arbeitete, sah er, dass die früher von den größten Geologen angenommenen verschiedenen „Regelmäßigkeiten“, wie z.B. das so genannte „loxodromische Gesetz der Streichrichtungen“ von Alexander VON HUMBOLDT (1823) oder der „reseau pentagonal“ von Élie DE BEAUMONT, oder James Dwight DANAS „fundamental cleavage lines“ oder „cleavage trends“ des Erdballs (vgl. DOTT, 1997) nur leere Träumereien waren, die in keiner Weise eine in der Natur begründbare Berechtigung hätten. Nicht einmal stimmten die Vergenzen der Gebirge in Eurasien überein:

*„Auf eine wie sonderbare Weise doch oft die Natur unseren Voraussetzungen widerspricht! Unwillkürlich suchen wir nach gewissen grossen Gesetzen in der räumlichen Anordnung der Gebirgsketten, in letzter Form vielleicht nach einem geometrischen Netze und einer bestimmten Altersfolge. Bald sehen wir, dass das Streichen der Gebirgsketten keineswegs nur in Parallelen zu grössten Kreisen erfolgt, sondern sogar ablenkbar ist durch Hindernisse; wir erkennen die häufige, wenn auch nicht ausschliessliche Bildung in Geosynclinalen, die Einheit grosser Falten-Systeme wie jenes der Alpen, die untergeordnete Rolle der Vulkane, die Fortdauer der gebirgsbildenden Kraft und ihre durch viele geologischen Epochen andauernde Wirkung in einzelnen grossen Ketten. Nachdem wir auf ein geometrisches System verzichtet haben und die Einseitigkeit der Bewegung zugestanden haben, finden wir das gleichmässig vorherrschende Streben gegen Nord in zahlreichen für alt oder jung gehaltenen Gebirgszügen von den Cordilleren bis zum Kaukasus. Wir möchten ein Gesetz des Zuströmens der oberen Erdmasse gegen den Pol entwickeln. Auch dieses ist falsch. Weiter gegen Ost folgen einige Störungen im Meridian, dann wendet sich die bewegende Kraft in den mächtigen Hochgebirgen Inner-Asiens gegen Süd. So erhalten wir ein Bild des Antlitzes unserer Erde, welches gar nicht unseren Voraussetzungen von gesetztmässiger Schönheit, dafür aber wohl um so mehr der Wahrheit entspricht.“* (Suess, 1875, S. 145–146).

Im Abschlusskapitel seiner Abhandlung über die ostafrikanischen Gräben hat er seine Leser wieder vor unberechtigten Annahmen von Gesetzmäßigkeiten gewarnt:

*„Bei allen Darstellungen dieser Art haben wir uns aber davor zu hüten, geometrische Anordnungen irgendwelcher Art vorzusetzen und bei kaum überschaubarer Mannigfaltigkeit der Vorkommnisse ist schon ein planmässiges Aufsuchen solcher Regelmäßigkeiten nicht ohne Gefahr, weil der suchende Sinn zu leicht abgelenkt wird von den Wegen einer gesunden Synthese. Wo etwas wie symmetrische Anlage im grossen wirklich vorhanden ist, wie im Norden des Atlantischen Ozeans, tritt diese Anlage ungezwungen und wie von sich selbst vor das Auge. Es ist recht lehrreich zu sehen, wie im Gegensatz zu jeder geometrischen Anordnung diese ungeheuere Kluft, nachdem sie vom Nyassa her so viele Breitengrade durchmessen hat, nicht etwa in einem Scharungswinkel der Grenzbogen anlangt, sondern dass sie auf einen der Bogen an einer uns völlig indifferent erscheinenden Strecke trifft.*

*Schrittweise vervollständigt sich das Bild des Planeten und es weicht dabei immer weiter von jenen Vorstellungen ab, welche uns vor einigen Jahrzehnten erfüllt haben.“* (Suess, 1891, S. 584).

So hütete sich SUESS davor „Gesetze“ aufzustellen, was im scharfen Gegensatz steht zu dem Verhalten seiner Nachfahren wie Hans STILLE oder Walter H. BUCHER, die in ihren Lehrbüchern gern „Gesetze“ formulierten (z.B. STILLE, 1924; BUCHER, 1933). SUESS hat, wie niemand vor ihm, die Kompliziertheit der geologischen Prozesse verstanden und auch die Schwierigkeit, innerhalb dieser Komplexität Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Deswegen hat er seine Forschungsergebnisse immer in Form von verbesserbaren

und, wie er oft betonte, verbesserungsbedürftigen Hypothesen vorgelegt. In diesem Zusammenhang ist es sehr beherzigenswert, was er 1911, also zwei Jahre nach dem Abschluss des „Antlitz der Erde“, an den berühmten amerikanischen Geologen Charles SCHUCHERT über die Ursache der eustatischen Bewegungen schrieb:

*„When I wrote of eustatic movements in 1883, I confessed that I did not understand the transgressions. I thought that variations in rotation might somehow have influence. I also believed and still think that the accumulation of sediment was a vera causa, but hardly sufficient. Now, after twenty-seven years, I cannot offer you more than a heap of doubts regarding the explanation. I have learnt more and know less about it.“* (Suess, 1911b, S. 107).

Suess versuchte, ein in sich zusammenhängendes, widerspruchsfreies aber auch „ungezwungen und wie von sich selbst vor das Auge“ springendes Bild der irdischen Tektonik zu schaffen. Er war sich bewusst, dass ein solches Bild nur etwas Abstraktes sein konnte und er dabei von den Einzelheiten Abstand nehmen musste. Zwei Prinzipien allein scheint er diesen seinen Bestrebung zugrunde gelegt zu haben:

- 1) Vorhandensein horizontaler Bewegungen, um die „seichter“ Strukturen wie z.B. Gebirgsketten oder Grabenlinien und
- 2) radiale Senkungen oder Einstürze, um die „tiefer gewurzelten“ Strukturen wie z.B. Ozeanbecken erklären zu können.

Er glaubte, die thermale Schrumpfung als ein noch höheres Prinzip benutzen zu können, solange sie mit den Beobachtungen im Einklang stand. Als er am letzten Band des „Antlitz“ arbeitete, musste er einsehen, dass Schrumpfung allein nicht mehr ausreichte, um die irdische Tektonik zu erklären. Es gab einfach zu große Horizontalbewegungen (Suess, 1909a, S. 721) und, wie er 1911 noch hinzufügte, schwer zu erklärende aber unumgängliche Polwanderungen (Suess, 1911b, S. 107). Diese waren mit der Schrumpfung allein nicht vereinbar.

*„Rings um den Pacifischen Ozean, dann längs der südlichen Randbogen Asien's bis zum Adriatischen Meere, ebenso jenseits des Pol's in der Vereint-Staaten-Kette, dann weit davon in den Cap-Gebirgen, tritt trotz der bereits angeführten Ausnahmen (Elias, burmanischer Bogen, Ural) eine derartige Anordnung der Faltenzüge hervor, dass für diesen grossen Antheil der Erde neben der Contraction des Planeten auch die Einwirkung körperlicher Gezeiten oder Rotation auf den Plan dieser Faltenzüge für möglich gelten muss. Solcher Einfluss würde auch einige Grundanschauungen der Tektonik beeinflussen, denn während bisher vorausgesetzt wurde, dass tiefere Zonen der Erde sich contrahiren und die höheren vorwärts tragen, käme nun eine Einwirkung von oben her mit in betracht. In den Alpen ist ausgeprägte Scheitelfaltung bekannt; sie würde auch das Verständnis der Decken sehr erleichtern, aber gerade die Richtung der Alpen folgt nicht den Linien der Gezeiten und der Rotation.“* (Suess, 1909a, S. 721).

Das Bild wollte sich jedoch noch nicht abrunden. Trotz lebenslangen eifrigen Bemühens musste er sein kolossales, in der Geschichte der Geologie einmaliges Werk nicht mit Antworten, aber immer noch mit Fragen abschließen. Er war aber nicht enttäuscht. Als er zwei Jahre später an Schuchert schrieb:

*„I must close. Writing to a fellow geologist from whom I have learnt so much is such a treat that I must beg you to forgive the length of this letter. What I offer you is little more than a number of questions; but questions are the buds on the tree of knowledge.“* (Suess, 1911b, S. 108).

Sein letzter Versuch, die irdische Tektonik zu verstehen, verrät, dass er dennoch nicht bereit war, die Schrump-

fungstheorie gänzlich aufzugeben und der Zweiundachtzigjährige zitiert ausführlich die neueste Literatur darüber (Suess, 1913b). Er muss auch von TAYLORS und WEGENERS ersten Publikationen über die Drifttheorie (TAYLOR, 1910; WEGENER, 1912a,b) Kenntnis erhalten haben. Über die höchst interessante Frage, was er darüber gedacht haben mag, kann ich leider nichts sagen, da ich überhaupt keinen Anhaltspunkt besitze<sup>57)</sup>.

### 3.6. Kritischer Rationalismus bei der Deutung der geologischen Ereignisse

Wie ich oben bereits erwähnte, machte die vergleichend-beurteilende Methodik, die SUCESS seinen Studien zugrunde legte, die Deutung nicht nur der heute nicht als Ganzes aufgeschlossenen Strukturen, sondern auch die der Vergangenheit überprüfbar. Diese Sachlage ermöglichte es ihm, Hypothesen aufzustellen und dann sie zu überprüfen. Sein Aktualismus und seine Interesse an Prozessen führten ihn zu demselben Weg. Er versuchte die vergangenen Prozesse im Lichte der heutigen zu deuten.

Das war natürlich keine Erfindung von SUCESS. Generationen von Geologen, schon aus den vor-HUTTONSchen Zeiten, hatten auch versucht die Vergangenheit im Lichte der Jetztzeit zu verstehen (vgl. ŞENGÖR, 1991, 2005). Das Neue bei SUCESS war eben die sorgfältig durchgeführte globale Überprüfung der Hypothesen durch seine vergleichend-beurteilende Methodik. LYELL versuchte früher, den Fußstapfen HUTTONS folgend, die „verae causae“ (d.h. die wirklichen Ursachen) in die Geologie einzuführen. Aber der einzige Prüfstein, um die Wirklichkeit der Ursachen zu überprüfen, den er den Geologen zu empfehlen wusste, war die tagtägliche menschliche Erfahrung.

SUCCESS zeigte dagegen, dass, so reich die tagtäglichen menschlichen Erfahrungen auch sein mögen, sie immer noch nicht ausreichten, die Gesamtheit der möglichen geologischen Prozesse zu umfassen. Deswegen brauchte die Geologie eine Methodik, um die verae causae zu begründen, ohne die menschliche tagtägliche Erfahrung als den alleinigen Schiedsrichter hinstellen zu müssen. Dazu hat er

<sup>57)</sup> Ich träume von der Auffindung irgend eines Dokuments unter den späteren Briefen oder Aufzeichnungen der Familie, das uns über diese spannende Frage Aufklärung bereiten würde. Meine Vermutung ist, wenn SUCESS überhaupt über TAYLORS oder WEGENERS Theorien eine Meinung geäußert hat, müsste sie wenigstens für WEGENER mehr in eine ablehnende Richtung gegangen sein, weil SUCESS' Erde viel zu starr war, um eine WEGENERSche Drift zu ermöglichen (er konnte ja die Iso-stasie-Vorstellung nie akzeptieren, die für WEGENER grundlegend war: vgl. SUCESS [1911b, S.101]). Auch ignorierte er ja total die Ideen vom Reverend Osmond FISHER, was mir nur im Lichte seiner Antipathie gegen die das ganze Erdinnere als zähflüssig sehenden Deutungen erklärbar erscheint. Könnte die Tatsache, dass WEGENER in der Übersetzung des „Antlitz“ von Emmanuel DE MARGERIE überhaupt nicht zitiert wurde, ein Zeichen dafür sein, dass SUCESS seinen Deutungen nicht zustimmte? Aber dann muss man im Auge behalten, dass SUCESS bereits in seiner Publikation „Über die Asymetrie der nördlichen Halbkugel“ (SUCESS, 1898) vom Fließen der Falteneinheiten in den Kontinenten und in seinem „Sur la nature des charriages“ (SUCESS, 1904) vom Fließen der Decken gesprochen hatte, was später TAYLOR inspirierte (vgl. TAYLOR, 1910, S. 183 ff. und 1921, S. 31). Über die Theorien von TAYLOR könnte SUCESS deshalb mehr positiv gedacht haben.

Im letzten Band der französischen Übersetzung des „Antlitz“ hat Emmanuel DE MARGERIE in der Tat die 1910er Arbeit von TAYLOR in Zusammenhang mit der Spaltbarkeit der Erdrinde angeführt, ohne aber überhaupt die von TAYLOR verteidigten großen Horizontalbewegungen zu betonen (SUCESS, 1918a, S. 1563, Anm. 5). Immerhin wird auf der Abbildung 5 von TAYLOR, die DE MARGERIE ausdrücklich zitiert, die Nares-Straße nördlich von Grönland als „Rift line with offsetting displacement“, also als eine große (und linkssinnige) Blattverschiebung gezeigt. Könnte Emmanuel DE MARGERIE diese merkwürdige Erscheinung mit SUCESS diskutiert haben?

All das ist aber so lange leere Spekulation, bis irgend ein Aufklärung schaffendes Dokument auftaucht.

die beobachteten geologischen Gegenstände nicht unbedingt allein mit dem aus dem tagtäglichen Leben gewonnenen Erfahrungsschatz der Menschheit, sondern auch untereinander und mit den Konsequenzen seiner Hypothesen verglichen um aus den nur unvollständig überlieferten Individuen ein möglichst vollständiges Bild des allgemeinen Typs zu gewinnen.

Bei jedem Schritt musste er, wie wir oben oft gesehen haben, erneut Hypothesen aufstellen, um die unvollständige Überlieferung in seinem Kopf zu vervollständigen. Aus dem so gerundeten Bild hat er dann immer so zahlreich wie möglich Konsequenzen gezogen und diese eifrig überprüft. Oft, ja in den meisten Fällen, musste er seine Hypothesen sterben sehen und er hat sie sofort mit neueren ersetzt. Wie sein großer Schüler Carl DIENER in seinem schönen Nachruf sagte, SUCESS ist niemals der Gefangene einer starren Theorie gewesen.

Als seine Studien über die Meeresniveauänderungen noch nicht sehr fortgeschritten waren, sprach er die Vermutung aus, dass solche Änderungen immer mit klimatischen Schwankungen zusammenfallen würden:

„Die Thatsachen zwingen zur Annahme irgend welcher grösseren, allgemeinen Ursachen der zeitweiligen Erweiterungen der Meere, welche vielleicht mit allgemeinen Veränderungen des Klima's zusammenfallen.“ (SUCESS, 1875, S. 119).

Aber als er die Daten reichlicher gesichtet und untereinander verglichen hatte, dachte er, er müsse seine Hypothese aufgeben:

„Die Cochyliden-Fauna des abgestuften Landes in den Vereinigten Staaten, in Chile und in Neuseeland stimmt aber so nahe mit jener der heutigen Meere überein, dass schon zur Zeit der letzteren polarpositiven Bewegung, d.h. der Ablagerung jener Sedimente, in welche die Terrassen während der nachfolgenden negativen Bewegung eingeschnitten worden sind, die Temperatur des Meeres und, soweit die spärlichen Reste des Landes ein Urtheil gestatten, auch jene des Landes nahezu die heutige war. Das Auftreten kälterer Formen in dem europäischen Terrassenlande ist hiebei eine Ausnahme, welche möglicherweise dadurch erklärt wird, dass der Golfstrom, dessen Existenz zu jener Zeit Packard und Verill unzweifelhaft nachgewiesen haben, bei der weitgehenden Überflutung des Nordens<sup>58)</sup>, unsere Küsten nicht erreichte, wogegen die breite Verbindung z.B. in der Richtung des weissen Meeres offen stand. Hiernach scheint es eher, als wären die Formveränderungen des Meeres häufiger und vielleicht auch ungleichartiger, als diese grossen Schwankungen der Temperatur.“ (SUCESS, 1880b, S. 179–180).

Wie wir oben wiederholt Gelegenheit hatten zu sehen, hat SUCESS sehr viele seiner ursprünglichen Meinungen geändert, seine Anfangshypothesen aufgegeben und neue

<sup>58)</sup> Als er diese Zeilen schrieb, hatte SUCESS die irrige Meinung, daß während der Eiszeiten das Meeresspiegel um die großen Inlandeismassen höher gestanden war als heute. Er folgte den damaligen Berechnungen über die gravitative Zugkraft der Eisdecken, die eine Erhöhung des Meeresspiegels gegen diese vorhersagten (vgl. SUCESS, 1888, S. 458–459). Bis ins zwanzigste Jahrhundert berechnete man, dass ein Inlandeismass mit einem angularen Radius von 38° und einer maximalen zentralen Mächtigkeit von 3300 m, den Meeresspiegel um sich um 40 bis 175 m erhöhen würde (vgl. GEIKIE, 1903, S. 378 und Fußnote 4 für die Literaturangaben). Einige Forscher wie z.B. James CROLL (1821–1890), hatten längst über sowohl die möglichen pseudo-isostatischen Effekte der Eismassen vom Gesichtspunkt der Veränderung der Lage des Schwerpunktes des Planeten in einem Erdmodell ähnlich zu dem von Jean Buridan (vgl. ŞENGÖR, 2003), als auch die Effekte der Entstehung und Schmelzung der Eismassen auf das Wasservolumen des Ozeans publiziert (z.B. CROLL, 1885). Diese Vermutungen, die die große Kompliziertheit der gegenseitigen Beziehungen zwischen Land und Meer während der Eiszeiten zeigten, waren unter denjenigen, die SUCESS – zu seinem Unglück – zu ignorieren wählte.

Wege gesucht. Sehr oft ist er als induktiver Forscher vorgestellt worden und auch oft ist sein großes Werk „Das Antlitz der Erde“ als eine bloße Erdbeschreibung angesehen worden. Beides ist falsch. SUESS war ein Theoretiker und alle Beobachtungen, die er anführte, haben einen irgend eine Theorie überprüfenden Zweck gehabt. Wie Charles DARWIN selbst über sein epochales Buch einmal gesagt hatte<sup>59)</sup>, ist „Das Antlitz der Erde“ als Ganzes auch ein „langes Argument“ gegen die Hebungstheorie. Unterwegs hat SUESS auch viele andere Entdeckungen gemacht und am Ende sogar die zentrale Theorie seines Werkes zu bezweifeln begonnen. Dies ändert nichts daran, dass „Das Antlitz der Erde“ als Widerlegung der Hebungstheorie geschrieben war.

Anachronistisch kann man sagen, dass die vergleichend-beurteilende Methodik von SUESS ein kritisch-rationalistisches Forschungsverfahren im Sinne Karl POPPERS war. Beim Vergleichen stellte Suess seine Hypothesen auf, ganz im Sinne der späteren Diskussion Grove Karl GILBERTS (1843–1918) über die Entstehung der Hypothesen, d.h. hauptsächlich mit Hilfe von Analogien (GILBERT, 1896). Dann, beim Überprüfen der Implikationen dieser Hypothesen, indem er die Richtigkeit der Sätze prüfte, die aus seiner Hypothese ableitbar sind, bildete er sich ein vorübergehendes Urteil. Dieses Urteil wurde dann Keim einer neuen Hypothese, die weiter zu prüfen war. Dieses nie aufhörende Überprüfen der Hypothesen und das Aufstellen von neueren haben SUESS immer von jeglichem Dogmatismus ferngehalten und ihn gegenüber allen neueren Daten und Ideen offen gemacht, weil er wusste, dass keine Hypothese die Endstation repräsentierte. SUESS war also kein induktiver Wissenschaftler, sondern ein kritisch-rationaler. Er wusste, wie Goethe einmal sagte:

*„Induktion ist bloß demjenigen nütze, der überreden will.“* (GOETHE, in ENGELHARDT & WENZEL, 1989, S. 643).

SUESS, der Politiker, wusste wohl, wie kurzlebig Überredungen zu sein pflegen.

In scharfem Gegensatz dazu behaupteten Forscher wie STILLE immer, dass auch ihre Hypothesen nur „bis zum Beweise des Gegenteils“ als richtig anzusehen waren, aber sie haben es nur selten ernst gemeint. STILLE z.B. akzeptierte niemals eine Widerlegung seiner Hypothesen durch konträre Beobachtungssätze, indem er immer Hilfsypothesen aufstellte, um seine zentralen Ideen vor Falsifikation zu schützen (vgl. ŞENGÖR, 1996). SUESS war dagegen immer bereit seine Ideen tatsächlich zu ändern, wie Carl DIENER in dem oben angegebenen Zitat schilderte.

Eine möglichst einfache Sprache zu verwenden war auch ein Teil der Offenheit der Ideen von SUESS. Obwohl viele seinen Stil fast poetisch finden, drückte er sich trotzdem meist in kurzen, einfachen Sätzen aus, mit möglichst wenigen Fremdwörtern. Auch wenn er Nebensätze verwenden musste, stellte er das Verb direkt hinter das Objekt und nicht unbedingt ans Ende des Nebensatzes. Offensichtlich legte er Wert darauf, verstanden zu werden und zwar nicht oberflächlich, sondern gründlich. Der Grund dieses Verhaltens liegt vielleicht in dem, was POPPER so schön zum Ausdruck brachte:

*„Warum liegt uns Aufklärern so viel an der Einfachheit der Sprache? Weil der rechte Aufklärer, der rechte Rationalist, niemals überreden will.“* (POPPER, 1984, S. 234).

Auch in diesem Sinne genommen war ja SUESS ein echter Rationalist und Aufklärer. Er wollte niemals überreden aber freundlich diskutieren in der Hoffnung, dass alle Dis-

kussionsteilnehmer irgend etwas Nützliches aus der Diskussion ableiten könnten.

#### 4. Schlussbemerkungen

Wenn man sich die Art und Weise ansieht, wie SUESS wissenschaftlich gearbeitet hat, bemerkt man zuerst, dass seine Tätigkeit genau der entspricht, die POPPER in seiner „Logik der Forschung“ als die Arbeitsweise der Naturwissenschaften beschreibt. Immer hat SUESS mit einer Theorie begonnen und versucht, diese Theorie anhand von Beobachtungsberichten zu überprüfen. In der Tektonik übernahm er anfangs die damals herrschende Erhebungstheorie, wie es aus seiner Beschreibung der Faunen verichtenden Hebungen und Senkungen des Meeresbodens (SUESS, 1860, S. 156ff.) oder „wiederholten Hebungen“ hervorgeht, die angeblich das Wiener Becken in ein Inneralpines und ein Außeralpines Becken einteilten (SUESS, 1861, S. 217–218). Bald aber zweifelte er daran, ob kontinentale Erhebungen die weitverbreiteten marinen Überflutungen und Trockenlegungen erklären könnten. Er sah, dass das Wiener Becken durch Einsturz entstanden war und jeder solche Einsturz das weltweite Meeresspiegelniveau reduzieren sollte.

Als Paläontologe war er auch vom sehr weit verbreiteten Aussterben einzelner ökonomischer Einheiten in der Welt des Lebendigen beeindruckt. Gegenüber DARWIN hielt er es für unmöglich, dass natürliche Zuchtwahl allein diese global-synchronen Änderungen herbeiführen könnte. Globale physische Ereignisse, so kam er dazu zu glauben, müssen die Welt des Lebendigen beeinflussen. Auch das hing mit seiner früheren Vermutung zusammen, dass globale Meeresspiegel unabhängig von lokalen kontinentalen Schwingungen sich bewegen müssten.

Seine Arbeit in den Gebirgen zeigte ihm, dass Gebirgsbildung nicht so sehr auf vertikale Bewegungen, sondern auf horizontale Bewegungen zurückzuführen sei. Und diese horizontalen Bewegungen waren viel gewaltiger, als man bis dahin anzunehmen gewagt hatte, aber dafür „seichter“, als die Meere bildenden vertikalen Einbrüche, die fast immer mit Vulkanismus verbunden waren. Die schräg unter die Grenzgebirge eines Kontinentalrandes vom pazifischen Typus einfallenden Unterschiebungen rechnete SUESS zu den Becken erzeugenden Strukturen und betrachtete sie daher als „tiefgründig“ und auch mit Magmatismus verbunden.

Durch solche Überlegungen gab SUESS die Hebungstheorie auf und übernahm die Schrumpfungstheorie. Alle seine tektonischen Arbeiten, die sich in seinen beiden klassischen, die moderne Tektonik gründenden Büchern widerspiegelt, waren gegen die Hebungstheorie gerichtet, mit der Hoffnung, die Schrumpfungstheorie zu ergründen. Aber auch dies erwies sich als nicht ganz stichhaltig. Am Ende des „Antlitz“, der größten Regionalsynthese in der Geschichte der Geologie, musste er gestehen, dass Schrumpfung allein vielleicht doch nicht ausreichte, um alles in der Erscheinungswelt der Tektonik zu erklären. Er gestand dies offen 1911 SCHUCHERT. In seiner letzten tektonischen Arbeit (SUESS, 1913b) schien er noch nicht überzeugt zu sein, dass die Schrumpfungstheorie total versagt hätte. Viele Argumente schienen ihm gegen die Kritiker der Schrumpfungstheorie zu sprechen. Er konnte aber diesen Faden nicht mehr verfolgen: Der Erlkönig wartete auf ihn an der Türschwelle, um ihn von dem entsetzlichen Wahnsinn des ersten Weltkrieges zu retten!

Das Problem mit den Meeresbecken und den Gebirgen war, dass ihre Verteilung weder im Raum noch in der Zeit irgend einem Gesetze zu gehorchen schien. SUESS musste einsehen, dass die Kräfte, die Gebirge aufrichten und Meeresbecken schaffen, noch tätig waren. Obwohl er von einer Periodizität der Auf- und Abbewegung des Meeresspiegels

<sup>59)</sup> „As this whole volume is one long argument ...“ (DARWIN, 1859, S. 459; vgl. auch MAYR, 1991).

sprach, meinte er mit diesem Wort nur „wiederkehrend“ und nicht „nach einem Gesetze wiederkehrend“.

Für ihn war die Welt der Geologie aktualistisch, aber nicht absolut uniformistisch. Er war jedoch Sir Charles LYELL viel näher, als manche seiner Kritiker glaubten. Er wusste einfach, dass manche geologische Prozesse viel schneller vor sich gehen, als der in dem ruhigen Klima und der fast toten Tektonik Großbritanniens lebende Sir Charles sich vorzustellen wagte. Aber fast in allen Hauptfragen der Geologie ging sein Denken parallel mit dem von Sir Charles einher, und er selbst sagte das auch oft. Darum wollte er ja als junger Mann das Buch von LYELL übersetzen, um zu zeigen, was man unter dem Worte Geologie zu verstehen hatte.

Die ganze Erscheinungswelt der Geologie schien ihm auch viel unregelmäßiger, als die meisten seiner Vorgänger geglaubt hatten. Sie hatten ja versucht allerlei Gesetze für Geologie aufzustellen. SUESS sah bald ein, dass dieser deterministische Wunsch nicht erfüllbar war. Er suchte dagegen das ganze Weltgeschehen im Rahmen der „formalen“ (aber nicht mathematischen) Sprache einer umfassenden Theorie oder eines allgemeinen Prinzips, nämlich der Schrumpfungstheorie, zu erklären. Was EINSTEIN über theoretische Arbeit sagt, passt genau zu dem, was SUESS tat:

*„Die Methode des Theoretikers bringt es mit sich, dass er als Fundament allgemeine Voraussetzungen, sogenannte Prinzipie, braucht, aus denen er Folgerungen deduzieren kann. Seine Tätigkeit zerfällt also in zwei Teile. Er hat erstens jene Prinzipie aufzusuchen, zweitens die aus Prinzipien fließenden Folgerungen zu entwickeln. Für die Erfüllung der zweiten Aufgabe erhält er auf der Schule ein treffliches Rüstzeug. Wenn also die erste seiner Aufgaben auf einem Gebiet bzw. für einen Komplex von Zusammenhängen bereits gelöst ist, wird ihm bei hinreichendem Fleiß und Verstand der Erfolg nicht fehlen. Die erste der genannten Aufgaben, nämlich jene die Prinzipie aufzustellen, die der Deduktion als Basis dienen sollen, ist von ganz anderer Art. Hier gibt es keine erlernbare, systematisch anwendbare Methode, die zum Ziele führt. Der Forscher muss vielmehr der Natur jene allgemeine Prinzipie gleichsam ablauschen, indem er an größeren Komplexen von Erfahrungstatsachen gewisse allgemeine Züge erschaut, die sich scharf formulieren lassen.“* (EINSTEIN, 1981, S. 110–111).

Dabei war SUESS bereit, auf die Sicherheit zu verzichten, den genauen Augenblick zu wissen, wann ein Gebirge entsteht oder wann ein Beckengrund in die Tiefe geht oder wann eine Transgression kommt. Er war froh zu wissen, wie diese Dinge passierten, wie sie miteinander zusammenhängen, wie, kurz gesagt, die Weltmaschine funktionierte. Dafür aber legte er Wert darauf, die Einzelheiten genau zu beschreiben. Er entwickelte ja die „vergleichend-beurteilende Methode“, um die weltweit zerstreuten Beschreibungen zu bewerten. Wenn auch am Ende sein Weltbild doch zusammenbrach, konnte man aus seinen Elementen ein neues Bild in einem anderen Rahmen erstellen. SUESS' Weltbild lebt weiter heute als ein Grenzfall in unserer weit umfassenderen Theorie der Erde. Wie Albert EINSTEIN zu sagen pflegte, ein schöneres Schicksal für eine Theorie oder ein Weltbild ist kaum vorstellbar, als jenes eines Grenzfalles in einer noch umfassenderen Version. Dies war nicht der Fall für die Theorien der meisten der Nachfolger von SUESS. Man sieht dies leicht, wenn man vergleicht, wie wenige der Begriffe, die Émile HAUG (1861–1927), Leopold KOBER (1883–1970), Hans STILLE (1876–1966), Hans CLOOS (1888–1951) oder Walter BUCHER (1888–1965) prägten, wir heute verwenden gegenüber denjenigen von SUESS.

Ich beende diesen ersten Teil meiner Betrachtungen mit dem letzten Absatz der Tethys-Abhandlung von SUESS, der am besten sein Wesen als Forscher und Mensch charakte-

riert und auch meinen Gefühlen bei der Verfassung dieses Aufsatzes Ausdruck gibt:

*„But all this is unripe fruit. Our scholars will some day know more than their masters do now; so let us patiently continue our work and remain friends.“* (SUESS, 1893, S. 187).

## 5. Anhang: SUESS und WEGENER

Man ist geneigt, sich die Drifttheorie Alfred Lothar WEGENERS (1880–1930) als einen Gegensatz zum SUESS'schen Weltbild vorzustellen. Zwar sind die Endbilder der beiden Anschauungen sehr verschieden. Das SUESS'sche Bild nimmt nur sehr begrenzte horizontale Bewegungen an im Verhältnis zu den großen Driftbewegungen der WEGENER'schen Theorie. Die Theorie WEGENERS basiert aber auf sehr vielen von den SUESS'schen Begriffen, ohne welche WEGENERS Theorie nicht einmal denkbar wäre. Es gibt auch andere Begriffe von SUESS, welche damals nur die Theorie WEGENERS befriedigend erklären konnte. Unter der ersten Gruppe von Begriffen kann man den Unterschied zwischen Sal (Sial) und Sima erwähnen, was SUESS erst betont und ergründet hat. WEGENERS Theorie benötigt auch zwei Arten von Kontinentalrändern, die SUESS zuerst erkannte. WEGENERS Theorie braucht noch dazu bedeutende Zerrungserscheinungen der Lithosphäre unabhängig von jeglicher Aufwölbung. SUESS identifizierte als erster solche Zerrungserscheinungen in Ostafrika, im Rheingraben, in den „disjunktiven Linien“ der Russen<sup>60</sup>) in Zentralasien und im westlichen Nordamerika. In den orogenen Gürteln muss WEGENERS Theorie viel größere Einengungsbeträge voraussetzen, als man damals zu denken wagen konnte. Deren Existenz hat aber SUESS nicht nur immer wieder betont, sondern im letzten Band des „Antlitz“ hat er auch gezeigt, dass die Schrumpfungstheorie allein nicht imstande sei, solche großen Komprimierungen zu erklären. Die bedeutenden Blattverschiebungen, die SUESS zuerst erkannte, gehören hierzu.

Die SUESS'schen Begriffe wie Gondwana-Land oder Angara-Land oder der vorzeitliche Ozean Tethys finden dagegen eine viel elegantere Erklärung im Rahmen der Drifttheorie als in dem der Theorie von SUESS selbst, wie manche Geologen wie Frank Bursley TAYLOR (1860–1938), Émile ARGAND (1879–1940), Alexander Logie DU TOIT (1878–1948) oder Arthur HOLMES (1890–1965) sofort erkannten.

WEGENER hat für die Aufstellung seiner eigenen Theorie nicht nur die einzelnen SUESS'schen Begriffe benützt, sondern auch das ganze geologische Leitbild von SUESS übernommen: Er hat, genau wie SUESS, eine von jeher herrschende Eintönigkeit und eine Unregelmäßigkeit in den geologischen Prozessen angenommen. Ganz besonders von diesem Gesichtspunkt heraus gesehen ist WEGENER SUESS viel näher gestanden als irgend ein anderer Geologe der Zwischenkriegszeit, einschließlich ARGAND.

### Dank

Bei meinen Studien über SUESS habe ich immer die freundlichste Unterstützung von meinen österreichischen Freunden und Kollegen gefun-

<sup>60</sup>) SUESS hat die disjunktiven Linien als Zerrungserscheinungen gedeutet (SUESS, 1901, S. 55–56). Wenn man ihn liest, glaubt man er gebe einfach wieder, was die Russen geschrieben hatten. Das ist nicht wahr. Für die Russen waren die „disjunktiven Dislokationen“ die brüchigen Deformationserscheinungen im allgemeinen und man kontrastierte sie mit den „plikativen Deformationserscheinungen“, die Falten und z.T. Überschiebungen waren (z. B. OBRUTCHEV, 1959, S. 212–213). Manche von SUESS' disjunktiven Linien werden heute als Aufschiebungen umgedeutet (z.B. diejenigen um das Turfan-Becken: vgl. ALLEN et al., [1995]), andere umgrenzen Zerrungsbecken entlang von Blattverschiebungen. Vgl. auch den Beitrag von Boris A. NATAL'IN in diesem Band.

den. Darunter muss ich ganz besonders Herrn em. o. Univ.-Prof. Dr. Alexander TOLLMANN, Herrn o. Univ.-Prof. Dr. Fritz STEININGER, Herrn HR Dr. Werner JANOSCHEK, Herrn HR Dr. Tillfried CERNAJSEK, Herrn Dr. Albert SCHEDL und Herrn Univ.-Lek. Mag. Dr. Johannes SEIDL, MAS, hervorheben, die mich immer mit Rat und Literaturschenkung unterstützt haben.

Herrn Dr. Rudolf OBERHAUSER verdanke ich meine Einführung in die Geologie der Ostalpen noch in meinen Studienjahren und auch große anderweitige Unterstützung seitdem.

Der Direktor der Geologischen Bundesanstalt, Herr Univ.-Prof. Dr. Hans P. SCHÖNLAUB, hat mir immer auf freundlichste Weise die Benützung der Möglichkeiten seiner ausgezeichneten, für mich fast zu einem zweiten Heim gewordenen Organisation ermöglicht und mich mit Literaturschenkungen bereichert.

Viele der in dieser Abhandlung behandelten Themen habe ich während der letzten drei Dezennien mit meinem verehrten Lehrer Herrn Univ.-Prof. Dr. Rudolf TRÜMPY diskutiert. Obwohl er nicht immer der selben Meinung mit mir war, hat er mir nie versagt, mir immer etwas Neues beizubringen.

Mein lieber und hochverehrter Freund, Herr Prof. Dr. Hans G. HORNING, hat mir die Ehre erwiesen, meinen ganzen Text durchzulesen und zu korrigieren.

### Literatur

- ALLEN, M.B., ŞENGÖR, A.M.C. & NATAL'IN, B.A. (1995): Junggar, Turfan, and Alakol basins as Late Permian to ?Early Triassic sinistral shear structures in the Altaid orogenic collage, Central Asia. – *Journal of the Geological Society (London)*, 152, 327–338.
- AMPFERER, O. (1938): Über den Begriff der tektonischen Leitlinien. – *Sitzungsberichte Akad. Wiss. Wien, mathem-naturwiss. Kl., Abteilung I*, 147, 57–69.
- ANONYM (1900): Jubiläums-Festbericht 9. Juni 1900. – 47 S., Wien (Geologische Reichsanstalt).
- ANONYM (1925): Führer durch die Schausammlungen des Naturhistorischen Museums. – Veröff. Naturhist. Mus. Wien, 6, 48 S., Wien (Selbstverlag der Freunde des Naturhistorischen Museums).
- ANDERA, M., BUKOVANSKA, M., BURDOVA, P., CEJKA, J., DOBISIKOVÁ, M., FORMÁNEK, J., HERÁN, I., HOLEC, J., JELÍNEK, J., KURKA, A., KUZELKA, V., LITOCHEB, J., MORAVEC, J., PFLÉGER, V., PROKOP, R., SKOCDOPOLOVÁ, B., STRAKOVÁ, M., SREINOVÁ, B., TUREK, V. & VELEMINSKY, P. (2000): A Guidebook – Natural History Museum: Národní Muzeum, 82 S., Praha.
- d'ARCIAC, A. (1857): Histoire des Progrès de la Géologie de 1834 à 1856, tome septième. Formation jurassique. (2e partie). – *Au Lieu des Séances de la Société*, 714 pp., Paris.
- BACHL-HOFMANN, C. (1999): Die Geologische Reichsanstalt von 1849 bis zum Ende des Ersten Weltkriegs. – In: BACHL-HOFMANN, C., CERNAJSEK, T., HOFMANN, T. & SCHEDL, A. (Hrsg.): Die Geologische Bundesanstalt in Wien – 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999), 55–77, Wien (Böhlau-Verlag).
- BACHL-HOFMANN, C., CERNAJSEK, T., HAUSER, T. & ROHRHOFER, A. (2000): Nachlässe bedeutender österreichischer Geologen an der Geologischen Bundesanstalt in Wien. – In: Cultural Heritage in Geology, Mining and Metallurgy. Libraries – Archives – Museums, 3<sup>rd</sup> International Symposium June, 23 – 27, 1997, Saint-Petersburg, Russia. – *Ber. Geol. B.-A.*, 52, 9–21.
- BARRANDE, J. (1860): Colonies dans le bassin silurien de la Bohême. – *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2e série, 17, 602–666.
- BECKE, F. (1902): Das böhmische und das amerikanische Eruptivgebiet, ein chemisch-petrographischer Vergleich. – *Verhandlungen der Gesellschaft der Deutschen Naturforscher und Ärzte*, 74. Versammlung zu Karlsbad, 2. Theil, Sitzungen der naturwissenschaftlichen Abtheilung, 22. September, 125–126.
- BECKE, F. (1903): Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes. Atlantische und Pazifische Sippe der Eruptivgesteine. – *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*, Neue Folge, 22, 209–265.
- BLUMENBERG, H. (1987): Das Lachen der Thrakerin – Eine Urgeschichte der Theorie. – 162 S., Frankfurt am Main (Suhrkamp).
- BOWEN, M. (1981): Empiricism and Geographical Thought From Francis Bacon to Alexander von Humboldt. – xv + 351 S., Cambridge (Cambridge University Press).
- BOWLER, P.J., 1992, The Earth Encompassed – A History of the Environmental Sciences. – xvii + [iii] + 634 S., New York (W.W. Norton & Company).
- BROUWER, H.A. (1920): Über die horizontale Bewegung der Inselreihen in den Molukken. – *Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse*, 1920, 172–173
- BUCH, L. VON, 1827 [1877]: Ueber die Verbreitung grosser Alpengechiebe. – *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 9, 575–588 (nachgedruckt in EWALD, J., ROTH, J., & DAMES, W. [Hrsg.]: *Leopold von Buch's Gesammelte Schriften*, Bd. III, 659–668, Berlin (G. Reimer).
- BUCHER, W.H. (1933): Deformation of the Earth's Crust – An Inductive Approach to the Problems of Diastrophism. – xii + 518 S., Princeton (Princeton University Press).
- BURKE, K. & ŞENGÖR, A.M. C. (1988): Ten metre global sea-level change associated with South Atlantic Aptian salt deposition. – *Marine Geology*, 83, 309–312.
- CANDOLLE, A.P. DE (1820): Géographie botanique. – In *Dictionnaire des Sciences Naturelles ...*, tome dix-huitième, 359–436, 1 Falttafel, Strasbourg (F.G. Levrault) – Paris (Le Normant).
- CANDOLLE, A.P. DE (1855): Géographie Botanique Raisonnée ou Exposition des Faits Principaux et des Lois Concernant la Distribution Géographique de Plantes de l'Époque Actuelle, tome second. – 608–1365 + 1 Seite von Errata, Paris (Victor Masson) – Genève (Librairie Allemande de J. Kessmann).
- CERNAJSEK, T. (1999): Die geowissenschaftliche Forschung in Österreich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. – In: Bachl-Hofmann, C., Cernajsek, T., Hofmann, T. & Schedl, A. (Hrsg.): Die Geologische Bundesanstalt in Wien – 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999), 41–54, Wien (Böhlau-Verlag).
- CERNAJSEK, T., CSENDES, P., MENTSCHL, C. & SEIDL, J. (1999): "... hat durch bedeutende Leistungen ... das Wohl der Gemeinde mächtig gefördert." Eduard Suess und die Entwicklung Wiens zur modernen Großstadt. – *Österreichisches Biographisches Lexikon, Schriftenreihe 5*, 28 S., Wien (Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut Österreichisches Biographisches Lexikon und Biographische Dokumentation).
- CERNAJSEK, T. & SEIDL, J. (2003): Katalog zur Eduard-Suess-Ausstellung anlässlich des Internationalen Jahres des Süßwassers und des 130-Jahr-Jubiläums der 1. Wiener Hochquellenwasserleitung in der „Alten Schieberkammer“ in Wien 15., Meiselstraße 20. 13. bis 23. Oktober 2003. – 42 S., Wiener Wasserwerke.
- CLAVAL, P. (1995): Histoire de la Géographie: Que Sais-Je? – 128 S., Paris (Presses Universitaires de France).
- COMTE, A. (1864): Cours de Philosophie Positive, deuxième édition augmentée d'une préface par É. Littré. – LXXXIX + 536 S., Paris (J.B. Baillière).
- COSTANTINI, M. (1992): La Génération Thalès Avant/Après. – 210 S., Paris (Critérium).
- CROLL, J. (1885): Climate and Time in their Geological Relations: A Theory of Secular Changes of the Earth's Climate. – xvi + [iii] + 577 S. + 7 Tafeln, Edinburgh (Adam and Charles Black).
- DANA, J.D. (1873): On some results of the earth's contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains and the nature of the Earth's interior. – *American Journal of Science*, ser. 3, 5, 423–443.
- DALY, R.A. (1926): Our Mobile Earth. – xii + 342 S., New York (Charles Scribner's Sons).
- DARWIN, C. (1859): On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. – ix + 513 + 2 S., London (John Murray).
- DICKINSON, R.E. (1969): The Makers of Modern Geography. – xiv + 305 S., New York (Frederick A. Praeger).
- DIENER, C. (1914): Gedächtnisrede. – In: Gedenkfeier für Eduard Suess, *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 7, 9–24 und 26–32.
- DONNER, J. (1981): Eduard SUESS – der Vater der I. Wiener Hochquellenleitung. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 74/75, 41–51.
- DOTT, R.H., Jr. (1997): James Dwight Dana's old tectonics – global contraction under divine direction. – *American Journal of Science*, 297, 283–311.
- EINSTEIN, A. (1981): Mein Weltbild. – 210 S., Frankfurt a. M. (Ullstein).
- ELIE DE BEAUMONT, L. (1830): Recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du globe, présentant différens exemples de coïncidence entre le redressement des couches de certains systèmes de montagnes, et les changemens soudains qui ont produit les lignes de démarcation qu'on observe entre certains étages consécutifs des terrains de sédiment. – *Annales des Sciences Naturelles*, 19, 177–240.
- FAUST, D. (1984): The Limits of Scientific Reasoning. – 199 S., Minneapolis (University of Minnesota Press).

- FISHER, O. (1889): *Physics of the Earth's Crust*, second edition, altered and enlarged. – xvi + 391 + 60 S., London (Macmillan & Co.).
- FITZINGER, L.J. (1856): *Geschichte des kais. kön. Hof-Naturalien-Cabinetes zu Wien. I. Abtheilung. Älteste Periode bis zum Tode Kaisers Leopold II. 1792.* – 49 S., Wien (K.k. Hof- und Staatsdruckerei in Commission bei W. Braumüller).
- FITZINGER, L.J. (1868): *Geschichte des kais. kön. Hof-Naturalien-Cabinetes zu Wien. II. Abtheilung. Periode unter Kaiser Franz II. (Kaiser Franz I. von Österreich) bis zu Ende des Jahres 1815.* – Sitzber. k. Akad. Wiss., I. Abth., **57**, Mai-Heft, 1–80, Wien.
- FITZINGER, L.J. (1868): *Geschichte des kais. kön. Hof-Naturalien-Cabinetes zu Wien. III. Abtheilung. Periode unter Kaiser Franz I. von Österreich von 1816 bis zu dessen Tode 1835.* – Sitzber. k. Akad. Wiss., I. Abth., **57**, Mai-Heft, 1–80, Wien.
- FITZINGER, L.J. (1880): *Geschichte des kais. kön. Hof-Naturalien-Cabinetes zu Wien. IV. Abtheilung. Periode unter Kaiser Ferdinand I von Österreich von 1835 bis zu Ende des Jahres 1841.* – Sitzber. k. Akad. Wiss., I. Abth., **81**, Mai-Heft, 1–63, Wien.
- FORBES, E. (1846): *On the connexion between the distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during the epoch of the Northern Drift.* – *Memoirs of the Geological Survey of Great Britain and of the Museum of Economic Geology in London*, **I**, 336–432.
- FRANZ, I. (2004): Eduard SUESS im Ideengeschichtlicher Kontext seiner Zeit. – *Jb. Geol. B.-A.*, **144**, 53–65.
- FRERE, H.B. (1870): *Notes on the Runn of Cutch and neighbouring Region.* – *The Journal of the Royal Geographical Society*, **40**, 181–207 + 1 farbige Faltkarte.
- FUCHS, T. (1873): *Geologische Karte der Umgebung Wiens, mit Erläuterungen.* – 47 S. + 1 Tabelle + 3 Tafeln, Wien (Geologische Reichsanstalt).
- FUCHS, T. (1909): *Das Antlitz der Erde.* – Neue Freie Presse vom 4. und 11. November 1909.
- GEIKIE, A. (1903): *Text-Book of Geology*, Bd. I. – Fourth edition, revised and enlarged, xxi + 702 S., London (Macmillan & Co.).
- GEIKIE, A. (1905): *Scientific Worthies XXXV.—Eduard Suess.* – *Nature*, **72**, 1–3.
- GIBLIN, B. (1998): *Élisée Reclus L'Homme et la Terre: La Découverte.* – Poche 48, Introduction et choix des textes, 398 S., Paris (Sciences Humaines et Sociales).
- GILBERT, G.K. (1875): *Report upon the geology of portions of Nevada, Utah, California, and Arizona, examined in the years 1871 and 1872.* – In *Report upon Geographical and Geological Explorations and Surveys West of the One Hundredth Meridian, in Charge of First Lieut. Geo. M. Wheeler, v. III Geology*, 17–187, Washington (Government Printing Office).
- GILBERT, G.K. (1896): *The origin of hypotheses. Illustrated by the discussion of a topographic problem.* – In W. CROSS & C.W. HAYES (Hrsg.): *The Geological Society of Washington, Presidential Address ... with Constitution and Standing Rules, Abstracts of Minutes and List of Officers and Members*, 3–24.
- GOETHE, J.W. (1989): *Induktion.* – In J.W. GOETHE: *Sämmtliche Werke*, **25**, Schriften zur allgemeinen Naturlehre, Geologie und Mineralogie, hrsg. v. ENGELHARDT, W. & WENZEL, M., S. 643, Frankfurt am Main (Deutscher Klassiker Verlag).
- GRASSO, M. (2001): *The Apenninic-Maghrebian orogen in southern Italy, Sicily and adjacent areas.* – In VAI, G.B. & MARTINI, I.P. (Hrsg.): *Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*, 255–286, Dordrecht (Kluwer Academic Publishers).
- GREENE, M.T. (1982): *Geology in the Nineteenth Century. Changing Views of a Changing World.* – 324 S., Cornell University Press.
- GREGORY, J.W. (1894): *Contributions to the physical geography of British East Africa.* – *The Geographical Journal*, **IV**, 289–315, 408–424, 505–524.
- GREGORY, J.W. (1896): *The Great Rift Valley being the Narrative of a Journey to Mount Kenya and Lake Baringo with some account of the geology, natural history, anthropology, and future prospects of British East Africa.* – xxi + 422 S. + XX Tafeln + 1 Frontispiz + 2 farbige Faltkarten, London (John Murray).
- GREGORY, J.W. (1905): *The Face of the Earth.* – *Nature*, **72**, 193–194.
- HAARMANN, E. (1930): *Die Oszillationstheorie. Eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond.* – XII + 260 S., Stuttgart (Ferdinand Enke).
- HAIDINGER, W. (1864): *Ansprache, gehalten am Schlusse des dritten Quinquenniums der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichs-*
- anstalt in Wien am 8. November 1864.* – *Jb. k.k. Geol. R.-A.*, **14**, H. IV, 147–198.
- HALL, J. (1859): *Introduction.* – In HALL, J.: *Palæontology*, v. **III**. Part I, 1–96, Geological Survey of New York.
- HALL, J. (1883): *Contributions to the geological history of the American continent: Proceedings of the American Association for the Advancement of Science, Thirty-first Meeting, Published by the Permanent Secretary, AAAS*, 29–71, Salem.
- HAMANN, B. (1983): *Eduard Suess als liberaler Politiker.* – In Hamann, G. (Hrsg.): *Eduard Suess zum Gedenken (20. VIII. 1831 – 26. IV. 1914).* – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Philosophisch-Historische Klasse, **422**, Veröffentlichungen der Kommission für Geschichte der mathematik, Naturwissenschaften und Medizin, **41**, 79–100.
- HAMANN, G. (1976): *Das Naturhistorische Museum in Wien. Die Geschichte der Wiener naturhistorischen Sammlungen bis zum Ende der Monarchie. Mit einem Kapitel über die Zeit nach 1919.* – 98 S., Wien (Verlag des Naturhistorischen Museums).
- HAMANN, G. (1979): *Das Naturhistorische Museum in Wien. Geschichtliche Grundlagen seiner Entstehung.* – In: BACHMAYER, F. & SCHULTZ, O. (Hrsg.): *Das Naturhistorische Museum in Wien*, 11–27, Wien (Residenz-Verlag).
- HAMANN, G. (Hrsg., 1983a): *Eduard Suess zum Gedenken (20. VIII. 1831 – 26. IV. 1914).* – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Philosophisch-Historische Klasse, **422**, Veröffentlichungen der Kommission für Geschichte der mathematik, Naturwissenschaften und Medizin, **41**, 100 S.
- HAMANN, G. (1983b): *Eduard Suess—ein altliberaler Repräsentant der Akademie.* – In Hamann, G. (Hrsg.): *Eduard Suess zum Gedenken (20. VIII. 1831 – 26. IV. 1914).* – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Philosophisch-Historische Klasse, **422**, Veröffentlichungen der Kommission für Geschichte der mathematik, Naturwissenschaften und Medizin, **41**, 5–14.
- HANSEN, T.E. (1974): *Bibliography of the writings of Karl Popper.* – In: SCHILPP, P.A. (ed.): *The Philosophy of Karl Popper*, v. **II** (The Library of Living Philosophers, v. **14**, book II), Open Court, 1201–1287, Illinois (La Salle).
- HAUER, F. Ritter von (1889): *Allgemeiner Führer durch das k.k. Naturhistorische Hofmuseum.* – I + 366 S., 1Falttafel, Wien (Selbstverlag des k.k. Naturhistorischen Hofmuseums).
- HÄUSLER, W., 1999, „Bunte Steine“ *Bildungs- und sozialgeschichtliche Aspekte der österreichischen Erdwissenschaften im Zeitalter der bürgerlichen Revolution.* – In: BACHL-HOFMANN, C., CERNAJSEK, T., HOFMANN, T. & SCHEDL, A. (Hrsg.): *Die Geologische Bundesanstalt in Wien – 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999)*, 19–40, Wien (Böhlau-Verlag).
- HÉBERT, E. (1859): *Observations sur les phénomènes qui se sont passés à la séparation des périodes géologiques.* – *Bulletin de la Société Géologique de la France, deuxième série*, **XVI**, 596–606.
- HEISENBERG, W. (1949a): *Zur Geschichte der physikalischen Naturerklärung.* – In: HEISENBERG, W.: *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, 22–34, Zürich (S. Hirzel).
- HEISENBERG, W. (1949b): *Die Goethesche und die Newtonsche Farbenlehre im Lichte der modernen Physik.* – In: HEISENBERG, W.: *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, 54–70, Zürich (S. Hirzel).
- HOLL, F. & RESCHKE, K. (1999): *»Alles ist Wechselwirkung«—Alexander von Humboldt.* – In: HOLL, F. & KRUSE, P. (Hrsg.): *Alexander von Humboldt. – Netzwerke des Wissens, Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland GmbH*, 12–15, Bonn.
- HSÜ, K. (1983a): *The Mediterranean Was A Desert— A Voyage of the Glomar Challenger.* – xv + 197 S., Princeton (Princeton University Press).
- HSÜ, K. (1983b): *Actualistic catastrophism: Address of the retiring President of the International Association of Sedimentologists.* – *Sedimentology*, **30**, 3–9.
- HUMBOLDT, A. de (1823): *Essai Géognostique sur le Gisement des Roches dans les Deux Hémisphères.* – viii + 379 S., Paris (F.G. Levrault).
- HURTIG, C. (1989): *Inde B. Histoire.* – In: *Encyclopædia Universalis*, **12**, 24–39, Paris.
- INOSTRANZEW, A.A. (1998): *Wospominanija (Avtobiografija), podtovka teksta, wstupitel'naja statija i komentarii W.A. Prozorovskogo i I.L. Tichonowa.* – *Sankt-Peterburgskii Gosudarstvennii Universitet Muzei Istorii Universiteta Kafedra Istoritscheskoj Geologii, K275—Letiu Sankt-Peterburgskogo Universiteta, Tschentr «Peterburgskoe Wostokowedehie»*, 269 + [I] S., Sankt Petersburg.

- JANOSCHEK, W. & SCHARBERT, S. (1976): Bericht über die 125-Jahr-Feier der Geologischen Bundesanstalt. – Verh. Geol. B.-A., **1976/1**, A23–A52.
- KADLETZ, K. (1999): „Krisenjahre“ zwischen 1849–1861.. – In: BACHLHOFMANN, C., CERNAJSEK, T., HOFMANN, T. & SCHEDL, A. (Hrsg.): Die Geologische Bundesanstalt in Wien – 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999), 78–92, Wien (Böhlau-Verlag).
- KAYSER, E. (1912): Lehrbuch der Geologie in zwei Teilen. I. Teil: Allgemeine Geologie. – Vierte Auflage, XII + 881 S., Stuttgart (Ferdinand Enke).
- KOBER, L. (1928): Der Bau der Erde. – Zweite neubearbeitete und vermehrte Auflage, II + 500 S., Berlin (Gebrüder Borntraeger).
- KRAUS, E. (1949): Über geotektonische „Leitlinien“. – Z. Deutsch. Geol. Ges., **101**, 9–22.
- LAPPARENT, A. de (1906): Traité de Géologie, cinquième édition, [Bd. I] Phénomènes Actuels. – XVI + 591 S., Paris (Masson et Cie).
- LEGRÉ-ZAIDLIN, F. (2002): Alcide Dessalines d'Orbigny (1802–1857). – 249 + [I] S., Paris (L'Harmattan).
- LÓCZY, L. von (1915): Eduard Suess Gedächtnisrede. – Földtani Közlöny, **45**, 2–21.
- LÖWENBERG, J. (1866): Geschichte der Geographie von den ältesten bis auf die Gegenwart. – XII + 475 S., Berlin (Haude- und Spener'sche Buchhandlung).
- LÖWL, F. (1906): Geologie. – In: KLAR, M. (Hrsg.): Die Erdkunde, Eine Darstellung ihrer Wissensgebiete, ihrer Hilfswissenschaften und der Methode ihres Unterrichtes, XI. Teil. – 332 S., Leipzig und Wien (Franz Deuticke).
- LYELL, C. (1830): Principles of Geology, being An Attempt To Explain the Former Changes of the Earth's Surface By Reference to Causes Now in Operation. – v. 1., xv + 511 S., London (John Murray).
- LYELL, C. (1833): Principles of Geology, being An Attempt To Explain the Former Changes of the Earth's Surface By Reference to Causes Now in Operation. – v. 3., xxxi + [i von errata] + 398 + 109 S., London (John Murray).
- LYELL, C. (1850): Anniversary address of the president: Quarterly Journal of the Geological Society (London), Bd. 6, part the first, Proceedings of the Geological Society, xxvii–lxvi.
- LYELL, C. (1875): Principles of Geology or the Modern Changes of the Earth and its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology. – xxii + [i] + 655 S. + IV Tafeln, London (John Murray).
- MARGERIE, E.J. de (1943): Critique et Géologie – Contribution à l'Histoire des Sciences de la Terre. – Tome I, XX + 659 S., Paris (Armand Colin).
- MAYR, E. (1991): One Long Argument – Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought. – xiv + 195 S., Cambridge (Harvard University Press).
- MEISTER, R. (1947): Geschichte der Akademie der Wissenschaften in Wien 1847–1947. – Österreichische Akademie der Wissenschaften, Denkschriften der Gesamtkademie, **1**, Wien, 411 S. + 58 Taf., Wien (Druck und Verlag Adolf Holzhausens Nhf.).
- MOLNAR, P., ENGLAND, P. & RICHTER, F.M. (2007): John Perry's neglected critique of Kevin's age for the Earth: A missed opportunity in geodynamica. – GSA Today, **17**, 4–9.
- MOORE, J.C. & LUNDBERG, N. (1986): Tectonic overview of Deep Sea Drilling Project transects of forearcs. – In: MOORE, J.C. (Hrsg.): Structural Fabric in Deep Sea Drilling Project Cores From Forearcs, The Geological Society of America Memoir **186**, 1–12..
- NAUMANN, C.F. (1850): Lehrbuch der Geognosie. – Erster Band, XI + [I] + 1000 S., Leipzig (Wilhelm Engelmann).
- NAUMANN, C.F. (1854a): Lehrbuch der Geognosie. – Zweiter Band, XIV + 1222 S., Leipzig (Wilhelm Engelmann).
- NAUMANN, C.F. (1854b): Lehrbuch der Geognosie, Atlas. – LXX Tafeln, Leipzig (Wilhelm Engelmann).
- NEUMAYR, M. (1903): Istorija Zemli, perewo co 2-go nemetschkago isdanija, pererabotannago i dopolnennago Prof. V. Uhlig, c podolnenijami po geologii Rossii i bibliografitscheskimi ukasatelem V.V. Lamanskago i A.P. Netschaewa, pod redaktschiei sassudzhennago professora Imperatorskago c.-Peterburgskago Universiteta A. A. Inostranzew, perwii tom: Towaritschestwa «Proswschennije», VIII + 761 S., Sankt-Peterburg.
- NEUMAYR, M. (1903): Istorija Zemli, perewo co 2-go nemetschkago isdanija, pererabotannago i dopolnennago Prof. V. Uhlig, c podolnenijami po geologii Rossii i bibliografitscheskimi ukasatelem V.V. Lamanskago i A.P. Netschaewa, pod redaktschiei sassudzhennago professora Imperatorskago c.-Peterburgskago Universiteta A. A. Inostranzew, wtoroi tom: Towaritschestwa «Proswschennije», XV + 848 S., Sankt-Peterburg.
- NOPCSA, Franz (2001): Reisen in den Balkan – Die Lebenserinnerungen des Franz Baron Nopcsa, eingeleitet, herausgegeben und mit einem Anhang versehen von Robert Elsie. – xii + 507 S. + 16 phot. Taf. + [III] S., Pejë (Dukagjini Publishing House).
- OBERHAUSER, R. (Wiss. Red., 1980): Der Geologische Aufbau Österreichs. – XIX + 700 S., Wien (Springer-Verlag).
- OBRUTSCHEV, V. (1959): Elements de Géologie. – Editions en Langues Etrangères, 390 S., Moscou.
- OBRUTSCHEV, W. & ZOTINA, M. (1937): Eduard Süß. – Jizn Zamechatelnikh Lügei, **1**, 231 S. + 16 nicht numerierte Tafeln, Moskva (Jurnalno-Gazetnoe Obedinenie).
- d'ORBIGNY, A. (1852): Cours Élémentaire de Paléontologie et de Géologie Stratigraphiques. – Tome second, 848 S., Paris (Victor Masson).
- PENCK, W. (1918): Das geologisch-mineralogische Institut der Universität Konstantinopel. – Z. Ges. f. Erdkunde, **1918**, 344–345, Berlin.
- PINNEKER, E.V. (1989): Eduard Suess als Hydrogeologe. – Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, **40**, 165–174.
- POPPER, K. (1931): Die Gedächtnispflege unter dem Gesichtspunkt der Selbsttätigkeit. – Die Quelle, **81/6**, 607–619.
- POPPER, K. (1967): La rationalité et le statut du principe de rationalité. – In: CLAASEN, E.M. (Hrsg.): Textes de Jacques Rueff et essais rédigés en son honneur 23 août 1966, Bibliothèque Économique et Politique, Payot, Paris, SS. 142–150. (Für eine englische Übersetzung siehe: POPPER, K. [1985]: The rationality principle. – In: MILLER, D. [Hrsg.]; Popper Selections, 357–365, Princeton [Princeton University Press]; diese Abhandlung hat auch eine umfassendere, 1963 geschriebene, aber immer noch nicht publizierte Version. Die publizierten Kurzfassungen stammen aus einem Vortrag, den POPPER 1963 im Department of Economics der Harvard-Universität gehalten hatte: vgl. HANSEN [1974], S. 1250.).
- POPPER, K. (1983): Realism and the Aim of Science. Postscript to the Logic of Scientific Discovery I. – XXXIX + 420 S., Totowa (Rowman and Littlefield).
- POPPER, K. (1984): Woran glaubt der Westen? – In: Auf der Suche nach einer besseren Welt, 231–253, München (Piper).
- POPPER, K. (1994): Logik der Forschung. – Zehnte, verbesserte und vermehrte Auflage: XXIX + 481 S., Tübingen (Paul Siebeck).
- RATH, G. vom (1871): Ein Ausflug nach Calabrien. – VII + 157 S. + 1 gefaltete Tafel, Bonn (Adolph Marcus).
- RATH, G. vom (1879): Naturwissenschaftliche Studien. Erinnerungen an die Pariser Weltausstellung 1878 (Sections étrangères). – XIV + 442 S., Bonn (Max Cohen & Sohn).
- RECLUS, E. (1868): La Terre – Description des Phénomènes de la Vie du Globe, I, Les Continents. – III + 827 S. + 24 Farbkarten, Paris (L. Hachette et Cie).
- RICHTER, C.F. (1958): Elementary Seismology. – viii + 768 S., San Francisco (W. H. Freeman and Company).
- RIEDL-DORN, C. (1998): Das Haus der Wunder. Zur Geschichte des Naturhistorischen Museums in Wien. – XX + 308 S., Wien (Holzhausen).
- RIEDL-DORN, C. & SEIDL, J. (2003): Zur Sammlungs- und Forschungsgeschichte einer Wiener naturwissenschaftlichen Institution. Briefe von Eduard SUESS an Paul Maria PARTSCH, Moriz HOERNES, Ferdinand HOCHSTETTER und Franz STEINDACHER im Archiv für Wissenschaftsgeschichte am Naturhistorischen Museum in Wien. – Mensch-Wissenschaft-Magie, Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte, **21** (2001), 19–49.
- RITTER, C. (1822): Die Erdkunde im Verhältniß zur Natur und zur Geschichte des Menschen, oder Allgemeine, Vergleichende Geographie als Sichere Grundlage des Studiums und Unterrichts in Physikalischen und Historischen Wissenschaften, Erster Theil, Erstes Buch, Afrika. – Zweite stark vermehrte und verbesserte Ausgabe, XXVII + [I] + 1084 S., Berlin (G.Reimer).
- RUSSELL, B.[A.W.] (1945[1972]): A History of Western Philosophy. – xxiii + 895 S., New York (Simon & Schuster).
- SALOMON, W. (1925): Magmatische Hebungen (Mit besonderer Berücksichtigung von Calabrien). – Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Jg. **1925**, 11. Abhandlung, 1–28.
- SARRAZIN, H. (1985): Élisée Reclus ou la Passion du Monde. – 263 + [I] S., Paris (La Découverte).
- SCHEFBECK, G. (1991): Die Österreichisch-Ungarischen Tiefsee-Expeditionen 1890– 1898. – 292 S. + 1 farbige Faltkarte, Graz (Weishaupt-Verlag).

- SECOR, J.A. (1986): Controversy in Victorian Geology – The Cambrian-Silurian Dispute. – xvii + 363 S., Princeton (Princeton University Press).
- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R.I. (1836): On the Silurian and Cambrian Systems, exhibiting the order in which the older sedimentary strata, succeeded each other in England and Wales: British Association for the Advancement of Science. – Report of the 5<sup>th</sup> Meeting, August 1835, 59–61
- SEIDL, J. (2001): Einige Inedita zur Frühgeschichte der Paläontologie an der Universität Wien. Die Bewerbung von Eduard Suess um die Venia legendi für Paläontologie (1857). – In: HUBMANN, B. (Hrsg.): Geschichte der Erdwissenschaften in Österreich (2. Tagung, 17/18. November 2000 in Peggau/Stmk.). – Ber. Geol. B.-A., **53**, 61–67.
- SEIDL, J. (2002): Die Verleihung der außerordentlichen Professur für Paläontologie an Eduard Suess im Jahre 1857. Zur Frühgeschichte der Geowissenschaften an der Universität Wien. – Wiener Geschichtsblätter, 57/1, 38–61.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1982a): The classical theories of orogenesis. – In: MIYASHIRO, A., AKI, K. & ŞENGÖR, A.M.C.: Orogeny, 1–48, Chichester (John Wiley & Sons). Für eine deutsche Übersetzung siehe ŞENGÖR, A.M.C. (1985): Klassische Gebirgsbildungstheorien. – In: MIYASHIRO, A., AKI, K. & ŞENGÖR, A.M.C.: Orogenese – Grundzüge der Gebirgsbildung, 11–50, Wien (Deuticke).
- ŞENGÖR, A.M.C. (1982b): Eduard Suess' relations to the pre-1950 schools of thought in global tectonics. – Geol. Rdsch., **71**, 381–420.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1983): Gondwana and „Gondwanaland“: A discussion. – Geol. Rdsch., **72**, 397–400.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1988): Evaluating nuclear accidents. – Nature, **335**, S. 391.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1991a): Difference between Gondwana and Gondwana-Land. – Geology, **19**, 287–288.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1991b): Timing of orogenic events: a persistent geological controversy. – In: D.W. MÜLLER, J.A. MCKENZIE & H. WEISSERT (Hrsg.): Modern Controversies in Geology (K.J. Hsu Feestschrift), 405–473, Academic Press, London.
- ŞENGÖR, A.M.C. (1993): Some current problems on the tectonic evolution of the Mediterranean during the Cainozoic. – In: BOSCHI, E., MANTOVANI, E. & MORELLI, A. (Hrsg.): Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Region, NATO ASI Series, Series C: Mathematical and Physical Sciences, **402**, 1–51, Dordrecht (Kluwer Academic Publishers).
- ŞENGÖR, A.M.C. (1994): Eduard Suess. – In: EBLEN, R.A. & EBLEN, W.R. (eds.): The Encyclopaedia of the Environment. – 676–677, Boston (Houghton Mifflin Co).
- ŞENGÖR, A.M.C. (1996): Eine Ergänzung der Carlé'schen Liste der Veröffentlichungen von Hans Stille und einige Schlüsse: Ein Beitrag zur Geschichte und Philosophie der tektonischen Forschung: Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, 9/10 (1994), 1051–1106.
- ŞENGÖR, A.M.C. (2000a): Die Bedeutung von Eduard Suess (1831–1914) für die Geschichte der Tektonik. – Ber. Geol. B.-A., **51**, 57–72.
- ŞENGÖR, A.M.C. (2000b): Die Ansicht von Eduard Suess über das Aussterben der Dinosaurier. – In: Geschichte der Erdwissenschaften in Österreich 2. Symposium Abstracts, Berichte des Institutes für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität Graz, **1**, S. 56.
- ŞENGÖR, A.M.C. (2001): Is the Present the Key to the Past or the Past the Key to the Present? James Hutton and Adam Smith versus Abraham Gottlob Werner and Karl Marx in Interpreting History. – Geological Society of America Special Paper, **355**, x + 51 S.
- ŞENGÖR, A.M.C. (2003): The Large Wavelength Deformations of the Lithosphere: Materials for a history of the evolution of thought from the earliest times to plate tectonics. – Geological Society of America Memoir, **196**, xvii + 347 S. + 3 Faltafeln.
- ŞENGÖR, A.M.C. (2005): Une Autre Histoire de la Tectonique. – Leçons Inaugurales du Collège de France, 79 S., Paris (Collège de France/Fayard).
- ŞENGÖR, A.M.C. & NATAL'IN, B.A. (1996): Palaeotectonics of Asia: Fragments of A Synthesis. – In: YIN, A. & HARRISON, M. (eds.): The Tectonic Evolution of Asia, Rubey Colloquium, 486–640, Cambridge (Cambridge University Press).
- SNELL, B. (1946): Die Entdeckung des Geistes – Studien zur Entstehung des Europäischen Denkens bei den Griechen. – 264 S., Claassen & Goverts Verlag.
- STILLE, H. (1919): Alte und junge Saumtiefen. – Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse, **1919**, 336–372.
- STILLE, H. (1920): Die angebliche junge Vorwärtsbewegung im Timor-Ceram-Bogen. – Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse, **1920**, 174–180.
- STILLE, H. (1922): Die Schrumpfung der Erde – Festrede gehalten zur Jahresfeier der Georg August-Universität zu Göttingen am 5. Juli 1922. – 37 S., Berlin (Gebrüder Borntraeger).
- STILLE, H. (1924): Grundfragen der Vergleichenden Tektonik. – VIII + 443 S., Berlin (Gebrüder Borntraeger).
- STILLE, H. (1927): Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge. – In: STILLE, H. (Hrsg.): Beiträge zur Geologie der westlichen Mittelerrangebiete, I, Abh. Ges. Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse, neue Folge, **12/3**, IV + 62 S.
- STILLE, H. (1940): Einführung in den Bau Amerikas. – XX + 717 S., Berlin (Gebrüder Borntraeger).
- STILLE, H. (1944): Geotektonische Gliederung der Erdgeschichte. – Abh. Preuß. Akad. Wissen., mathem.-physik. Kl., **3**, 5–80.
- STILLE, H. (1949a): Die Jungalkonkische Regeneration im Raume Amerikas. – Abh. Deutsch.Akad. Wiss. zu Berlin, mathem.-naturwiss. K., **1948/3**, Abhandlungen zur Geotektonik Nr. 1, 39 S.
- STILLE, H. (1949b): Das Leitmotiv der geotektonischen Erdentwicklung. – Vorträge und Schriften der deutschen Akademie der Wissenschaften, **32**, 24 S., Berlin.
- STUDER, B. (1851): Geologie der Schweiz, erster Band. Mittelzone und südliche Nebenzone der Alpen. – IV + [II] + 485 S. +1 Faltkarte, Bern (Stämpflische Verlagshandlung).
- STUDER, B. (1853): Geologie der Schweiz, zweiter Band. Nördliche Nebenzone der Alpen. Jura und Hügelland. – VII + 497 S., Bern (Stämpflische Verlagshandlung).
- Suess, E. (1852): Über *Terebratula dyphia*. – Sitzber. mathem.-physik. Cl. kaiserl. Akad. Wiss., **8**, 553–566 + Tafel I.
- Suess, E. (1859): Über die Wohnsitze der Brachiopoden. I. Abschnitt. – Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., **37**, 185–248.
- Suess, E. (1860): Über die Wohnsitze der Brachiopoden. II. Abschnitt. Die Wohnsitze der fossilen Brachiopoden. – Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., **39**, 151–206.
- Suess, E. (1861): Über die grossen Raubthiere der österreichischen Tertiär-Ablagerungen. – Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss. in Wien, **XLIII**, 217–232.
- Suess, E. (1862): Der Boden der Stadt Wien nach seiner Bildungsweise, Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum Bürgerlichen Leben. – [VI] + 326 S., Wien (W. Braumüller).
- Suess, E. (1866): Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. II. Über die Bedeutung der sogenannten „brackischen Stufe“ oder der „Cerithienschichten“. – Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., **54**, Abt. I, 218–260.
- Suess, E. (1872): Über den Bau der italienischen Halbinsel. – Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Cl., **65**, Theil I, no. 3, 217–221.
- Suess, E. (1873): Die Erdbeben Nieder-Österreichs. – Denkschr. mathem.-naturwiss. Cl. kaiserl. Akad. Wiss., **33**, 1–38 + 2 Faltkarten.
- Suess, E. (1875): Die Entstehung der Alpen. – IV + 168 S., Wien (W. Braumüller).
- Suess, E. (1878): Die Heilquellen Böhmens. – 16. S., Wien (Alfred Hölder).
- Suess, E. (1880a): Die Aufgabe der Donau. – Vortrag gehalten im „Reform-Verein der Wiener Kaufleute“ am 30. März 1880, 21 S., Wien (Druck von A. Scharf im Verlag des Reform-Vereins der Wiener Kaufleute).
- Suess, E. (1880b): Über die vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche. – Verh. k. k. Geol. R.A., **11**, 171–180.
- Suess, E. (1883): Das Antlitz der Erde, Bd. Ia (Erste Abtheilung). – 310 S., Prag (F. Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1885): Das Antlitz der Erde, Bd. Ib. – IV + 311–778 + [1] S., Prag (F. Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1888): Das Antlitz der Erde, Bd. II. – IV + 704 S., Prag (F. Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1890): Über die Structur Europas. – Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, **XXX/1**, 21 pp. + 1 Faltkarte.
- Suess, E. (1891): Beiträge zur geologischen Kenntniss des östlichen Afrika, Theil IV, Die Brüche des östlichen Afrika. – Denkschr. kai-

- serl. Akad. Wiss. in Wien, **58**, 111–140, 1 gefaltetes Profil und + 3 Tafeln (Photomikrographien).
- Suess, E. (1893): Are great ocean depths permanent? – *Natural Science*, **2**, 180–187
- Suess, E. (1894): L'Aspetto della Terra, traduzioni dal tedesco del dott. P.E. Vinassa De Regny, parte 1 (I Movimenti dell'Edificio Roccoso Esterna della Terra). – 218 SS + 8 Fig., Pisa (Enrico Spoerri Edit.).
- Suess, E. (1897): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome I. – XV + 835 SS + 2 Farbkarten, Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1898): Über die Assymetrie der nördlichen Halbkugel. – *Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss. zu Wien, mathem.-naturwiss. Cl., Abt. I*, **107**, 89–192.  
Interessanterweise wurde eine englische Übersetzung dieses Aufsatzes an Benjamin Kendall Emersons Präsidentsrede von der Geological Society of America angehängt, unternommen vom Präsidenten selbst: Suess, E. (1900): Asymmetry of the northern hemisphere. – *Bulletin of the Geological Society of America*, **11**, 96–106)
- Suess, E. (1899): Rede zur Enthüllung des Hasner-Denkmales gehalten im grossen Saale der Wiener Universität am 9. Juli 1899. – 21 S., Wien (Alfred Hölder).
- Suess, E. (1900): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome II. – 878 S. + 2 Farbkarten, Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1901a): Das Antlitz der Erde, Bd. III1 (Dritter Band. Erste Hälfte). – IV + 508 S., Prag (F. Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1901b): Abschieds-Vorlesung des Professors Eduard Suess bei seinem Rücktritte vom Lehramte gehalten am 13. Juli 1901 im Geologischen Hörsaal der Wiener Universität. – Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, **14/1**, S. 1–8.
- Suess, E. (1902): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome III (1re partie). – XI + [I] + 530 pp. + 3 Farbkarten, Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1903): Vorwort. – In: DIENER, C., HOERNES, R., SUESS, F.E. & UHLIG, V.: Bau und Bild Österreichs, XII–XXIV, Wien (Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1904): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde), translated by Hertha B.C. Sollas under the direction of W.J. Sollas, v. I. – xii + 604 S., Oxford (Clarendon Press).
- Suess, E. (1906): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde), v. II. – vi + 566 S., Oxford (Clarendon Press).
- Suess, E. (1907): Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper. – *Sitzber. kaiserl. Akad. Wiss. in Wien, mathem.-naturwiss. Klasse*, **116**, Abt. I, 1–7.
- Suess, E. (1908): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde), v. III. – viii + 400 S., Oxford (Clarendon Press).
- Suess, E. (1909a): Das Antlitz der Erde, Bd. III2 (Dritter Band. Zweite Hälfte. Schluss des Gesamtwerkes). – IV + 789 S., Wien (F. Tempsky) – Leipzig (G. Freytag).
- Suess, E. (1909b): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde), v. IV. – viii + 673 S., Oxford (Clarendon Press).
- Suess, E. (1909c): Das Leben. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **2**, 148–161.
- Suess, E. (1911a): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome III (2e partie). – XI + [I] S. + S. 531–956 + 2 Farbkarten, Paris (:Armand Colin).
- Suess, E. (1911b): Synthesis of the paleogeography of North America. – *American Journal of Science*, 4. Serie, **31**, 101–108.
- Suess, E. (1911c): Über die Donau. – Vortrag, gehalten in der ausserordentlichen Festversammlung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 9. März 1911, 27 S., Wien (Alfred Hölder).
- Suess, E. (1913a): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome III (3e partie {Fin}). – X + [I] S. + S. 956–1360 + 1 Farbkarte, Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1913b): Über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, I, 13–60 + 2 Tafeln.
- Suess, E. (1916): Erinnerungen: IX + 451 S., Leipzig (S. Hirzel).
- Suess, E. (1918a): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, tome III (4e partie {Fin}): XV + [I] S. + S. 1361–1724+ 2 Farbkarten + 3 Tafeln, Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1918b): La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. De Margerie, Tables Générales de l'Ouvrage Tomes I, II, III (1re, 2e, 3e et 4e Parties). – 258 S., Paris (Armand Colin).
- Suess, E. (1924): The Face of the Earth (Das Antlitz der Erde), v. V Indexes and Maps. – xvi + 170 S. + XVIII Tafeln, Oxford (Clarendon Press).
- Suess, Erhard (1916): Vorwort. – In: E. SUESS: Erinnerungen. – III–VI, Leipzig (S. Hirzel).
- Suess, F.E. (1981): Das Lebenswerk von Eduard Suess – Dargestellt von seinem Sohn F.E. Suess anlässlich des hundertsten Geburtstag. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **74/75**, 1–6.
- TAQUET, P. (Hrsg., 2002): Un Voyageur Naturaliste Alcide d'Orbigny – Du nouveau monde ... au passé du monde. – 127 S., Paris (Nathan).
- TAYLOR, F.B. (1910): Bearing of the Tertiary mountain belt of the origin of the earth's plan. – *Bull. Geol. Soc. America*, **21**, 179–226.
- TAYLOR, F.B. (1921): Some points in the mechanics of the arcuate and lobate mountain structures. – *Bull. Geol. Soc. America*, **32**, 31–32.
- TERMIER, P. (1914): Eduard Suess 1831–1914: Revue générale des Sciences pures et appliquées, 25, Juni 1914, 546–552; auch in *À la Gloire de la Terre – Souvenirs d'un Géologue*, nicht datiert [1922], 269–290, Paris (Desclée de Brouwer et Cie.).  
Dieser Nekrolog wurde auch auf Englisch im Smithsonian Annual Report for 1914 (Washington, 1915, 709–718) publiziert.
- TIETZE, E. (1917): Einige Seiten über Eduard Suess – Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie. – *Jb. k.k. Geol. R.-A.*, **66**, 333–556.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E. (Hrsg., 1981): Eduard Suess-Gedenkbänd. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **74/75** (1981/82), 1–100.  
Dieser Teil dieses Doppelbandes wurde von der Österreichischen Geologischen Gesellschaft unter dem Titel Eduard Suess–Forscher und Politiker 20. 8. 1831–26. 4. 1914 auch separat abgedruckt (Titel auf dem Buchdeckel: Eduard Suess 1831–1914).
- UHLIG, V. (1909): Ein österreichisches Meisterwerk. – *Österreichische Rundschau*, **1909**, 103–114.
- VÉLAIN, C. (1892): Cours Élémentaire de Géologie Stratigraphique, quatrième édition entièrement refondue. – 572 SS. + 1 Faltkarte, Paris (F. Savy).
- VIVIEN DE SAINT MARTIN, [L.] (1873): Histoire de la Géographie et des Découvertes Géographiques Depuis les Temps les Plus Récultés jusqu'à nos Jours:.. – XVI + 615 S., Paris (Librairie Hachette et Cie).
- WADIA, D.N. (1953): Geology of India, third edition. – xx + 531 S. + 19 Tafeln + 1 farbige Faltkarte, London (Macmillan and Co.).
- WEGENER, A. (1912a): Die Entstehung der Kontinente. – *Petermanns Geographische Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt*, **58**(I), 185–195, 253–256, 305–309 u. Tafel 36.
- WEGENER, A. (1912b): Die Entstehung der Kontinente. – *Geol. Rdsch*, **3**, 276–292.
- WEGMANN, E. (1967): Zwischen Felsen und Hypothesen (Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie). – *Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen*, **XXVIII**, 1–30.
- WEGMANN, E. (1981): Eduard Suess. – In: GILLESPIE, C.C. (Hrsg.): *Dictionary of Scientific Biography*, **13**, 143–149, New York (Charles Scribner's Sons).
- WYNNE, A.B. (1872): Memoir on the geology of Kutch, to accompany a map compiled by A.B. Wynne and F. Fedden during the seasons 1867–68 and 1868–69. – *Memoirs of the Geological Survey of India*, **IX**, 1–293 + 3 farbige Faltkarten.
- ZAPFE, H. (1981): Eduard Suess als Paläontologe. – *Mitt. Österr. geol. Ges.*, **74/75**, 17–26
- ZITTEL, K.A. von (1899): Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. – XI + 868 S., München (R. Oldenbourg).