©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



# Die Bedeutung von Eduard Suess (1831-1914) für die Geschichte der Tektonik

Ali Mehmet Celâl ŞENGÖR, İstanbul*)

*An Karl Raimund POPPER,*
*der uns gezeigt hat,*
*daß die Natur zu erforschen,*
*uns selbst zu respektieren*
*und große Männer anzuerkennen,*
*die reichsten Quellen der Freude im Leben sind.*


## Kurzfassung

Mit den 1872 beginnenden tektonischen und großräumigen, regionalgeologischen Arbeiten von Eduard SUESS fängt die moderne Epoche der tektonischen Forschung an. Das erste, tatsächlich *"tektonische"* Werk, das wir kennen, ist jedoch die *Geographika* von ERATOSTHENES aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. Dort führt der große griechische Geograph eine *"regularistische"* Anschauungsweise in die Tektonik ein. Weniger als zwei Jahrhunderte später stellt ein anderer Geograph, STRABON von Amasya, eine *"katastrophistische"* Anschauung daneben. Dieses *"regularistisch-katastrophistische"* Weltbild beherrschte die Tektonik bis zu Eduard SUESS. Die letzten großen *„vorsuessischen"* Vertreter dieser Denkrichtung waren Leopold von BUCH, Léonce Élie de BEAUMONT und James Dwight DANA. SUESS betont dagegen, daß

1) die behaupteten geometrischen Regelmäßigkeiten in der Natur (bes. Élie de BEAUMONT, von HUMBOLDT und DANA) nicht festzustellen sind;

2) die angenommenen zeitlichen Regularitäten (bes. Leopold von BUCH, Élie de BEAMONT und DANA) nicht zu beweisen sind;

3) die geologische Überlieferung höchst lückenhaft ist und deswegen die Vergangenheit nur im Vergleich mit der Gegenwart zu rekonstruieren ist;

4) alle Geologie immer hypothetisch bleiben muß (wie alle Naturwissenschaft!).

Diese Gedanken von SUESS wurzeln in den *"irregularistisch-aktualistischen"* Anschauungen der großen schottischen Geologen James HUTTON und Charles LYELL sowie des Philosophen David HUME. Nach SUESS stellen wir zwei Denkrichtungen fest:

1) Eine *"reaktionäre"*, regularistisch-katastrophistische Schule, die ich anderswo auch die *"KOBER-STILLE–Schule"* genannt habe. Diese Schule ist die direkte Fortsetzung der alten Richtung auch inspiriert von der amerikanischen DANA-CHAMBERLIN'schen Richtung.

2) Eine *"progressive"*, irregularistisch-aktualistische Schule. Diese Schule habe ich anderswo auch die *"WEGENER-ARGAND-Schule"* genannt. Die Wegener-Argandianer repräsentieren vielmehr eine Fortsetzung der SUESS'schen Denkrichtung in der Tektonik.

SUESS spielte eine entscheidende Rolle, die tektonische Forschung von den regularistisch - deterministischen Ideen der alten großen Tektoniker des 19. Jahrhunderts zu befreien. Er versuchte den Geologen beizubringen, mit ständig verbesserbaren, hypothetischen Modellen der Struktur und der Geschichte zu arbeiten. Heute sind die beiden *"regularistisch - katastrophistischen"* und *"irregularistisch - aktualistischen"* Schulen noch aktiv. Die Plattentektonik ist ein Produkt der Wegener-Argandianer. Die *"VAIL-Schule"* in der Sequenz-Stratigraphie z.B., ist das Produkt der Kober-Stilleaner.


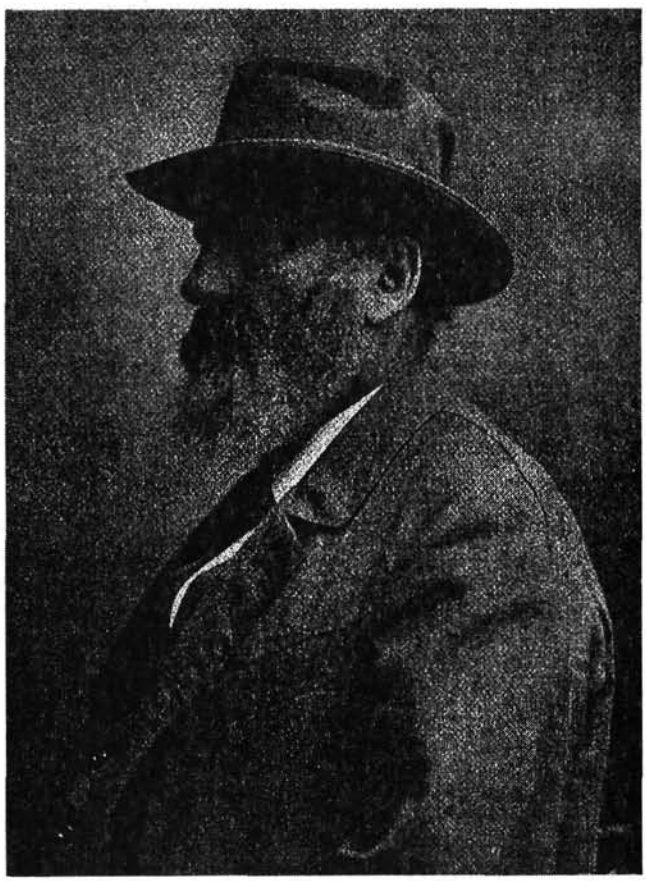

Abb. 1: Eduard SUESS (1831-1914)

## 1. Einleitung

Es ist der Zweck dieses Aufsatzes, die geschichtliche Stellung von Eduard SUESS (1831-1914; Abb. 1; [1-10]), wohl dem größten Erdwissenschafter der je gelebt hat [11], innerhalb des Entwicklungsganges der Tektonik zu präzisieren. Niemand bestritt seine überragende Bedeutung in der Geschichte - nicht nur in der Tektonik, sondern in der Geologie überhaupt (nur um einige Beispiele zu geben [vgl. 12-17]). Allen ist bekannt, daß er eine der glänzendsten und dauerhaftesten Synthesen der globalen Geologie geliefert hat [18-20]. Die Österreicher betrachten ihn als einen der selbstlosesten, engagiertesten und kreativsten Politiker, den es je gegeben hat [21]. Wie Kaiser Franz Joseph I. sich in einem Hand-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



schreiben ausdrückte, die Gebildeten auf dem ganzen Erdball kennen seinen Namen als einen der glänzendsten, und die Welt der Gelehrten reiht ihn unter ihrer besten [22]. Und Rudolf TRÜMPY bezeichnete ihn einmal als den einzigen Genius in der Geschichte der Geologie, der überhaupt keine Laster gehabt zu haben scheint.

Trotz allen diesen Lobsprüchen ist es immer noch nicht ganz klar warum die Stellung von SUESS in der Geschichte der Erdwissenschaften so einmalig überragend ist. Viele vor ihm und viele nach ihm haben globale Synthesen geliefert: Man denke an einen Alexander von HUMBOLDT, einen Élie de BEAUMONT oder einen Émile HAUG, Marcel BERTRAND, Leopold KOBER, Hans STILLE, Alfred WEGENER. Vielleicht kommt die Stellung Émile ARGANDS zu der von SUESS in der Geschichte der Geologie am nächsten, aber auch seine Stellung ist kaum vergleichbar mit der von SUESS [vgl. 23-25].

In diesem Aufsatz vertrete ich die These, daß es vielmehr die Art und Weise gewesen ist, in welcher SUESS Geologie betrieb und ihn groß gemacht hat, als das, was er selbst in der Geologie zustande gebracht hat. Ich möchte aber sofort unterstreichen, daß sein Werk allein selbstverständlich genügen würde, ihn zu einem der größten Geologen aller Zeiten zu machen. Weite Teile dieses kolossalen Werkes sind aber heute überholt. Sein Leitbild [26] in der globalen Tektonik dagegen, seine Methodik des Studiums unseres Planeten, die Weise, in welcher er sich mit dem Planeten *"unterhält"*, um ihn nach seinen Problemen zu fragen, bestehen heute noch und beleuchten unsere Wege. Warum es so ist, ist die Frage, die dieser Aufsatz zu beantworten hat. Um dies zu unternehmen, muß aber zuerst einiges über das Wesen der Geologie und der naturwissenschaftlichen Forschung überhaupt gesagt werden.

## 2. Geologie als Architektonik und Geschichte zugleich

Die Geologie ist eine Wissenschaft, die sowohl den heutigen Zustand unserer Erde als auch ihr Werden in der Zeit studiert. Der heutigen Struktur des Planeten hätte man sich rein beschreibend annähern können, wenn das zu Beschreibende nicht in weiten Gebieten unter jüngeren Decken verborgen liegen würde oder durch spätere Ereignisse zerstört oder umgewandelt wäre. Deswegen muß der Geologe aus dem zur Beobachtung Zugänglichen, das Gesamte zu rekonstruieren versuchen. Mit anderen Worten, soll der Geologe versuchen, ein Modell seines Studienobjektes zu formen. Er darf natürlich dieses Modell, welches ein Denkobjekt ist, niemals mit dem Studienobjekt selbst verwechseln.

Dem Werden (und Vergehen) der Strukturen, des Materials, dem die Strukturen Form geben, den Wesen, die die strukturierte Welt bevölkern, ist es noch viel schwieriger nachzugehen. Dabei muß zuerst die Überlieferung als solche anerkannt werden. Dann muß die anerkannte Überlieferung weiter interpretiert werden. Wie man dies macht, hängt davon ab, wie man sich die Prozesse des Werdens und Vergehens vorstellt. Das Wissen der physiklischen, chemischen und biologischen Prozesse hilft dabei nur bis zu einem gewissen Grad. Die geologischen Prozesse muß man auch verstehen. Durch unmittelbare Beobachtung kann man dies bis zu einer gewissen Grenze, wenigstens für die exodynamischen Prozesse. Aber für die größeren, langsameren Erdprozesse, die während der Erdgeschichte das *"Antlitz der Erde"* gestaltet haben, braucht man unbedingt die Kenntnis der Vergangenheit. Anders ausgedrückt, braucht man die Kenntnis der Vergangenheit um die Vergangenheit zu rekostruieren. Dieses anscheinend unlösbare Problem, das durch die Unsicherheiten bei der Modellbildung für das Verständnis der heutigen Strukturen noch viel verwickelter wird, zu lösen ist seit jeher die Aufgabe der geologischen Wissenschaft gewesen.

Zwei Denkrichtungen haben sich sehr früh entwickelt [vgl. insbes. Anm. 8 und 25]: Die eine nimmt an, daß wir, auf welche Weise auch immer, sichere Kenntnis der Vergangenheit bereits besitzen oder besitzen können. Die andere Richtung zweifelt alles an und nimmt jedes Stück gewonnenen Wissens nur als provisorisch an. Anhänger dieser zweiten Denkrichtung studieren mit Vorliebe die heutige Welt mit der Hoffnung, für die Rekonstruktionen der Vergangenheit brauchbare Anhaltspunkte zu gewinnen. Eduard SUESS gehörte ohne Zweifel zu der zweiten Denkrichtung. Aber bevor wir über ihn sprechen, sei es mir erlaubt noch einiges über den Ursprung und die Entwicklung der beiden Denkrichtungen bis zu Eduard SUESS zu sagen.

## 3. Positivisten *versus* kritische Rationalisten in der Geschichte der Tektonik

Die frühesten Theorien über die Struktur und Geschichte der Erde sind in den Mythologien des mittleren Ostens erhalten [vgl. 27-42]. Ein eingehendes Studium zeigt, daß diese Theorien sehr gewagte Hypothesen darstellen, die nur auf sehr kleine Erfahrungsbasen aufgestellt wurden [43]. Sie entstanden zu einer Zeit, als die menschliche Erinnerung in keiner Generation mehr als 50 Jahre zurückreichte, da die Schrift noch nicht erfunden war [44]. Menschen unter solchen Bedingungen neigen dazu, sich nur an herausragende Ereignisse und Persönlichkeiten zu erinnern [45]. Deshalb sind die frühen mythologischen Erzählungen nichts als in der Zeit komprimierte Geschichten, aus welchen das tagtägliche durch das Gedächtnis entfernt wurde und in welchen deshalb die außerordentlichen Dinge überbewertet werden. Diese außerordentlichen Dinge geben auch den Anschein plötzlich und unvermittelt aufzutreten, da die Zwischenstadien zwischen ihnen durch das menschliche Gedächtnis eliminiert wurden. Dies scheint die Erklärung für den Überfluß an fantastischen Gestalten und Ereignissen in der Mythologie zu sein. Auf diesen Anfang führe ich die Katastrophengeschichten in der Religion und in den früheren Episoden der Geologie zurück.

Ich fasse jetzt zusammen: Die Katastrophengeschichten in der Geologie wurzeln in den Katastrophengeschichten der Religion und der Mythologie der 'primitiven' Völker. Solche Geschichten waren ursprünglich eigentlich Augenzeugenberichte. Das Gedächtnis verdichtet aber das Außerordentliche und eliminiert das Tagtägliche.

Eine andere Neigung bei den primitiven Gesellschaften ist die Vorliebe für das Regelmäßige. Z.B. werden wiederkehrende Ereignisse meistens als periodisch gedacht, selbst wenn dies nicht der Fall ist [46]. Zeitliche Periodizität hat man natürlich auch aus seiner Erfahrung gelernt: Von der Rotation von Tag und Nacht, von Jahreszeiten, vom weiblichen Menstruationszyklus [47]. Ich deute diese Vorliebe für Regularität als einen biologisch bedingte Überlebens-mechanismus, da reguläre Dinge einfacher zu sein scheinen als irreguläre, und einfache Dinge viel leichter zu behandeln sind als komplizierte [48]. Deswegen sind die primitiven *"Naturerzählungen"* nicht nur von außerordentlichen Wesen und Ereignissen erfüllt, sondern haben oft auch eine sehr einfache Geschichte zum Inhalt.

Ein drittes Merkmal der primitiven Naturgeschichten der Mythologie ist ihre Permanenz. Sobald eine Geschichte entsteht, darf keiner irgend ein Detail daran ändern. Sie sollen die Geschichten der ewigen, zeitlosen Wahrheit darstellen. Sie sind auf Wahrheit, auf Augenzeugen-berichte (der Priester, von heilige Personen, Propheten etc.) gegründet. In dieser Einstellung sehe ich die frühesten Vertreter des Positivismus, d.h. des Glaubens an gesicherte Kenntnis durch Beobachtung und durch Erzählung (von der Mutter, vom Vater, oder von irgend einer respektierten Person; sogar im Traum!). Es ist leicht einzusehe, warum man nicht sofort auch an einen Mechanismus der Kritik dachte. Der Überlebensdrang zwingt uns, unseren Sinnen und unseren

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Eltern zu glauben. Und die tagtäglichen Ereignisse bestätigen dies nur [49].

Aus den primitiven Geschichten und Deutungen der Natur in der Mythologie können wir also eine katastrophistisch-regularistische Haltung ihrer Schöpfer ableiten, die offensichtlich ein positivistisches Denken bevorzugt haben.

Der ersten Abweichung von dieser Haltung begegnen wir beim großen Ionier ANAXIMANDER von Milet [50-54]. Die Doxographie berichtet, daß ANAXIMANDER das Weltmodell seines Mitbürgers THALES (vgl. Anm. [53] und [54]), das eine auf dem Weltozean schwimmende Erdscheibe voraussetzte (und höchst wahrscheinlich auf ein aus der babylonischen Zeit stammendes Vorbild aus dem Nahen Osten zurückgeht: [55]), kritisierte und ein neues Model, mit einem im Zentrum des Weltalls frei schwebenden Erdzylinder in Vorschlag brachte. Die Menschen sollten auf der einen flachen Fläche wohnen; ANAXIMANDER wußte nicht, ob die entgegengesetzte flache Fläche auch bewohnt war. Von der bewohnten Fläche entwarf er eine Landkarte (*Pinax*), die nach den vorhandenen Berichten nicht so schematisch wie die früheren Landkarten aus dem mittleren Osten war. ANAXIMANTER stellte seine Karte im Hafen von Milet aus, wo die meisten See- und Kaufläute sich befanden und bat sie um ihre Kritik. Er beobachtete Seetiere in den Bergen um Milet (wahrscheinlich in den Pliozän-Ablagerungen südlich der Stadt: [56]) und dachte, daß sie auf einen Rückzug des Meeres zurückzuführen seien. Daraus folgerte der geniale Milesier, daß vielleicht das Meer einst alles Land bedeckt haben könnte. Wenn dies der Fall gewesen wäre, wäre es unmöglich gewesen, sich die ersten lebendigen Wesen als Menschen vorzustellen, da die Menschen unter dem Meer nicht leben können. Die ersten lebendigen Wesen waren vielleicht Fisch-ähnlich. Mit der Zeit haben sich diese Fische zu Menschen verwandelt. ANAXIMANDER fügte hinzu, daß ein Menschensäugling sowieso nicht allein leben könnte. Aus diesem Argument folgerte er, daß die ersten lebendigen Wesen nicht Menschen sein konnten und eine Art organische Transformation stattgefunden haben mußte.

ANAXIMANDER entwickelte auch viele andere Modelle der Erde und des Kosmos auf der Basis seiner (und anderer!) Beobachtungen und ihrer strengen kritischen Prüfung. Dieses Element der kritischen Prüfung war bei ihm neu.

POPPER hat mit recht darauf bestanden, daß THALES ihn zur Kritik aufgemuntert haben muß [57]. Die Hauptsache ist aber, daß mit THALES und ANAXIMANDER die Idee, daß man mit seinen eigenen Sinnen und seiner eigenen Intelligenz eine Interpretation kritisieren und dadurch verbessern kann, ganz fest Wurzel fasste. Damit könnte man uns nicht vorliegende Teile unserer Erde und nicht überlieferte Segmente irgend einer Geschichte im Geiste vervollständigen. Diese Vervollständigung muß natürlich immer innerhalb des Rahmens eines erdachten Modells geschehen und deshalb immer nur provisorisch, d.h. hypothethisch bleiben. Mit fortschreitenden Beobachtungen, die sich fast immer unter Kritik entfalten, verbessert man stückweise das Modell oder verwirft es sogar gänzlich, um es mit einem neuen Modell zu ersetzen [vgl. bes. Anm. 57].

Uns verborgene Teile bzw. Gebiete der Natur vervollständigen wir im Geiste, indem wir sie den uns bekannten Teilen ähnlich vorstellen. Die ersten Menschen, beispielsweise, deutete ANAXIMANDER als den modernen Menschen ähnlich. Diese Annahme führte aber zu einem Widerspruch mit einem anderen Modell von ihm, nähmlich dem des steten Rückzuges des Meeres. Hier mußte ANAXIMANDER einen Wahl treffen. Er benützte die zusätzliche Erfahrung, daß Menschenkinder nicht allein leben können bis sie sieben oder acht Jahre alt sind, um zu folgern, daß die ersten lebendigen Wesen nicht Menschen sein konnten. Er mußte also logisch die ihm vorliegenden Erfahrungen wiegen um ein in sich widerspruchloses Modell aufzubauen. Mit dieser Methode verwarf er die Mythologie und wurde, zusammen mit seinem Mitbürger und Freund THALES, zum Begründer der Naturwissenschaft.

Das Verfahren von ANAXIMANDER erscheint uns heute so selbstverständlich, daß man mir vielleicht vorwerfen könnte, eine allgemein gut bekannte und selbstver-ständliche Geschichte hier wiederholt zu haben. Betrachten wir aber ein bißchen näher, was diese Geschichte bedeutet: Erstens, da wir nicht nur das in der heutigen Erde verborgene, sondern auch uns überhaupt nicht überlieferte im Geiste im Rahmen eines Modells vervollständigen können; wir brauchen nicht mehr die Geschichte in kleinere, voneinander unabhängige Zeitspannen zu komprimieren, weil wir die fehlenden Zwischenstücke im Geiste wiederherstellen können (oder wenigsten glauben, dies tun zu können). Zweitens, da wir unsere Modelle auf der Basis des heute Vorhandenen, mit anderen Worten, des heute Beobachtbaren aufbauen, interpretieren wir die Geschichte, die Vergangenheit, aus dem Blickwinkel der heutigen Welt. Da aber unsere Modelle nur provisorische, unter Kritik zu verbessernde Hypothesen sind, braucht keine perfekte Gleichheit zwischen der Vergangenheit und dem jetztigen Augenblick zu bestehen. Die heutige Welt stellt lediglich unseren jeweiligen Ausgangspunkt dar, und nichts mehr! Alle Argumente, ob Aktualismus oder Uniformitarismus eine Methode oder eine Hypothese sind, oder, ob substantiver oder methodologischer Uniformitarismus zu verwenden ist [58], stammen aus dem Mißverständnis dieser einfachen Rolle der heutigen Welt in der aktualistischen (oder auch uniformitaristischen) Hypothese. Aber damit sagen wir, daß ANAXIMANDER vielleicht der erste war, der sich bei seinen naturwissen-schaftlichen Spekulationen der aktualist-ischen Methode bediente.

Da wir unsere Modelle ständig unter auf Erfahrung stützender Kritik verbessern, sollten wir uns vor keiner Schematisierung der Natur fürchten. Auch wenn wir jedes Mal mit dem einfachsten und regelmäßigsten, schematischsten, skizzenhaftigsten Modell beginnen, wird es sich rasch unter Kritik der 'Wahrheit' anpassen. Das Endresultat ist oft kompliziert und unregelmäßig und sehr verschieden von den schönen, einfachen, schematisch-regulären Gegenständen der Mythologie.

Die kritisch-rationalistische Einstellung des ANAXIMANDER brachte es also mit sich, daß man die katastrophistisch-regularistische Anschauung aufgab und in ihrer Stelle eine aktualistisch-irregularistische Anschauung entwickelte.

## 4. Kurze Geschichte der positivistischen und der kritisch-rationalistischen Schulen in der Tektonik bis zu Eduard SUESS.

Man würde erwarten, daß nach der uns so selbstverständlich erscheinenden naturwissenschaftlichen Methode des ANAXIMANDER, alles glatt weiterlaufen würde. So ist es aber nicht gewesen. Die ionische Naturwissenschaft und ihre natürlichen Schlüsse, angefangen bei der Unendlichkeit des Alls und der Zeit, oder der ewigen Änderung von allem Bestehenden, der Bedeutungslosigkeit unserer Erde und ihrer Bewohner in einem unpersönlichen Kosmos, bis hin zur Unmöglichkeit sicheren Wissens, haben die Menschen erschrocken und sowohl in Athen als auch in den italienischen Kolonien der Griechen eine Welle der heftigen Reaktion ausgelöst. Besonders erschreckend fand man die Ionische These der Unmöglichkeit des sicheren Wissens. Sowohl in Athen durch SOKRATES als auch in Großgriechenland durch PYTHAGORAS und PARMENIDES versuchte man die Ionische These

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



zu untergraben und sie mit einer These des gesicherten Wissens zu ersetzen. Alle diese Versuche haben eine Eigenschaft gemeinsam, nämlich die Behauptung, daß wir mit Sicherheit mehr wissen können als wir tatsächlich wissen. Alle haben auch einen religiösen Charakter: Sowohl SOKRATES als auch PARMENIDES sprachen, wenigstens implizit, von einer göttlichen Offenbarung; PYTHAGORAS war ganz unverhohlen religiös. Die Sicherheit des Wissens bei SOKRATES stammt von einer Methode der Induktion, die wir (wenigstens seit *Theaitetos* von PLATON) unter der Bezeichnung ἡ μαιευτικὴ τέχνη (=Kunst der Hebamme, Geburtshilfe) kennen. Die Methode besteht aus Erinnern durch ständige Befragung, der unsterblichen Seele an ihr durch die Geburt in Vergessenheit geratenes Wissen. Sowohl in der *Apologie* [28E] als auch im *Euthyphron* [3B] gibt es noch dazu Indikationen einer göttlichen Offenbarung. PARMENIDES' Gedicht soll ja eine Offenbarung von Dilke sein. Bei PYTHAGORAS, es ist die Exaktheit der Mathematik, die die Sicherheit des Wissens garantiert (und deshalb waren die Pythagoräer durch die Entdeckung der irrationalen Zahlen so erschrocken!).

Nicht die rationalistische, aber dafür unbequeme Tradition der Ionier, aber die irrationalistische aber dadurch angenehme Tradition ihrer Gegner wurde allgemein angenommen. Sogar die Bücher der Ionier verschwanden fast gänzlich aus den Schulen der Hellenistischen und der Römischen Zeit. Die Gegner der Ionier haben den Boden vorbereitet, auf welchem sich das Christentum rasch verbreiten konnte [59].

Mit dem Christentum wurde nochmals eine nahöstliche Mythologie die Glaubenbasis für das ganze Europa. Allmählich und langsam nur konnte gegen sie wieder der kritische Sinn der Ionier erwachen. Auch lange nachdem der religiöse Glauben selbst aus den wissenschaftlichen Diskussionen verschwunden war, blieb dennoch der fest an das menschliche Bewusstsein genagelte Glaube an sichere Kenntnis bestehen [60-61]. Die Geschichte der Geologie und ganz besonders die der Tektonik (wie auch aller Wissenschaft!) ist nichts als ein langer Kampf zwischen denjenigen, die positiv an ein unerschütterliches Wissen glaubten und denjenigen, die nur durch unaufhörliche rationale Kritik das bestehende mangelhafte Wissen zu verbessern hofften [8, 62-65].

Die Theoretische Basis für die positivistische Schule war ursprünglich die biblische Schöpfungsgeschichte (um nur einige berühmtgewordene Beispiele zu wiederholen: [66-71]. An *veracitas dei* lehnend, offenbart diese theoretische Basis den Positivisten nicht nur die Art der Ereignisse in der Erdgeschichte (z.B. Sintflut: [72-73]), sondern auch die Chronologie derselben (z.B. Erzbischof USHHER: [74]). Für eine ganz lange Zeit begnügte man sich mit der biblischen Geschichte gemischt in wechselnden Proportionen mit platonischen oder arisotelischen Theorien. Erst mit der Rennaisance beginnt man, wenigstens in Europa, wieder im Sinne der alten Ionier die Natur direkt und relativ unvoreingenommen zu beobachten. Mit diesem Anfang entsteht, bzw. setzt sich in eine neue Richtung zweier deutlich verschiedener Denkschulen fort, die wir ohne viele Mühe mit den Ioniern und ihren Gegnern vergleichen können.

Am Anfang steht LEONARDO da VINCI [75-76] und beinahe zwei Jahrhunderte später Robert HOOKE [77-78] der Denkrichtung der Ionier nahe. An der Denkweise von beiden bemerken wir

daß sie in der Erdgeschichte fast nichts als sicher bekannt voraussetzen und keine *"Offenbarung"*, von welcher Seite sie auch immer kommen mag, ernst nehmen

daß sie ganz genau die heutige Welt beobachten und zuerst sie zu verstehen versuchen; mit anderen Worten von heute auf gestern schließen (aktualistische oder *"ontologische"* Methode: [79]); und

daß sie gar keine Regelmäßigkeiten in geologischen Prozessen voraussetzen.

Auf der entgegenstehenden Seite steht ein anderer Genius, der allgemein als der eigentliche Begründer der Geologie in ihrem modernen Sinn angesehen wird: Nikolaus STENONIS, mit seinem dänischen Namen Niels STENSEN [80-82]. Als Beobachter steht STENONIS nicht hinter LEONARDO da Vinci oder Hooke. Seine Deutung der einzelnen geologischen Prozesse wie Sedimentation oder Fossilisation sind heute noch gültig. Nur bei seinem Versuch, die Erdgeschichte zu rekonstuieren, spaltet sich STENO von der Richtung des LEONARDO und Hooke abrubt ab, indem er

1) die biblische *"Erdgeschichte"* als richtig akzeptiert und damit sowohl die vorweltlichen Ereignisse als auch deren Chronologie als bekannt voraussetzt;

2) die Produkte der geologischen Prozesse, wie Fossilien, Sichtverbände oder Diskordanzen beobachtet und, mit nur geringer Vergleichsbasis (z.B. Haifischzähne) mit der aktuellen Welt, zu deuten versucht; d.h. von gestern auf heute zu schließen versucht (historisistische oder *"retrospektive"* Methode: [83]);

3) sowohl zeitliche als auch räumliche Regelmäßigkeiten annimt.

Diese beiden Denkrichtungen haben bis zu unseren Tagen das geologische und ganz besonders das tektonische Denken dominiert. Mit dem 18. Jahrhundert verschwindet allmählich aus dem geologischen Denken das religiöse Element. Aber die Merkmale dessen, nämlich der Glaube an gesichertes Wissen, an ganz regelmäßiges Verhalten der Natur, an die Verschiedenheit der vorweltlichen geologischen Prozesse von den heutigen, bestand nach wie vor.

Die Originalität von James HUTTON (1726-1797), dem großen Schottischen Gelehrten, den man als einen der Begründer der modernen Geologie ansieht (aus der umfangreichen Literatur nenne ich nur: [84] und [85]), besteht aus seinem großen Erfolg, alle Konsequenzen der nach der Renaissance von Leonardo DA VINCI eingeleiteten Denkrichtung mit erstaunlicher Deutlichkeit und Klarheit dargelegt zu haben. Weniger bekannt ist, daß sein großes dreibändiges philosophisches Werk die erkenntnis-theoretischen Voraussetzungen seiner Geologie genauso deutlich formuliert [86-87]. Unten gebe ich einige Zitate aus verschiedenen Publikationen HUTTONS, um seine philosophische Stellung zu dokumentieren:

Er fordert die direkte Berührung mit der Natur, indem man Erfahrungen sammelt und nicht bloße Vermutungen ausspricht:

*"If, in pursuing this object, we employ our skill in research, not in forming vain conjectures; and if data are to be found, on which Science may form just conclusions, we should not long remain in ignorance with respect to the natural history of this earth, a subject on which hitherto opinion only, and not evidence, has decided"* [88: S. 214]

Nach HUTTON sind unsere Meinungen oft falsch. Diejenigen über tagtägliches Leben, die wir mit Tieren gemeinsam haben, sind meistens richtig. Aber diejenige über die Natur sind oft unrichtig. HUTTON scheint hier die Meinungen über Einzeldinge von denjenigen Meinungen über allgemeine Begriffe zu unterscheiden:

*"In comparing our acquired ideas, or conceived notions of things, with matter of fact or reality, we begin to find that there is not such a consistency, between these two things, as our reason tells us there should be, and as, before that strict examination, we had imagined to be truly subsisting. ...*

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



*The natural consequence of this discovery is to beget an absolute diffidence, in our opinions or in our philosophic reasoning. For, if we must renounce the opinion which we had thought most certain, because we now find it has no real foundation, Where are we to find an opinion that may not be changed in like manner? Thus we must either become absolute sceptics, in seeing no certainty in abstract knowledge, or we must discover the cause of our error and delusion. Now, this is only to be done by re-examining our thoughts, and understanding that faculty by which we form opinions, in judging from our instinctive knowledge, - from that knowledge which cannot be farther analised or investigated, and which must be as necessarily believed by the philosopher as it is obeyed by the animal.*

*Here is a dilemma from which we cannot escape by alledging, That all mankind form the same opinions concerning what they see and feel, that to doubt the truth of those universal opinions were to transgress the rules of human nature, or the faculty by which we form a conscious opinion. - Here is no question concerning conscious opinions. Neither are we to doubt the truth of those opinions which are necessarily formed by all mankind, and which are to serve the animal purposes of our life; we are only to question those opinions which we must employ when entering upon natural philosophy, that is when we proceed to inquire into the cause of things"* [89: S. xvi-xviii]

HUTTON betont hier, daß unser Wissen weder aus Erfahrung noch aus Denken allein stammt. Er betont die wichtige Rolle eines reflektiven, kritischen Vermögens, das uns ermöglicht, Wissen zu erwerben:

*"With regard to natural philosophy, it is not the testimony of our senses that is required, in order to constitute knowledge, and thus to distinguish it in relation to matter only of opinion; ... The testimony of our senses is not even at all required in believing; for example, that the three angles of a triangle equal two right angles, is knowledge which is believed independent of the testimony of sensation. It is nothing to the purpose to alledge, that without sensation we should not have had the idea of a triangle; this is indeed true; but measuring the angles of a triangle, as done in mathematics, is not matter of sensation.*

*Upon what principle, therefore, is knowledge founded? It cannot be alledged that it is on reason; for, the faculty of reason is equally employed, whether in believing, in disbelieving, or in doubting. Reason, as a comparing operation of mind, is certainly one of the means of knowledge; but it is no more a principle of knowledge than is sensation; ... Nor would indefinite reasoning on mere sensation, without any other faculty of mind, ever produce intellect, or even knowledge necessary to animal life. ...*

*Therefore, besides sense and reason, there is required another faculty of mind in order to produce knowledge. Now it is this faculty which it is proposed to investigate, by tracing that principle of our knowledge in which distance is judged, in which magnitude and figure are conceived. It is not thus proposed any better to know things which we knew before; but to know our knowledge; and thus to judge better of our opinions, in correcting such as may be found, upon due examination, to have been erroneously formed"* ([89]: S. 13-15; Nachdruck HUTTONS).

Der Mensch irrt, so betont HUTTON. Er erinnert uns daran, daß wir bei Verallgemeinerungen oft irren und die *"Naturgesetze"*, die wir entdeckt zu haben glauben, oft nichts als unsere Erfindungen sind:

*"Man is made for science; he reasons from effects to causes, and from causes to effects; but he does not always reason without error. In reasoning, therefore, from appearances which are particular, care must be taken how we generalize; we should be cautious not to attribute to nature, laws which may perhaps be only of our own invention."* [88: S. 273].

Wir können nicht alles beobachten. Deswegen sind unsere Erfahrungen und die Erfahrungsbasen unserer Theorien unzureichend. Das bedeutet aber nicht, daß solche Theorien nutzlos sind. Theorien, die inkomplett sind, sind, nach HUTTON, zulässig. Nur diejenigen, die nachweisbar falsch sind, sind zu eliminieren:

*"We must admit, that, not having all the data which natural philosophy requires, we cannot pretend to explain every thing which appears; and that our theories, which necessarily are imperfect, are not to be considered erroneus when not explaining every thing which is in nature, but only when they are found contrary or inconsistent with the laws of nature, which are known, and with which the case in question may be properly compared"* [90: S. 298-299]

Nach Hutton, gleich wie nach FONTENELLE und POPPER, schreitet Wissenschaft nur durch Elimination falscher Theorien voran:

*"...that truth and error are forced to struggle together in the progress of science; and it is only in proportion as science removes erroneous conceptions, which are necessarily in the constitution of human knowledge, that truth will find itself established in natural philosophy"* [90: S. 202]

Wir verstehen nicht was ein Ding ist, sondern wir können wissen, was es nicht ist. Mit anderen Worten, wir können nicht verifizieren aber wohl falsifizieren:

*"We only understand the limits of a thing, in knowing what it is not" [88: S. 297], vgl. auch Principles of Knowledge: "we shall so far understand the nature of external things, in knowing what they are not;"* [89: S. xxxii].

Theorien sind mit Erfahrung zu kontrollieren:

*"Matter of fact is that upon which science proceeds, by generalization, to form theory, for the purposes of philosophy, or the knowledge of all natural causes; and it is by comparison of these matters of fact with any theory, that such a theory will be tried"* [90: S. 301]

Zur Kontrolle der Theorien müssen wir die Daten genau überprüfen:

*"...opinions ... though formed by the scientific mind of man speculating upon his actual knowledge, are formed erroneously, in not attending to every circumstance of the transaction, and in thus forming a judgement upon insufficient data. That such erroneous opinions are to be corrected, will admit of no dispute; but, for that purpose, it is necesary to examine well the data on which are founded scientific speculations"* [89: S. xxi]

Das folgende Zitat ist nicht aus den Schriften von HUTTON sondern dem Nekrolog, den sein Freund John PLAYFAIR schrieb, entnommen:

*"Dr. Hutton was anxious that an instantia crucis might subject his theory to the severest test"* [91: S. 67; Nachdruck PLAYFAIRS]

Oft identifizierte HUTTON selbst ein *instantia crucis* zur Kontrolle seiner Theorien. Das Beispiel unten wurde später tatsächlich verwendet, seine Theorie der Verfestigung der Sedimentgesteine zu falsifiziern:

*"Siliceous matter, physically speaking, is not soluble in water. ... If, by any art, this substance shall be dissolved in simple water, or made to crystallize from any solution, in that case the assertion which has been made here may be denied"* [88: S. 231-232].

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Uniformitarismus führt zur Verwendung der Methode des Aktualismus um die vergangenen Ereignisse zu rekonstruieren:

*"In examining things present, we have data from which to reason with regard to what has been; and, from what has actually been, we have data for concluding with regard to that which is to happen thereafter. Therefore, upon the supposition that the operations of nature are equable and steady, we find, in natural appearances, means for concluding a certain portion of time to have necessarily elapsed, in the production of those events of which we see effects."* [88: S. 217]

Nur natürliche Prozesse sind in der Interpretation der Geologie zulässig:

*"...so far as it is natural causes that are to be ascribed the operations of former time, and so far as, from the present state of things, or knowledge of natural history, we have it in our power to reason from effect to cause, there are, in the constitution of the world, which we now examine, certain means to read the annals of a former earth."* [88: S. 288]

Die natürlichen Ereignisse sind diejenigen, die wir heute beobachten können:

*"If fish can be fed upon water and stone; if siliceous bodies can, by the digesting powers of animals, be converted into argillaceous and calcareous earth; and if inflammable matter can be prepared without the intervention of vegetable bodies, we might erect a system in which this should be the natural order of things. But to form a system in direct opposition to every order of nature that we know, merely because we may suppose another order of things different from the laws of nature which we observe, would be as inconsistent with the rules of reasoning in science, by which the speculations of philosophy are directed, as it would be contrary to common sense, by which the affairs of mankind are conducted."* [90: S. 361-362]

Die Regelmäßigkeiten, die unser Geist sucht und findet, sind vielleicht nicht in der Natur sondern lediglich unsere Erfindung:

*"We have been presenting this system of this earth as proceeding with a certain regularity, which is not perhaps in nature, but which is necessary for our clear conception of the system of nature."* [88: S. 301, meine Hervorhebung].

Die obigen Zitate zeigen, m. E. nach zweifelsfrei, die kritisch-rationale Haltung des großen Schottischen Gelehrten. Diese Haltung ist nicht unähnlich derjenigen von LEONARDO und HOOKE aber steht in scharfem Gegensatze zu dem Verfahren von STENO. HUTTON befindet sich auch im Widerspruch mit herausragenden Persönlichkeiten seiner Zeit wie PALLAS, WERNER, CUVIER, Jean-André de LUC, Horace-Bénédict de SAUSSURE. Auch unter den Geologen der späteren Generationen waren ganz wenige, die seine kritisch-rationale Haltung teilten. LYELL und DARWIN waren bestimmt die größten under denjenigen, die zwischen den Zeiten von HUTTON und SUESS gewirkt haben.

Ganz besonders in der Tektonik dominierten die Positivisten nach HUTTON, wie z.B. Leopold von BUCH in Deutschland, Léonce Élie de BEAUMONT in Frankreich, Adam SEDGWICK in England, und James Dwight DANA in Amerika. Nur DANA unter den genannten hatte noch einen theologischen, von der Bibel untermauerten Gesichtspunkt [92]. Da Élie de BEAUMONTs Ideen und seine philosophische Grundvorstellung für die vor-SUESS'sche Tektonik sehr typisch sind, versuche ich diese im folgenden in wenigen Zeilen zu skizzieren:

Élie de BEAUMONT nahm an, daß die geradlinigen und plötzlich entstandenen Gebirgssysteme von Leopold VON BUCH durch plötzliche Revolutionen von CUVIER verursacht wurden. Die Entstehungszeit der Gebirge könnte man unmittelbar und ganz präzis aus den Winkeldiskordanzen herauslesen. Es gab nur eine begrenzte Zahl der weltweit wirksamen Phasen der Gebirgsbildung in der Erdgeschichte und alle Gebirge entstanden während dieser Phasen. Bewegungen des Meeresspiegels und die Wandlungen in der organischen Welt der Vergangenheit wurden durch Gebirgsbildungen verursacht [93-95]. Die meisten Gebirge entstehen aus dem Meer. Die Meere, die zu Gebirge werden, sind besondere, durch Schrumpfungvorgänge bedingte Tröge, die Schwächestellen in der Erdkruste darstellen [96; vgl. auch 25].

Alle Wörter, die oben gesperrt geschrieben sind, weisen auf einen Glauben an das regelmäßige und nicht aktualistische Verhalten des Planeten hin. Daß Élie de BEAUMONT glaubte, daß er mehr wissen kann, als er tatsächlich weiß, zeigt sein Glaube, daß er aus Winkeldiskordanzen unmittelbar und genau die Enstehungszeit der Gebirge folgern könne. LYELL, zuerst in einem Brief an seinen Freund, den berühmten Vulkanologen George Poulett SCROPE [97], und dann, im dritten Band seiner *Principles of Geology* [98], zeigte die Unmöglichkeit dieses Unternehmens und wies darauf hin, daß Élie de BEAUMONT Gestein mit Zeit verwechselte; mit anderen Worten unkritisch verfuhr. Trotz aller seiner Bemühungen ist es aber LYELL nicht gelungen, das tektonische Weltbild Élie de BEAUMONTs zu widerlegen, da er selbst keine bessere Theorie vorschlug. Er zeigte nur, daß Élie de BEAUMONTs Vorstellungen nicht die sicheren Grundlagen hatte wie er geglaubt hatte. Das war aber offensichtlich nicht genug.

Inmitten dieser Auseinanderseztung ergriff Eduard SUESS das Wort.

## 5. Eduard SUESS als Befürworter einer kritisch-rationalen Haltung in der Tektonik

Eine fundamentale Neigung, immer die natürlichen Prozesse verstehen zu wollen, beherrschte die ganze wissenschaftliche Tätigkeit von Eduard SUESS. Er war nie zufrieden die geologischen *"Objekte"*, sei es ein einzelnes Fossil, sei es der ganze Planet, oder irgend eine *"geologische Geschichte"*, nur zu beschreiben. Er wollte auch wissen wie sie entstanden, d.h. welche Prozesse für ihre Entstehung verantwortlich sind. Im letzten Kapitel des ersten Bandes vom *Antlitz der Erde* schrieb er: *"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"* [99: S. 766, meine Hervorhebung].

Die Gesteinsverbände, die dem Geologen vorliegen, enthalten viel Information; aber SUESS war, den Fußstapfen DARWINs folgend [100: S. 12], sich der Lückenhaftigkeit der geolo-gischen Überlieferung bewußt. Er wußte, daß ohne Inter- und Extrapolation der Daten keine Erdgeschichte geschrieben werden konnte: *"Freilich ist die Ueberlieferung in hohem Grade unvollständig"* [100: S. 14]. Diese Unvollständigkeit zwingt den Geologen die heute aktiven Prozesse zu Studieren, mit der Hoffnung, Anhaltspunkte für die Entzifferung der erdgeschichtlichen Dokumente zu gewinnen. LYELL war ja der große Wegweiser in dieser Richtung, den SUESS noch persönlich erlebte und als den *"calm superior philosopher, the lucid thinker and clear writer"* [101, S. iv] bewunderte. *"Charles LYELL hat,"* schrieb SUESS, *"wie Niemand vor ihm, gezeigt, auf welche Weise in der Natur durch kleine Kräfte grosse Wirkungen erzielt werden. Aber der Maassstab für Klein und Gross, sowie für die Dauer und die Heftigkeit einer Naturerscheinung wird ... in gar vielen Fällen*

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



*aus der physischen Organisation des Menschen genommen. ....*

*„So haftet das Urtheil an dem physischen Leibe und liebt zu vergessen, dass der Planet wohl von dem Menschen bemessen werden mag, aber nicht nach dem Menschen. ... aus der friedlichen Alltäglichkeit des bürgerlichen Lebens [hat sich] 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."* [100: S. 25-26; Hervorhebung durch SUESS].

Einige seiner Kritiker gaubten in diesen Worten von SUESS einen Katastrophen-Theoretiker zu erkennen [4, 102, 103]. SUESS sprach tatsächlich von Katastrophen in dem oben angedeuteten Zusammenhang und warnte deutlich davor, sie nach dem alleinigen Maß des Menschen zu messen. Was diese Katastrophen waren und wie sie zu untersuchen sind, zeigt uns aber sein gezielt und detailliert durchgeführtes Studium über die Sündflut [100: S. 25-98; vgl. 104].

Dort zeigt SUESS,

1) daß bei der Untersuchung der Ereignisse der Vorzeit zuerst alle zugänglichen Quellen zu studieren sind;

2) daß das, was diese Quellen lehren im Licht vergleichbarer, aus Erfahrung bekannter Ereignisse zu deuten sind;

3) daß nur Erklärungen, die innerhalb der Grenzen der bekannten Naturgesetze und Naturprozesse liegen, zulässig sind.

Auch die Art und Weise, in welcher SUESS in den folgenden Kapiteln des ersten Bandes des *"Antlitz"* in das Thema des Buches einführt, zeigt uns deutlich wie er überhaupt über die Manier dachte, in welcher die Tektonik des Planeten betrieben werden muß: Er bespricht zuerst die Erdbeben (d.h. den aktiven Prozess), dann die Dislokationen im allgemeinen (d.h. schon fertige Strukturen). Sobald wir uns ein Bild der Dislokationserscheinungen gemacht haben, führt er die Vulkane ein (einen anderen aktiven Prozess) und zwar in Verbindung mit den Dislokationen (dem vorher diskutierten Prozess). Durch Denudationsreihen erreichen wir erst den Batholithen (die fertigen Strukturen, die durch Denudationsreihen mit dem aktiven Prozess verknüpft werden). Erst wenn wir damit Bewegungen, durch Bewegungen verursachten Dislokationen, durch Dislokationen hervorgebrachten Vulkane und die Vulkane ernährenden Batholithen und andere Intrusionen kennengelernt haben, stellt uns der Meister vor die Gebirge der Erde (d.h. vor architektonische Gebilde, die durch die oben besprochenen Prozesse entstanden sind). Erst jetzt sind wir in der Lage, auf ihre Probleme einzugehen. Genau wie beim Studium der Sündflut, zeigt uns SUESS, daß wir vorerst die heute tätigen Agentien zu kennen haben um die Tektonik der Erde zu verstehen.

Dieses Verfahren entspricht ja tatsächlich dem Entwicklungsgang der Studien von SUESS selbst. Seine tektonischen Studien begann er nicht in Österreich, wo die aktiven Bewegungen nur sehr bescheiden sind, sondern in Unteritalien, in einem von häufigen und heftigen Erdbeben und Vulkanausbrüchen heimgesuchten Land. Dort hat SUESS nicht nur das Gebirge, sondern auch das westlich davon liegende Meer samt seinen Vulkaninseln in seine Betrachtung einbezogen. In einer kleinen Schrift zeigte er [105], als Resultat einer in Begleitung des Bonner Geologen Gerhardt vom Rath unternommenen Forschungsreise in Süditalien [3: S. 233; siehe auch 106], daß die ganze Italienische Halbinsel eine nach Osten bzw. Ost-Nordost geschobene Nebenzone eines vormals größeren Gebirges sei. Die tektonische Achse soll heute unter den Wogen des tyrrhenischen Meeres liegen. Ein heute noch andauernder Vulkanismus und Erdbebentätigkeit begleiten diese immer noch vor sich gehende Versenkung der Achse. Eine, die Apenninen vermeintlich herausgehobene Zentralmasse scheint nicht zu existieren.

In Italien hat SUESS eine andauernde Gebirgsbildung (und auch Meeresbildung) gesehen. Er wußte wohl, daß die Bewegungen auch in den Alpen nicht ganz zu Stillstand gekommen waren. Dort gab es auch Erdbeben und die jüngsten Ablagerungen waren noch von gebirgsbildenden Bewegungen betroffen.

Schon nach zwei Jahren publizierte er seine erste große tektonische Arbeit unter dem irreführenden Titel *Die Entstehung der Alpen* [107]. Er versuchte darin mit vielen und weltweiten Beispielen darzulegen, 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 verticalen Bewegungen einzelner Theile, d.h. die unmittelbaren Erhebungen durch eine radial aus dem Inneren des Planeten auf seine Oberfläche wirkende Kraft"* [107: S. 25, Hervorhebung durch SUESS]. Nirgends sei es die an aktiven Beispielen nicht zu beobachtende aktive Rolle der Zentralmassen gewesen, die die Gebirge aufgerichtet hätten. Er blieb also bei einer Deutung, die sich mit aktuellen Beispielen untermauern ließ.

SUESS sah die damals ganz allgemein akzeptierte und insbesondere von Sir Charles LYELL und seinen Anhängern vertretene Lehrmeinung der säkularen Schwankungen der Festländer als einen Spezialfall der diskreditierten Erhebungshypothese der Gebirge. Nachdem er diese Hypothese für Gebirge endgültig widerlegt zu haben glaubte, wandte er sich dem Problem der Kontinente zu: *"Ich konnte mir nämlich schon damals nicht verhehlen, dass alle jene Bedenken, welche ohne Zweifel gegen eine active Betheiligung gewisser Felsarten an der Erhebung der Gebirgsketten im älteren Sinne bestehen, mit ganz derselben Kraft den herrschenden Ansichten über die sog. säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche engegengesetzt werden müssen."* [108: S. 171]. In der soeben zitierten Arbeit teilte SUESS mit, sehr ausgedehnte stratigraphische, paläontologische, geomorphologische und tiergeographische Studien seien für die Beantwortung der gestellten Frage nötig. Er habe sie unternommen, *"denn die sonst recht verdienstlichen bisherigen Zusammenstellungen sind, wie sich sofort zeigen wird, von vornherein ungeeignet gewesen, ein einheitliches Resultat zu liefern."* [108 S. 172]. SUESS führte seine paläogeographischen Studien durch, nicht nur die Hypothese der vertikalen Schwingungen der Festländer zu überprüfen, sondern auch diejenigen der Geosynklinalen.

Schon in seiner *Entstehung der Alpen* hatte er sich mit dem Problem der Geosynklinalen beschäftigt. Obwohl er gestanden hatte, daß es ihm nicht klar gewesen war: *"wie, selbst wenn alle Prämissen richtig wären, durch Senkung und Erweichung einer ausgedehnten Fläche des Meeresbodens Gebirge entstehen könnten, welche auch nur einige Aehnlichkeit mit unseren grossen, an ihrer Aussenseite regelmässig gefalteten und nach Aussen überschobenen Ketten hätten"* [107: S. 97] hatte er nicht übersehen können, daß *"allerdings die Art der Entwicklung mesozoischer Sedimente in vielen Fällen für die Annahme HERSCHEL's spricht"* [107: S. 97]

Nachdem er sein sehr zurückhaltend artikuliertes Ergebnis geschrieben hatte, daß die unabhängigen vertikalen Hebungen der Festländer nicht imstande wären, die einheitlichen Bewegungen der Wassermassen zu erklären, kehrte er zur Geosynklinalfrage zurück: *"Hiermit ändert sich auch unsere Ansicht von den Geosynclinalen. Viele Kettengebirge liegen in der That in jenen 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,*

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



*vom Himalaya und von den nordamerikanischen 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 auch eine gute Anzahl von Gebirgsketten, welche nicht in Geosynclinalen liegen"* [107: S. 120]. Im 4. Band (d.h. III/2) des *Antlitz* schrieb SUESS, daß *"Ueberhaupt ... mit Ausnahme von Buchten in Rias Küsten, kein Meerestheil bekannt [ist], der durch lateralen Druck als Synklinale erzeugt wäre."* [109: S. 722]. In einem Brief an RUEDEMANN gestand SUESS offener, daß er an ozeanische Geosynklinalen nicht glauben könne, weil keiner der heutigen Ozeane Geosynklinalstruktur zeige. [110: S. 51].

Wir sehen also nicht nur in seinem magnum opus, sondern auch in der Entwicklung seiner tektonischen Studien und Gedanken, daß SUESS immer, oder soweit er konnte, die Ereignisse der Vergangenheit im Lichte des heutigen Geschehens zu interpretieren versuchte. In einer früheren Arbeit habe ich andere Beispiele dieser seiner Haltung gegeben [8]. Hier sehen wir, daß diese Einstellung eine sehr lange und ehrenwürdige Geschichte in der Vergangenheit der geologischen Wissenschaften gehabt hatte.

In der Entwicklung seiner Ideen war SUESS immer bereit seine Meinung zu ändern, oft auch ganz drastisch, wenn die Erfahrung es verlangte. Zum Beispiel, wenn man sein großes Werk *Das Antlitz der Erde* liest, muß man im Auge behalten, daß seine Begriffe während der Niederschrift dieses Buches, d.h. in einem Zeitintervall von 26 Jahren, nicht selten beträchtliche Änderungen erfahren haben. Im Gegensatz zu den meisten Lehrmeistern der Tektonik vor oder nach ihm, waren seine Gedanken in stetiger Entwicklung. Nie war er bestrebt, ein in sich geschlossenes, von jeglichen Fragen gereinigtes System zu erbauen. Dieser Charakteristik von SUESS wurde von manchen seiner Kollegen so gedeutet, als sei er ein schlechter Lehrer. In einem mißlungenen Versuch, die SUESS'sche wissenschaftliche Tätigkeit auszuwerten, zitiert TIETZE [4] (oft aus dem ursprünglichen Zusammenhange herausgerissene) Verlautbarungen von SUESS, die besagen, er könne sich nie entschließen, die landläufige elementare Geologie zu lesen. TIETZE sagt, daß er es seinen Hörern oder Lesern überließ, die Schlüsse aus seinen Darlegungen selbst zu ziehen, daß er seinen Schülern nie ein fest gewobenes Lehrgerüst gab, usw. In den beiden ersten Kapiteln des *Antlitz* bespricht SUESS die Bedeutung der aktualistischen Lehre ohne sie je mit dem Namen zu nennen. Dies tat er ja in seiner Besprechung der Sündflutgeschichte, in der er die Adäquatheit der aktualistischen Lehre hervorstreicht. Um SUESS als einen Katastrophentheoretiker zu sehen (wie es TIETZE, [4, S. 457] in einem Versuch unternimmt und dabei auch die beiden großen SUESS-Schüler Theodor FUCHS und Viktor UHLIG mißversteht), muß man sein Werk gar nicht bzw. mit nicht angemessener Aufmerksamkeit gelesen zu haben!

Diese seichte Kritik von TIETZE setzt natürlich voraus, dass Hochschulunterricht wie Kirchenunterricht sein soll, wo nur *"Tatsachen"* (in der Kirche die *"Tatsachen der Offenbarung"*) vorgetragen werden und wo es nicht gefragt ist, den Tatsachen selbst kritisch gegenüber zu stehen. In der Kirche wäre ein solcher kritischer Standpunkt sogar eine Sünde! In einer anderen Schrift habe ich darzulegen versucht, dass dieser *"Kirchenstil"* des Unterrichts besonders unter den Positivisten in der Geschichte der Tektonik sehr verbreitet war und noch immer so ist [64; vgl. auch 25]. SUESS hat ihn stets vermieden und hat deshalb an seinem Institut große Forscher ausbilden und weiterbilden können. Er pflegte immer diejenigen Lehrer zu loben, die ihren Lehren widersprechende Schüler zu schätzen wußten. Den Schlußteil seines vortrefflichen Vorworts zum *Bau und Bild Österreichs* führte er mit den folgenden Worten ein:

*"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 es 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 Stellung. 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."* [111].

Diesen Abschnitt schließe ich mit den Worten eines der größten Schüler von SUESS, Carl DIENER, die zeigen, daß dasselbe Lob auch SUESS selbst gebührt:

„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. 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 'Antlitz 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.' 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. [1, S. 20].

Sowohl von seinen eigenen Worten, als auch von der Feder eines alten Schülers erfahren wir, daß SUESS alle wissenschaftliche Meinungen für immer verbesserbar hielt. Endgültige Wahrheiten glaubte er niemals entdeckt zu haben und war auch nie bereit denjenigen zu glauben, die so etwas behaupteten. Deswegen war für ihn Erdgeschichte immer ein unsicherer Grund, wenigstens unsicherer als unser Wissen über den heutigen Zustand des Planeten, um darauf eine Theorie des Erdverhaltens zu bauen. Sehr oft mußte er diese Geschichte als Untersuchungsbasis heranziehen und darauf Hypothesen aufstellen. Dann aber, hat er immer davor gewarnt, diese Hypothesen zu ernst zu nehmen. Er hat oft darauf bestanden wie oft *"der suchende Sinn"* wegen eines bequemen Bildes oder eines in sich widerspruchlosen Gedankens zu irren geneigt ist. Er schließt seine epochemachende Arbeit über das ostafrikanische Grabensystem mit den folgenden bescheidenen, aber den wahren Sinn der Naturforschung wiederspiegelnden Worten:

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



*"Bei allen Darstellungen dieser Art haben wir uns aber davor zu hüten, geometrische Anordnungen irgendwelcher Art vorauszusetzen und bei kaum überschaubarer Mannigfaltigkeit der Vorkommnisse ist schon ein planmäßiges Aufsuchen solcher Regelmäßig-keiten 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 von 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."* [112].

Zusammen mit dem, was ich in meiner oben erwähnten früheren Arbeit gesagt habe, zeigen uns die voranggangenen Erörterungen, daß Eduard SUESS dieselbe kritisch-rationale wissenschaftsphilosophische Position mit James HUTTON und seine Vorgänger bis zu ANAXIMANDER teilte. Damit hat er den nahezu von den alten mythologischen Katastrophengeschichten und religiösen Erzählungen herkommenden positivistischen Zug gebrochen und den Tektonikern gezeigt, daß trotz der enormen Leistungen der positivistischen Schule unter hervorragenden Führern wie CUVIER (im Arbeitszimmer von SUESS hing lediglich ein Porträt von CUVIER! Abb. 2), Leopold von BUCH, Elie de BEAUMONT und James Dwight DANA, der zu folgende Weg für die Untersuchung der Tektonik des Planeten derjenige von James HUTTON war.

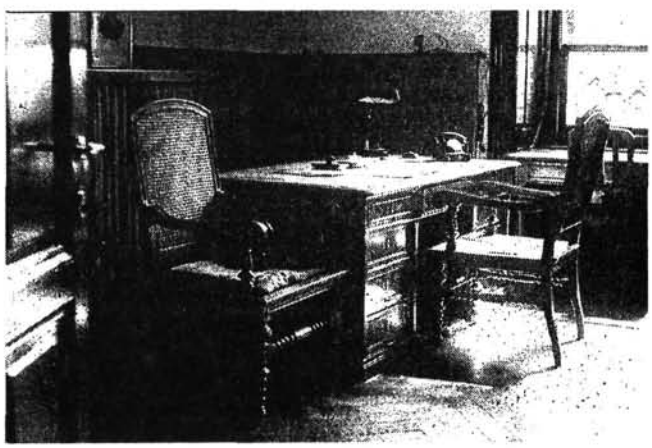

Abb. 2: Arbeitszimmer von Eduard SUESS im alten Gebäude der Universität am Lueger-Ring in Wien. Das Porträt, das vor seinem Schreibtisch hängt, ist das berühmte Porträt von CUVIER lithographiert von MAURIN nach 1826.

SUESS glaubte nie, daß wir mit Sicherheit mehr wissen können als wir tatsächlich wissen. Hypothesen aufzustellen und sie so weit verbreitet wie möglich zur Diskussion unter Benutzung der Erfahrungen anzubieten, war seine Methode. Auch seine Schüler hat er früh zu Publikation ermuntert [4], wobei ihre Ideen eine weite Verbreitung und dadurch auch Widerspruch finden mögen.

Daß diese Methode damals nicht nur als eine Neuigkeit erschien sondern auch als etwas Unerwünschtes dargestellt wurde, erfahren wir aus einer Bemerkung gelegentlich eines Berufungs-gutachtens von einem angesehenen Geologen wie Wilhelm DAMES über Johannes WALTHER: *"Früher neigte er* [Walther] *der durch SUESS angeregten allgemeinen Speculation über geologische Fragen etwas zu stark zu und hat sich dadurch viele Feinde gemacht, namentlich unter den älteren, ruhigeren Vertretern unserer Geologie. In neuerer Zeit hat er sich davon frei zu machen gewußt und bringt nunmehr interessante Beobachtungen und daran geknüpfte Schlüsse."* [113]. Daß WALTHER versuchte wie SUESS zu arbeiten, wurde als eine berufliche Sünde angesehen! Könnten wir vielleicht jetzt, fast genau ein Jahrhundert von DAMES' Gutachten enfernt und die von einst von der Fachwelt auch wie WALTHER behandelten J. Tuzo WILSON ganz spekulativ entwickelte plattentektonische Revolution durchgemacht, von der damaligen Fachwelt verurteilten Versuche WALTHERs vielleicht in einer sympatischeren Lichte ansehen? Leider bin ich nicht so sicher, daß man diese Frage ohne Bedenken bejahen könnte. Aber wenn trotzdem die kritisch-rationale Haltung in der Geologie heute weiter verbreitet ist, als es früher gewesen war, dann ist dies dem Einfluß von SUESS zu verdanken.

## 6. Die Tektonik in der nach-SUESS'schen Zeit

Da ich diesem Thema bereits einige Abhandlungen gewidmet habe (vgl. ŞENGÖR, [8], [20], [25], [62], [64]) möchte ich deren Hauptergebnisse hier nur kurz zusammenfassen. SUESS starb am 26. April 1914. Seine Ansichten in der Tektonik dominierten die letzten 25 Jahren des 19. Jahrhunderts und die ersten 10 Jahre des 20. Jahrhunderts in dem Maße, daß die seit den alten Griechen bestehende Dichotomie der Leitbilder der tektonischen Forschung zugunsten der kritisch-rationalistischen Schule beinahe verschwunden zu sein schien (vgl. ŞENGÖR, [8], [2], [25], [62], [64]). Das war aber nur anscheinend so. In Amerika blieb das alte Élie de BEAUMONT'sche Ideengebäude durch die dominierende Persönlichkeit von James Dwight DANA unberührt stehen. Drei sehr einflußreiche Lehrbücher, die im ersten Dezennium des 20. Jahrhunderts auf beiden Seiten des Atlantiks veröffentlicht wurden [114-116] und eine Reihe von Abhandlungen verschiedener Größe kündigten die beginnende Reaktion gegen die von SUESS eingeleitete kritisch-rationalistische Denkungsweise in der Tektonik an. Sie stellte ein Rückkehr zu den alten positivistischen Anschauungen dar. Benannt nach den einflußreichsten Vertretern dieser reaktionären Denkweise in der Tektonik des 20. Jahrhunderts habe ich ihre Vertreter unter dem Namen *Kober-Stille Schule* zusammengefaßt [8, 20, 25, 62, 64].

Die Reaktion ist aber nicht ohne Widerspruch geblieben. Das SUESS'sche Leitbild bewährte sich besonders im alpinen Europa und wurde von einigen der bedeutendsten Genies in der Geschichte der Geologie vertreten. Die Denkschule, die unter diesen Männern entstand, habe ich nach ihren bedeutendsten Führern die *Wegener-Argand Schule* genannt [8, 20, 62]. Trotz der großen und ernsthaften Bewunderung, die die geologische Fachwelt den geistigen Monumenten dieser Genies entgegen-brachte, blieben sie hauptsächlich wegen der revolutionären Theorien der Erdentwicklung, die sie leider mit unzureichenden physikalischen Begründungen aufgestellten, eine lange Zeite fast wirkungslos. Erst die, durch den zweiten Weltkrieg und im darauf folgenden *"kalten Krieg"* entzündete Tiefsee- und seismologische Forschung hat das SUESS'sche Weltbild in einer ganz überraschenden und eklatanten Weise wieder aktuell gemacht.

In ihrer Einstellung gegenüber der Kritik liegt vielleicht der tiefstgreifende Unterschied zwischen den Kober-Stilleanern und den Wegener-Argandianern [64]. Die Führer und die Anhänger der Wegener-Argand-Schule (sowohl die fixistischen als auch die mobilistischen) waren immer bereit, kritische Experimente zur Kontrolle ihrer Hypothesen vorzuschlagen und auch selbst zu unternehmen. Sobald solche Experimente ihren Gedanken wider-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



sprachen, verwarfen sie diese sofort. Die großen Wandlungen in der Entwicklung der Gedanken von Emile ARGAND sind vielleicht das beste Beispiel für eine solche Haltung [117]. WEGENER selbst hat die Bedeutung astronomischer Ortsbestimmungen als *"experimentum crucis"* seiner Drifttheorie hervorgehoben [118 S. III]. Auch die Entwicklung der Ideen des großen Begründers der Plattentektonik J. Tuzo WILSON läßt eine sehr ähnliche Einstellung erkennen (vgl. insbesondere die beiden Ausgaben des bekannten Lehrbuches JACOBS et al., 1959 u. 1972: [119]].

Die KOBER-STILLEaner glaubten dagegen nicht an die Fehlbarkeit einer (guten!) Beobachtung. Alle Fehlschlüsse betrachteten sie entweder als Folgen schlechter Beobachtungen (was ich anderswo als *"betriebliche Probleme"* bezeichnet habe: [64]) oder als Ergebnisse unklarer Begriffe (*"sprachliche Probleme"*: [64]). Daher betonten sie stets die Notwendigkeit und Nützlichkeit einer sauberen Terminologie und straffer Definitionen (hier sehen wir eine Parallelität zwischen den Kober-Stilleanern und den logischen Positivisten in der Philosophie). Solange man mit guten Beobachtungen und scharf definierten, klaren Begriffen umgeht, sei es sehr schwer den richtigen Weg zu verfehlen. Ihre Verallgemeinerungen, ihre *"Induktionen"*, waren für sie nicht *"vage Hypothesen"*, wie sie es Anderen nicht selten vorwarfen.

Alle ihre Forschungsresultate waren für die Kober-Stilleaner E r f a h r u n g s t a t s a c h e n . Sie brauchten sich nicht mit *"vagen Hypothesen"* zu befassen, es sei denn, um sie mit ihren empirischen Gesetzen zu prüfen (z.B. [120]). Sie wollten deswegen ihren Lesern ihre Resultate beibringen, und ihnen die Mühsamkeit der Wege ersparen. Die Richtigkeit ihrer Ergebnisse bezweifelten sie nicht. An Kritik war es den KOBER-STILLEaner nicht gelegen; sie mochten sie nicht.

Die Wurzel dieser unkritisch-dogmatischen Haltung sehe ich im Empirizismus im Sinne des BACON VON VERULAM, d . h . i m P o s i t i v i s m u s (vgl. [64]). Genau wie BACON, bezweifelten die KOBER-STILLEaner nicht, daß Wahrheit durch die Auswertung reiner Beobachtungstatsachen auf dem Wege der Induktion erreichbar wäre: Ihre eigenen Beobachtungen und die von anderen haben die KOBER-STILLEaner sorgfältig gesammelt und, ihrer Meinung nach, nach strengen Prinzipien gesichtet. Sie haben sie dann im Lichte der folgenden Prämissen, ihrer beiden wichtigsten *"Leitbilder"*, interpretiert, nämlich:

1) Das Verhalten der Natur ist regelmäßig, ordentlich und deterministisch;

2) Der Aktualismus ist keine allgemeingültige Hypothese, jedenfalls nicht für für die Deutung tektonischer Ereignisse. [20, 62, 64]

Die hypothetische Natur dieser Deutung blieb ihnen aber verschlossen, da sie glaubten, daß Induktion logisch begründbar ist. Sie verneinten es, daß die bloße Aufreihung von Beobachtungssätzen einen Forscher zu allgemein gültigen theoretischen Einsichten führen kann, die sich in universellen Sätzen formulieren lassen. Daß ein universell gültiger Satz immer eine von Beobachtungssätzen v ö l l i g u n a b h ä n g i g e , f r e i e E r f i n d u n g d e s G e i s t e s ist und deshalb immer hypothetisch und unbegründbar bleiben muß, verstanden die Kober-Stilleaner nicht. Wiederholt betonten sie, daß Tektonik vom Studium möglichst vieler Einzelfälle zu Verallgemeinerungen fortschreite und daß ihre Ergebnisse umso sicherer würden, je mehr Einzelfälle sie studieren. Sie glaubten, daß ihre Forschung hauptsächlich aus Beobachtung *("Aufzählung")* und Klassifizierung bestehen müßte.

## 7. Positivismus und kritischer Rationalismus in der Tektonik und in der Wissenschaft überhaupt im 20. Jahrhundert

Das auf den beiden oben genannten Prämissen, der räumlichen und zeitlichen Regelmäßigkeit tektonischer Strukturen und Ereignisse und der beschränkten Gültigkeit des Aktualismus, beruhende Leitbild dirigierte die Denkweise der Kober-Stilleaner im 20. Jahrhundert. Dieses Leitbild entspricht aber, wie wir oben gesehen haben, auch einer sehr alten, bis zum griechischen Altertum hinabreichenden Tradition in der Naturwissenschaft überhaupt [62-64], der die Denkungsweise von Eduard SUESS ausschließt. Nach der Auffassung dieser Tradition ist Naturwissenschaft eine Sammlung b e w e i s b a r e r Ä u ß e r u n g e n , die in der Erfahrung wurzeln. Wenn man eine *"zuverlässige"* Beobachtung macht, soll es nicht möglich sein, sich über den beobachteten, sozusagen *"augenscheinlichen"* Gegenstand zu irren. Solange die Wahrheit *"augenscheinlich"* ist, sei der Weg zum Wissen einfach und gerade, weil man durch Beobachtung alle Hypothesen v e r i f i z i e r e n könne. Diese Ansicht wurde von Auguste COMTE nach einer alten Bezeichnung des Grafen von Saint-Simon *"Positivismus"* genannt.

In seinen verschiedenen Schriften hat der große Wiener Wissenschaftsphilosoph Karl POPPER gezeigt, daß der Glaube an die Offensichtlichkeit der Wahrheit bestenfalls Einzelbeobachtungen durch existenzielle Sätze begründen kann, aber niemals eine universelle Theorie, weil Induktion, d.h. die Aufstellung universeller Gesetze durch die Summierung von Einzelfällen, logisch nicht begründet werden kann, wie dies schon 1739 der große schottische Philosoph und Freund HUTTONS David HUME [121, bes. S. 140] zeigte [122-126]. Die Induktion wurde aber seit ARISTOTELES (und nach seinen Berichten seit SOKRATES, vgl. oben) und insbesondere seit BACON von Verulam als die einzig gültige Methode der Naturwissenschaften betrachtet. Fast alle Wissenschafter wurden bis heute in der Tradition von Bacon erzogen, z.T. wegen des großen Einflusses, den die Positivisten im vorigen, und ihre *"verbesserten"* Nachfolger, die *"logischen Positivisten"* [127-128] oder *"Neo-Positivisten"* [129] in unserem Jahrhundert auf die Ausbildungsprogramme in Schulen und Universitäten genossen. Schon Albert EINSTEIN betonte, daß es in der Naturwissenschaft nicht so geht:

"Nach und nach verzweifelte ich an der Möglichkeit, die wahren Gesetze durch auf bekannte Tatsachen sich stützende konstruktive Bemühungen herauszufinden. Je länger und verzweifelter ich mich bemühte, desto mehr kam ich zu der Überzeugung, daß nur die Auffindung eines allgemeinen formalen Prinzipes uns zu gesicherten Ergebnissen führen könnte.... Wie aber ein solches allgemeines Prinzip finden?.....Eine Theorie kann an der Erfahrung geprüft werden, aber es gibt keinen Weg von der Erfahrung zur Aufstellung einer Theorie." [130 S. 52 u. 88]

"Man sieht hier besonders deutlich, wie sehr jene Erkenntnistheoretiker irren, welche glauben, daß die Theorie auf induktivem Wege aus der Erfahrung hervorgehe." [131, S. 78]

"Die Methode des Theoretikers bringt es mit sich, daß er als Fundament allgemeine Voraussetzungen, sogenannte Prinzipe, braucht, aus denen er Folgerungen deduzieren kann. Seine Tätigkeit zerfällt also in zwei Teile. Er hat erstens jene Prinzipe 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 Prinzipe 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 Prinzipe gleichsam ablauschen, indem er an größeren Komplexen von Erfahrungstatsachen gewisse allgemeine Züge erschaut, die sich scharf formulieren lassen." [132, S. 110-111]

Der letzte Absatz von Einstein drückt sehr deutlich aus, wonach die Kober-Stilleaner in ihrer Forschertätigkeit zielten: Die

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



sog. *"zweite Aufgabe"* von Einstein war ihnen klar. Ihre Methodik war einfach zu erfassen und in den Lehrbüchern festzuhalten, d.h. *"erlernbar"* und auch *"lehrbar"*. Was sich nicht unter der Obhut eines Lehrmeisters systematisch erlernbar erwies, d.h. die Lösung der *"ersten Aufgabe"* von EINSTEIN, blieb für die KOBER-STILLEaner (vgl. [62]] nicht erfaßbar, myteriös und nicht gerade *"wissenschaftlich"*. Wie könnte man *"der Natur jene allgemeinen Prinzipe gleichsam ablauschen, indem er an größeren Komplexen von Erfahrungstatsachen gewisse allgemeine Züge erschaut, die sich scharf formulieren lassen"* wenn *"jene Erkenntnistheoretiker irren, welche glauben, daß die Theorie auf induktivem Wege aus der Erfahrung hervorgehe."* Wie aus einer solchen nebulosen, ja in sich widerspruchsvollen *"Unmethodik"* beweisbare Sätze (d.h. Wissenschaft!) abgeleitet werden könne, blieb für sie unklar. Die KOBER-STILLEaner wollten deshalb nicht mit *"vagen Hypothesen"* (also mit *"unwissenschaftlichen Spekulationen"*), sondern nur mit durch Beobachtung beweisbaren *"Erfahrungstatsachen"* arbeiten, deren Sammlung und Deutung lehrbar und erlernbar war. Dieser wissenschaftsphilosophischen Anschauung entsprechen die Ideen einiger berühmter Physiker und Philosophen des 19. Jahrhunderts wie Gustav Robert KIRCHHOF und Ernst MACH. Diese Physiker betrachteten die gesamte Tätigkeit des Naturwissenschafters, auch die der Theorieerzeugung, als nur eine beschreibende. MACH [133] fragte rhetorisch *"Leistet die Beschreibung alles, was der Forscher verlangen kann?"* Seine Antwort war unverzüglich: *"Ich glaube ja!"* Man weiß aber, daß diese Einstellung gegenüber der Natur wissenschaftlicher Tätigkeit ihn dazu führte, die besten Erkenntnisse der modernen Physik, darunter sogar die Atomlehre und die Relativitätsprinzip von EINSTEIN, abzulehnen. Die Haltung der KOBER-STILLEaner gegenüber der Tektonik war, wie ich sie sehe, beinahe identisch mit derjenigen von MACH gegenüber der Physik.

Die *"Lehrbarkeit der Methodik"* ist höchst wahrscheinlich die Quelle des Positivismus der KOBER-STILLE-Schule und ihrer Vorgänger. Ich habe anderswo, den Fußstapfen anderer folgend [134-135], wiederholt hervorgehoben (z.B. [8], [20], [62], [64]), daß man in der Geschichte der Tektonik eine kontinuierliche Linie spätestens von WERNER bis zu STILLE verfolgen kann. Nicht nur WERNER und STILLE selbst, sondern alle Zwischenglieder dieser historischen Reihe von Forschern waren auch hervorragende Hochschullehrer, die eine große Zahl von Schülern hatten (siehe z.B. [135]). Alle diese Männer scheuten sich davor, *"Theorie der Geologie"* zu treiben und bekannten sich zu der Idee, daß die einzig mögliche Geologie diejenige ist, die man im Gelände beobachtend treibt. Die meisten aber haben - ohne es zu gestehen und wahrscheinlich meist ohne es zu bemerken - umfangreiche theoretische Systeme aufgestellt, die in statu nascendi erstarrten, weil ihr fester Glaube an die Richtigkeit sich in der fast blinden Überzeugung der Möglichkeit der Induktion wurzelte, was jede Kritik unmöglich machte. Besonders die klaren Definitionen und die Neigung alle Erfahrungen genau zu ordnen und in scharf formulierte Gesetze einzugießen sind Bestrebungen eines sehr gewissenhaften Lehrers, der sein Lehrmaterial so verdaulich wie möglich zu gestalten versuchte, wie sie zumindest seit der Zeit der peripatetischen Schulen allgemein bekannt sind. Ein zuverlässiges, bleibendes Lehrmaterial sollte aus beweisbaren Sätzen bestehen, die zusammen ein unerschütterliches Lehrgebäude von langer Lebensdauer bilden würden. Wenn man den Lernenden die geeignete Beobachtungsmethodik, die Fachsprache und die Begriffe des Lehrers gibt, werden sie selbst, durch eigene Beobachtung, des Meisters Weltbild in der Natur wiedererkennen können! Da ja alles in der Natur nackt da liegt, würde man keine große Vorstellungskraft, ja fast gar keine Kreativität benötigen, um die nackt daliegenden Tatsachen zu sammeln. Und wenn die Tatsachen einmal auf solche Weise gesammelt sind, würden sich die Geheimnisse der Natur von selbst enthüllen.

POPPER charakterisiert sein erstes, den kritisch-rationalistischen Standpunkt darstellendes Buch, *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie* [124], als ein Kind der Krise der theorethischen Physik im ersten Viertel dieses Jahrhunderts. Er behauptet außerdem, daß die Permanenz der Krise der Normalzustand einer hochentwickelten rationalen Wissenschaft sei [124, S. 443, Fußnote 5; Hervorhebung POPPERS]. Die Mitglieder der ganzen KOBER-STILLE Schule könnten eine solche Behauptung nicht nur nicht verstehen, sondern sie würden sie monströs finden! Wie könnte wissenschaftliche Kenntnis auf so unsicheren Fundamenten stehen, daß es ständig von Falsifikation bedroht wird? Wären wir in diesem Fall noch berechtigt von Wissenschaft zu reden? Wenn das ganze Lehrgebäude ständig vom Einsturz bedroht ist, wäre Unterricht überhaupt noch möglich? Wie kann der Lehrer seinen Schülern das nötige Selbstvertrauen geben, wenn er selbst seines Wissens so unsicher ist?

Diese und ähnliche Fragen haben ohne Zweifel seit jeher vielen Lehrern der Naturwissenschaft, die selbst Forscher waren, die Lehraufgabe schwierig gemacht. Bei den Kober-Stilleanern gewann offensichtlich der Unterricht die Oberhand und ihre Forschung wurde vom Lehrbetrieb getrieben.

Die Lehrmeinungen so bestimmt und so scharf wie möglich zu formulieren und sie in *"Lehrbücher"* festzuhalten, war zuvor - und ist nach wie vor - das Bestreben aller religiöser Sekten, die das Ziel nicht darin sehen, das Neue zu entdecken, sondern das bereits Entdeckte (oder *"Offenbarte"*) unbeschadet weiterzuleiten. Auch die großen Scholastiker des späteren Mittelalters, die fast alle Lehrer waren, stellen einen ähnlichen Fall dar. POPPER hat wiederholt auf die großen Ähnlichkeiten in den Lehrmethoden der Religionen, den totalitären politischen Theoretikern (Fundamentalisten, Faschisten, Kommunisten) und den angeblich auf induktivem Wege forschenden wissenschaftlichen *"Schulen"* hingewiesen (z.B. [136-137]). Bei den totalitären politischen Theoretikern und den induktiven Wissenschaftern tritt die *veracitas dei* der Religionen an die Stelle der *veracitas naturae* der positivistischen Weltanschauung.

Die Anhänger der KOBER-STILLE-Schule und ihre Vorgänger teilen mit den Vertretern der Religionen die Überzeugung, nicht bestreitbare Wahrheit gefunden zu haben. Dieser Glaube stammt in beiden Gruppen aus einer ähnlichen Quelle, nämlich aus der oben schon erwähnten Idee, daß die Wahrheit überall nackt da steht und entweder durch Offenbarung (Religionen) oder durch Beobachtung (induktiver Wissenschaftsglaube) ohne weiteres erreichbar ist. Was man von ihr abhalten kann, sind entweder böse Geister und/oder eine innere Bosheit des Menschen, die ausgetrieben werden muß, um die Reinheit des Geistes zur Erkennung der Wahrheit zurückzuerobern, oder falsche Hypothesen, die den Ausblick verdunkeln und dadurch die nackt dastehende Wahrheit verhüllen, oder auch unklare und ungeeignete Begriffe, die in der Beschreibung der wahrgenommenen Wahrheit Verwirrungen herbeiführen, welch beides deshalb vermieden werden muß. Diese Überzeugung, die Wahrheit finden zu können bzw. schon gefunden zu haben führte in der KOBER-STILLE-Schule und bei ihren Vorgängern zu einem Dogmatismus, der jegliche Kritik unmöglich machte und deshalb die Vertreter dieser Schule in den totalitären Regimen sehr beliebt machte. (z.B. haben im nationalsozialistischen Deutschland, in der kommunistischen Sowjetunion und in der Volksrepublik China Vertreter der WEGENER-ARGAND-Schule unter einer z.T. vom Staate dirigierten Unterdrückung gelitten).

In scharfem Gegensatz, ließen sich die Mitglieder der WEGENER-ARGAND-Schule, genau wie SUESS, in ihrer Lehrtätigkeit von ihrer Forschung leiten. Ihr Unterricht vermittelte oft alle Unsicherheiten der aktiven Forschung, spiegelte aber dadurch den Reichtum der Natur besser wieder, genau wie dies von TIETZE [4] im Fall des Unterrichtes von SUESS beklagt wurde. Er betonte oft, daß Eduard SUESS kein ordentlicher Lehrer gewesen sei, weil er nur das gelesen hat, was ihn selbst augenblicklich interessierte!

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



Erst die Wiederbelebung der SUESS'schen Methode in der englisch-sprechenden Welt nach dem zweiten Weltkreig hat das Aufkommen der Plattentektonik, d.h. einen Rückkehr zur SUESS'schen aktualistischen und irregularistischen Geologie möglich gemacht. Anderswo habe ich zu belegen versucht, daß zwischen den tektonischen Arbeiten der fünfziger Jahre des großen Erfinders der Plattentektonik, J. Tuzo WILSON, den ich noch persönlich kannte, und den Schriften von SUESS eine überraschende Parallelität nicht nur in den Deutungen sondern auch den allgemeinen erkenntnistheoretischen Überzeugungen vorhanden ist [25]. Das besagt aber natürlich nicht, daß die Positivisten in den Erdwissenschaften ausgestorben sind: im Gegenteil glaube ich, daß sie die Mehrzahl der Erdwissenschafter auch heute ausmachen. Die enorme Popularität der VAIL'schen Sequenz-Stratigraphie ist das beste mir bekannte Zeugnis dafür. Eduard SUESS hat gezeigt, wie viel fruchtvoller die kritisch-rationalistische Stellung sein kann. In seiner eigenen Person hat er aber auch gezeigt, wie sehr von der Person des Forschers die erfolgreiche Ausnutzung dieser Stellung abhängig ist und wieviel Verantwortung der einzelne Forscher auf sich selbst nehmen muß. Ist es aber auch nicht dies, was der große Mann uns am Ende seiner Abschiedsvorlesung als die Aufgabe der kommenden Generationen der Naturforscher geschildert hat?

*"Diesen Jüngeren unter Ihnen möchte ich in diesem Augenblicke noch ein Wort sagen. Die Alten wissen es ohnehin. Im Laufe dieser 44 Jahre hat sich vieles auf der Erde zugetragen, aber nichts ist so durchgreifend, nichts für die gesamte Kultur des Menschengeschlechtes so entscheidend gewesen, wie die Fortschritte der Naturwissenschaften in dieser Zeit. In jedes Gebiet des menschlichen Lebens und Schaffens sind sie eingedrungen; sie beeinflussen und verändern unsere gesellschaftlichen Verhältnisse, unsere philosophischen Auffassungen, die wirtschaftliche Politik, die Machtstellung der Staaten, alles. Wer aber genauer zusehen will, kann wahrnehmen, daß neben der Naturforschung auch der Naturforscher mehr und mehr in den Vordergrund tritt, daß seine soziale Bedeutung anerkannt und der Wert seiner Studien immer mehr geschätzt wird.*

*Hieraus erwächst der heranwachsenden Generation von Forschern eine hohe Pflicht. Diese Pflicht besteht darin, daß sie an die Ethik ihrer eigenen persönlichen Lebensführung einen immer strengeren Maßstab anzulegen hat, damit bei der steigenden Einwirkung der Naturforschung auf alles gesellschaftliche und staatliche Leben auch der Naturforscher selbst sich mehr und mehr würdig fühle, teilzunehmen an der Führung der geistigen Menschheit."* [138, S. 8].

## Danksagung

Seit meinen Studienjahren hat mich Herr o. Univ.-Prof. Dr Alexander TOLLMANN bei meinen Studien der Geschichte der Tektonik und insbesondere von SUESS mit Information, Ratschlägen, sowie Buch- und Separataschenkungen freundlichst unterstützt. Für ähnliche Unterstützung bin ich Herrn Prof. Dr. Fritz STEININGER, dem jetztigen Direktor des Senckenberg'schen Museums in Frankfurt am Main, zu Dank verpflichtet. Vieles von der Geologie der österreichischen Alpen und ihrer Beziehung zu SUESS habe ich im Gelände und im Büro von Herrn Dr. Rudolf OBERHAUSER gelernt. Große und freundliche Unterstützung habe ich auch immer von der Seite des Herrn Hofrat Dr. Werner JANOSCHEK, Vizedirektor der Geologischen Bundesanstalt in Wien und derzeitigen Präsident der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, erfahren. Herr Bibliotheksdirektor Dr. Tillfried CERNAJSEK ist immer meinen vielen Wünschen in der Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt mit Gutmütigkeit entgegengekommen. Herrn ao. Univ.-Prof. Dr. Bernhard HUBMANN bin ich ganz besonders dankbar, nicht nur für die freundliche Einladung zum Grazer Symposium, sondern auch für die Initiative der Gründung einer Arbeitsgruppe der Geschichte der Geologie im Rahmen der Geologischen Gesellschaft, denn die Geschichte der Geologie in Österreich ist von großer, internationaler, ja interkontinentaler Bedeutung.

## Anmerkungen:

[1] DIENER, Carl: Gedächtnisrede.- In: Gedenkfeier für Eduard Sueß.- Mitt. Geol. Ges. Wien, 7 (1914), 9-24, 26-32.

[2] von LÓCZY, Ludwig: Eduard Suess Gedächtnisrede.- Földtani Közlöny, 45 (1915), 2-21 (Separatabdruck)

[3] SUESS, Eduard: Erinnerungen.- I-IX+1-451, Leipzig (S. Hirzel) 1916.

[4] TIETZE, E.: Einige Seiten über Eduard Suess - Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie.- Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 66(1917), 333-556.

[5] TERMIER, P.: Eduard Suess 1831-1914.- In: A la Gloire de la Terre - Souvenirs d'un Géologue.- 269-290, Paris (Desclée de Brouwer et Cie.) nicht datiert [1922]. Dieser Nekrolog wurde früher in der *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 25, Juni 1914, 546-552 und auf Englisch im *Smithsonian Annual Report* for 1914 (Washington, 1915, 709-718) publiziert.

[6] WEGMANN, E.: Eduard Suess.- In: GILLISPIE, Charles Coulston (Hrsg.), Dictionary of Scientific Biography, 13, 143-149, New York (Charles Scribner's Sons) 1981. Viele der kleineren Nekrologe über SUESS sind in der Bibliographie dieses schönen Artikels angegeben. WEGMANN hatte den unvergleichlichen Vorteil gehabt, für lange Jahre als Assistent bei ARGAND zu wirken. Er hat dabei oft die Gelegenheit ghabt, die Ansichten ARGANDs, des Mannes, der vielleicht SUESS am besten verstand, über SUESS aus seinem eigenen Mund zu hören.

[7] Eduard SUESS - Gedenkband: Mitt. Österreich. Geol. Ges. 74/75(1981/82), bes. S. 1-100 S. Dieser Teil dieses Doppelbandes wurde von der Österreichschen 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*).

[8] ŞENGÖR, A. M. C.: Eduard Suess' relations to the pre-1950 schools of thought in global tectonics.- Geol. Rundsch., 71 (1982), 381-420.

[9] HAMANN, G. (Hrg.): Eduard Suess zum Gedenken.- Österreich. Akad. Wiss., phil.-hist. Kl., Sitzber., 422; Veröff. Komm. Gesch. Math., Naturwiss. und Med., 41 (1983), 100 S.

[10] PINNEKER, E. V.: Eduard Suess als Hydrogeologe.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 40 (1989), 165-174.

[11] "la création d'une science, come celle d'un monde, demande plus d'un jour; mais quand nos successeurs écriront l'histoire de la nôtre, ils diront, j'en sius persuadé, que l'œuvre de M. Suess marque dans scette histoire la fin du premier jour, celui où la lumière fut." Marcel Bertrand (Preface in Suess, E.: La Face de la Terre ... traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. de Margerie avec une Préface par Marcel Bertrand.- I, xv, Paris, Armand Colin et Cie., 1897).

[12] von ZITTEL, Karl A.: Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts.- I-XI+1-868, München und Leipzig (R. Oldenbourg), 1899, in sehr vielen Stellen.

[13] BERINGER, Carl Ch.: Geschichte der Geologie und des Geologischen Weltbildes.- bes. 114-115, Stuttgart (Ferdinand Enke), 1954.

[14] TICHOMIROW, W. W., Chain, V. E.: Kratkii Ozerk Istorii Geologii.- bes 83ff., Moskwa (Gossgeoltechnisdat), 1956.

[15] GOHAU, Gabriel: Histoire de la Géologie.- 187ff. PARIS (La Découverte), 1987.

[16] OLDROYD, David: Thinking About the Earth: A History of Ideas in Geology.- i-xxx+1-410, Cambridge (Harvard University Press), 1996. In vielen Stellen.

[17] CHAIN, V. E., PJABUKHIN, A. G.: Istorija i Metodologija Geologitscheskich Nauk.- bes. 76ff., Moskwa (Isdatelstwo Moskovskojo Universiteta), 1997.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



[18] TERMIER, Pierre: Epilogue.- In: SUESS, E.: La Face de la Terre ... traduit de l'Allemand, avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emm. de Margerie III: 4e Partie (Fin) Avec un Épilogue par P. Termier, 1709-1724, Paris, Armand Colin et Cie. 1918. Nochmals gedruckt in: A la Gloire de la Terre - Souvenirs d'un Géologue.-291-313, Paris (Desclée de Brouwer et Cie.) nicht datiert [1922]

[19] GREENE, Mott T.: Geology in the Ninetenth Century - Changing Views of a Changing World.- 1-324, Ithaca (Cornell University Press), 1982.

[20] ŞENGÖR, A. M. C.: 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.: Klassische Gebirgsbildungstheorien.- in MIYASHIRO, A., AKI, K., ŞENGÖR, A. M. C., Orogenese - Grundzüge der Gebirgsbildung, 11-50, Wien (Deuticke), 1985.

[21] HAMANN. Brigitte: Eduard Suess als liberaler Politiker.- In: HAMANN, G. (Hrg.), Eduard Suess zum Gedenken.- 79-100. Österreich. Akad. Wiss., phil.-hist. Kl., Sitzber., 422; Veröff. Komm. Gesch. Math., Naturwiss. und Med., 41 (1983).

[22] Im Vorwort zu den Erinnerungen von SUESS, S. V; Vgl. Anm. 3.

[23] LUGEON, Maurice: Emile Argand.- Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat., 65(1940), 25-53+Portrait, Neuchâtel.

[24] SCHAER, Jean-Paul: Emile ARGAND 1879-1940. Life and portrait of an inspired geologist.- Eclog. geol. Helvet., 84(1991), 511-534, Basel.

[25] ŞENGÖR, A. M. C.: Die Tethys: vor hundert Jahren und heute.- Mitt. Österr. Geol. Ges., 89(1998), 5-176.

[26] Hier verwende ich das Wort L e i t b i l d im Sinne der von Eugen WEGMANN gegebenen und von mir auch anderswo benützten Definition: "Die Leitbilder sind offene, mehr oder weniger bewegliche Systeme. Es sind allgemeine Bilder über den Ablauf und den Zusammenhang der Dinge, ohne Zwang und daher meist ohne scharfe Umrisse. Die hauptsächlichsten festen Punkte darin sind die gegenseitigen Verhältnisse in Zeit und Raum. Durch Beobachtungen können sie genauer bestimmt werden, und dadurch werden die Konturen besser erkennbar....Ein Leitbild kann zu einem geschlossenen Systeme ausgebaut werden. Die Geschichte der Wissenschaften zeigt dafür manche Beispiele aus alter und neuer Zeit. Es ist aber oft möglich, in einem geschlossenen Systeme noch das Leitbild, das dem Verfasser vorgeschwebt haben mag, zu erkennen. Es ist derjenige Teil, der sich erhält und weiter wirkt, auch wenn das geschlossene System gesprengt ist und in Ruinen liegt. Das Leitbild tritt dann meist in einer neuen Form wieder in Erscheinung." (WEGMANN, E.: Das Erbe WERNERs und HUTTONs - Geologie, 7(1958: von Bubnoff-Festschrift), 532, Berlin (Ost)).

[27] CAMPBELL, Joseph: Primitive Mythology (The Masks of God, I).- i-xiii+[i]+1-504, New York, (Penguin Books), 1969.

[28] PRITCHARD, J. B. (Hrsg.): Ancient Near Eastern Texts Relating to the Old Testament, Third Edition with Supplement.- 1-710, Princeton (Princeton University Press) 1969.

[29] von FRANZ, Marie-Louise: Creation Myths.- 1-250, Dallas (Spring Publications), 1972.

[30] NILSSON, Martin P.: The Mycenean Origin of Greek Mythology.- i-xv+1-258, Berkeley (University of California Press), 1932[1972].

[31] ROUX, G.: Ancient Iraq, second edition.- 1-496 London (Penguin Books), 1980.

[32] van LOON, Maurits N.: Anatolia in the Second Millenium B.C..- Iconography of Religions XV, 12, I-X+1-47+46 photographische Tafeln, Leiden (E. J. Brill), 1985.

[33] DALLEY, S.: Myths from Mesopotamia. Creation, The Flood, Gilgamesh, and Others.- i-xix+[i-ii]+1-337, Oxford (Oxford University Press), 1989.

[34] HOFFNER, Harry A., Jr.: Hittite Myths.- i-xi+1-92, Atlanta (Scholars Press), 1990.

[35] ANONYM (Hrsg.): Die Schöpfungsmythen.- 1-265, Zürich (Benziger), 1991.

[36] HANSEN, S. (Hrsg.): Mythen vom Anfang der Welt.- 1-448, Augsburg (Pottloch), 1991.

[37] AKURGAL, Ekrem: Ancient Civilisations and Ruins of Turkey.- I-VIII+1-414+112 photographische Tabellen, İstanbul (Net), 1993.

[38] GANTZ, Timothy: Early Greek Myth - A Guide to Literary and Artistic Sources.- I, i-xxi+1-466+i-cxv; II, i-xiii+467-873, Baltimore (The Johns Hopkins University Press), 1993.

[39] PENGLASE, Charles: Greek Myths and Mesopotamia - Parallels and Influence in the Homeric Hymns and Hesiod.- i-ix+[i-iii]+1-278, London (Routledge), 1994.

[40] ÇIĞ, Muazzez İlmiye: Kur'an, İncil ve Tevrat'ın Sumer'deki Kökeni.- 1-175, İstanbul (Kaynak), 1995.

[41] HAIDER, P., HUTTER, M., KREUZER, S. (Hrsg.): Religionsgeschichte Syriens.- 1-496, Stuttgart (W. Kohlhammer), 1996.

[42] ŞENGÖR, A. M. C.: The mountain and the bull: The origin of the word "Taurus" as part of the earliest tectonic hypothesis.- In: Başgelen, N., Çelgin, G. and Çelgin, V. (Hrsg.), Zafer Taşlıklıoğlu Armağanı (Festschrift für Zafer Taşlıklıoğlu), 1-48, İstanbul (Arkeoloji ve Sanat Yayınları) 1999. Dieser Artikel wurde bereits 1992 als Separatabdruck publiziert.

[43] HORTON, R.:, Tradition and modernity revisited.- In: Hollis, M., Lukes, S. (Hrsg.), Rationality and Relativism, 201-260, Cambridge (MIT Press), 1982. Siehe aber auch die Kritik von Hortons Position durch Boyer in zwei Büchern: BOYER, P.: Tradition as Truth and Communication - A Cognitive Description of Traditional Discourse.- i-x+1-140, Cambridge (Cambridge University Press), 1990; BOYER, P.: The Naturalness of Religious Ideas - A Cognitive Theory of Religion.- i-xv+1-324, Berkeley (University of California Press), 1994. Ich finde Boyers Kritik der "intellektualistischen" Deutung der Religionen und Traditionen nicht zutreffend, weil er nicht zu berücksichtigen scheint, was die von ihm sehr detailliert studierten kognitiven Prozesse eigentlich "erkennen". Er betont zwar mit recht, daß viele Rituale oder andere traditionelle Verhaltenswesen, bezogen auf die reelle Welt, keine kognitiven Werte haben. Er übersieht aber, daß alle solche Verhaltenswesen an ihrem Ursprung doch eine direkte Beziehung zur reellen Welt gehabt haben müssen. Nehmen wir, z.B. das hartnäckige Festhalten der meisten nicht-arabischen Muslimen daran, den Koran auf arabisch zu rezitieren, obwohl sie kein Wort dessen, was sie rezitieren, verstehen. Dieses Verhalten kann, oberflächlich gesehn, gar keinen kognitiven Wert haben. Aber denken wir wie folgt: Koran zu rezitieren ist ein Mittel ins Paradies zu gelangen; das Paradies ist ein Teil der Kosmologie vom Koran, d.h. ein Teil der W e l t t h e o r i e der Muslimen; diese Theorie lernt man oft durch mündliche Überlieferung; man lernt auch, daß das Koranlesen ein Mittel ist, um ins Paradies zu kommen. Man denkt in diesem Fall nicht ferner daran, ob es sinnvoll ist, einen Text zu lesen, den man nicht versteht. Hier ist der Text nur ein Teil eines größeren Religionkomplexes, einer größeren Theorie. Wie viele Ingenieure, die verschiedene wissenschaftliche Theorien benützen ohne sie gründlich zu verstehen, benützen auch viele Gläubige verschiedene Rituale, ohne ihren ursprünglichen kognitiven Wert zu verstehen. Vgl. auch HEILFURTH und GREVERUS' Buch, bes. S. 31 (siehe Anm. 45 unten). Aus vielen vergleichbaren Gründen finde ich die "intellektualistische" Deutung der Religionen und Traditionen sehr zutreffend.

[44] Z.B. bei den Nuern von Sudan: EVANS-PRITCHARD, E. E.: The Nuer.- 105, Oxford (Oxford University Press) 1940. Vgl. auch Eduard MEYER: "Im allgemeinen erstreckt sich, im öffentlichen wie im privaten Leben, die geschichtliche Erinnerung niemals über die Persönlichkeiten hinaus, die man selbst noch als lebende kennengelernt hat ... So umfaßt die geschichtliche Erinnerung einer Zeit nicht mehr als zwei bis drei Generationen." Geschichte des Altertums, 2. Aufl., I (1. Hälfte), 221, Berlin, 1907.

[45] HEILFURTH, Gerhard, GREVERUS, Ina-Maria: Bergbau und Bergmann in der deutschsprachigen Sagenüberleiferung Mitteleuropas.- Veröff. Inst. mitteleurop. Volksforsch. an der Philipps-Univ., Marburg, I (1967) bes. 28-31,

[46] ELIADE, Mircea: The Myth of the Eternal Return or, Cosmos and History.-i-xv+1-195, Princeton (Bollingen Series XLVI, Princeton University Press), 1971.

[47] NEUMANN, Erich: The Great Mother - An Analysis of the Archetype, translated by Ralph Manheim.- 226-227, Princeton (Bollingen Series XLVII, Princeton University Press), 1972. Siehe auch Anm. 46.

[48] Vgl. die Mythen von den in der Wüste lebenden Eingeborenen Australiens, die als Gedächtnishilfe für die komplizierte Topographie der Landschaft entwickelt worden sind: PFEIFFER, John E.: The Creative Explosion - An Inquiry into the Origins of Art and Religion.- 153ff., Ithaca (Cornell University Press), 1982.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



[49] Konrad LORENZ entdeckte den Mechanismus für "Traditionsbildung", d.h. für das Lernen einer Generation von der Vorhergegangenen, erst bei Dohlen. "Den ersten sicheren Nachweis echter Tradition bei Tieren habe ich selbst in den zwanziger Jahren an Dohlen erbracht. Ich mußte zunächst die unangenehme Erfahrung machen, daß die von mir mit der Hand aufgezogenen und daher sehr zahmen Jungvögel nicht die geringste Angst vor Hunden, Katzen und anderen Raubtieren hatten und daher beim Freiflug aufs höchste gefährdet waren." LORENZ, K.: Die Rückseite des Spiegels - Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens.- 200f., München (Deutscher Taschenbuch-Verlag), 1977.

[50] KAHN, Charles H.: Anaximander and the Origins of Greek Cosmology.- 1-250, New York (Columbia University Press) 1960.

[51] SCHMITZ, H.: Anaximander und die Anfänge der Griechischen Philosophie.- V+79, Bonn (Bouvier), 1988.

[52] CONCHE, M.: Anaximandre - Fragments et Témoignages.- 1-253, Paris (Presses Univérsitaires de France), 1991.

[53] MANSFELD, J.: Die Vorsokratiker Griechisch/Deutsch.- 1-682, Stuttgart (Philipp Reclam Jun.), 1987.

[54] HEUSER, Herro.: Als die Götter lachen lernten - Griechische Denker verändern die Welt.-1-330, München (Piper), 1992.

[55] CAMPBELL, Joseph: The Mythic Image.- i-xiii+1-552, Princeton (Bollingen Series C, Princeton University Press), 1974. Siehe besonders das *Kudurru*, d.h. babylonisches Grenzstein aus Abu Habbah (Nippur) in Irak, 12. Jhdt. v. Chr. (S. 88ff. und Abb. 74, 75). In der Zeichnung auf dem Stein wird der ganze heilige Welt-Berg von einer Schildkröte getragen. Diese Schildkröte gehört dem wäßrigen Element an, dem Ea, der Wasser-Gottheit. Hier trägt also das wäßrige Element die Erde, die selbst, nach den meisten mesopotamischen Erzählungen, aus Wasser entstanden ist. Das alles stimmt sehr genau mit dem Weltbild von Thales zusammen, mit der Ausnahme des mythologischen Moments. Für die Übertragung der geographisch/geologischen Motive vom Mittleren Osten nach Ionien, vgl. bes. SCHMIDT, E. G.: Himmel-Meer-Erde im frühgriechischen Epos und im alten Orient.- Philologus, 125(1981), 1-24.

[56] SCHRÖDER, B., BRÜCKNER, H., STÜMPEL, H., YALÇIN, Ü.: Geowissenschaftliche Umfeld-erkundung.- In: Deutsches Archäologsches Institut, Archäologischer Anzeiger 1995, 238-239, Berlin (Walter de Gruyter), 1995.

[57] POPPER, K. R.: Back to the Presocratics.- In: POPPER, K. R., Conjectures and Refutations, fifth (revised) edition, 151, (London), Routledge, 1989.

[58] Aus einer sehr umfangreichen Literatur zitiere ich nur eine sehr berühmt gewordene Arbeit: GOULD, S. J.: Is uniformitarianism necessary? American Journal of Science, 263(1965), 223-228).

[59] Z.B. WEIL, Simone: Intimations of Christianity Among the Ancient Greeks.-i-vii+1-208, London (Routledge), 1957[1987].

[60] On the sources of knowledge and ignorance.- In: POPPER, K. R., Conjectures and Refutations, fifth (revised) edition, 3-30, (London), Routledge, 1989.

[61] Science: conjectures and refutations.- In: POPPER, K. R., Conjectures and Refutations, fifth (revised) edition, 33-65, (London), Routledge, 1989.

[62] ŞENGÖR, A. M. C.: Timing of orogenic events: a persistent geological controversy.- In: D.W. MÜLLER, J.A. MCKENZIE & H. WEISSERT (Hrsg.), Modern Controversies in Geology (Hsü-Festschrift), 405-473, London (Academic Press), 1991.

[63] ŞENGÖR, A. M. C.: Onsekizinci yüzyıl sonunda jeolojide Neptünist-Volkanist tartışmasının felsefi temelleri.- Bilim Tarihi, Nisan 6(1992), p. 16-24.

[64] ŞENGÖR, A. M. C.: 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, Jg. 1994(1996), Nr. 9/10, 1051-1106.

[65] ŞENGÖR, A. M. C.: 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.- Programme and Abstracts, 16, The Hutton/Lyell Bicentennial Conference, Edinburgh, 5-9 August 1997. Organised by the Royal Society of Edinburgh Held at the Royal College of Physicians of Edinburgh, 1997.

[66] STENO(NIS), N.: De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationais Prodromus.- 1-78 Florentiae (Stellae), 1669.

[67] BURNET, Thomas: Theory of the Earth: Containing an Account of the Original Earth and of all the General Changes Which it hath already undergone or is to undergo, Till the Cosummation of all Things. The Two First Books Concerning the Deluge and Concerning the Paradise.- [i-xiii]+1-327, London (Walter Kettilby), 1684.

[68] WOODWARD, John: An Essay toward a Natural History of the Earth: and Terrestrial Bodies, Especially Minerals: As also of the Sea, Rivers, and Springs. With an Account of the Universal Deluge And of the Effects that it had upon the Earth.- [i-xii]+1-277, London (Ric. Wilkins), 1695.

[69] WHISTON, William: A New Theory of the Earth, From its Original, to the Consummation of all Things. Wherein The Creation of the World in Six Days, The Universal Deluge, And the General Conflagration, A laid down in the Holy Scriptures, Are shewn to be perfectly agreeable to Reason and Philosophy. With a large Introductory Discourse concerning the Genuine Nature, Stile, and Extent of the Mosaick History of the Creation.- [i-ii]+1-388+7 figures auf Tafeln.

[70] LINNEAUS, Carolus: Oratio de Telluris Habitabilis Incremento et Andreae Celsii: Oratio de Mtationibus Generalioribus quae in Superficie Corporum Coelestum Contingunt.- 1-104, Lugduni Batavorum (Cornelium Haak), 1744.

[71] LEIBNIZ, G. G.: Protogaea sive de prima facie tellvris et antiqvissimae historiae vestigiis in ipsis natvrae monvmentis dissertatio ex Schedis Manvscriptis in lvcem edita a Christiano Lvdovico Scheidio.- I-XXVIII + 1-86 + I-XII Tafeln. Ioh. Gvil. Schmid) 1749. Vgl. auch: Leibniz, G. W.: Protogaea, Oder Abhandlung Von der ersten Gestalt der Erde und den Spuren der Historie in den Denkmaalen der Natur Aus seinen Papieren herausgegeben von Christian Ludwig Scheid (übersetzt von M. W. L. G.).- 1-126, Leipzig und Hof (Johann Gottlieb Vierling), 1749; Leibniz, G. W.: Protogaea, übersetzt von W. v. Engelhardt.- In: Peuckert, W. E. (Hrsg.), Leibniz Werke, 1, 1-182, Stuttgart (W. Kohlhammer), 1949. Die zwei deutsche Übersetzungen wurden von zwei Verschiedenen Manuskripten gemacht, wovon eines während des 2. Weltkrieges leider vernichtet wurde! Siehe die Einführung bei von Engelhardts Übersetzung.

[72] DEAN, Dennis: The rise and fall of the Deluge.- Jour. Geol. Educ., 33(1985), 84-93.

[73] HUGGETT, Richard: Cataclysms and Earth History - The Development of Diluvianism.- i-xii+1-220, Oxford (Oxford University Press), 1989.

[74] USHER, James: A Body of Divinitie or the Summe and Substance of Christian Religion, Catechistically propounded, and explained by way of Question and Answer: Methodically and familiarly handled, composed long since ... And at the earnest desires of divers godly Christians now Printed and Published. Whereunto is adjoyned a Tract, intitulated Immanuel, or The Mystery of the Son of God; Heretofore writen and published by the same author: Tho: Downes and Geo: [i-vi]+1-451+[1-12]+1-24, London, (Badger), 1645.

[75] WEYL, Richard: Leonardo da Vinci und das geologische Erdbild der Renaissance.- Nachr. Gießener Hochschulgesell. 27(1958), 109-121.

[76] ALEXANDER, David: Leonardo da Vinci and fluvial geomorphology.- Am. Jour. Sci., 282(1982), 735-755.

[77] DAVIES, Gordon L.: Robert Hooke and His Conception of Earth History.- Proc. Geol. Ass., 75(1964), 493-498.

[78] RANALLI, Giorgio: Robert Hooke and the Huttonian Theory.- Jour. Geol., 90(1982), 319-325.

[79] WALTHER, Johannes: Einleitung in die Geologie als Historische Wissenschaft - Beobachtungen über die Bildung der Gesteine und ihrer Organischen Einschlüsse.- I-XXX+1-1055, Jena (Gustav Fischer), 1893/1894: "Aus dem Sein erklären wir das Werden" (S. XII).

[80] SCHERZ, Gustav (Hrsg.): Dissertations on Steno as Geologist.- Acta Hist. Sci. Natur. et Medicin., Ed. Bibl. Univ. Haun. 23, 1-319, Odense (Odense University Press), 1971.

[81] HOCH, Ella: - on Steno.- Dansk Geol. Foren. Årsskrift for 1984(1985), 79-88.

[82] BLEI, Wolfgang: Einige Bemerkungen zu Niels Stensens Geologie, zu seinen Vorgängern und zu seiner Nachwirkung.- Bull. Tech. Univ. Ýstanbul, 44(Ketin-Festschrift, 1991), 3-21.

[83] STILLE, Hans: Alte und junge Saumtiefen.- Nachr. k. Gesell. Wiss. Göttingen, Math.- phys. Kl., Jg. 1919, S. 336.

[84] DEAN, D. R.: James Hutton and the History of Geology- i-xiii + [i-iii] + 1-303, Ithaca (Cornell University Press),1992.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



[85] MCINTYRE, D. B., MCKIRDY, A.: James Hutton - The Founder of Modern Geology: i-xi+1-51, Edinburgh, (The Stationary Office) 1997.

[86] O'ROURKE, J. E.: A comparison of James Hutton's *Principles of Knowledge* and *Theory of the Earth*.- Isis, 69(1978), 5-20.

[87] JONES, Peter: An outline of the philosophy of James Hutton (1726-97).- In: Hope, V., (Hrsg.), Philosophers of the Scottish Enlightenment, 182-210, Edinburgh, (University Press), 1984.

[88] HUTTON, James: Theory of the Earth; or An Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe.- Trans. Royal Soc. Edinburgh, 1, part 4(1788), 209-304.

[89] HUTTON, James: An Investigation of the Principles of Knowledge and of Progress of Reason from Sense to Science and Philosophy.- 1, i-xlix+1-649, London, (A. Strahan and T. Cadell), 1794.

[90] HUTTON, James: Theory of the Earth with Proofs and Illustrations.- 1, i-viii+1-620+IV Tafeln, London, (Cadell, Junior and Davies), Edinburgh, (William Creech), 1795.

[91] PLAYFAIR, John: Biographical account of the late Dr. James Hutton, F. R. S. Edin.- Trans. Royal Soc. Edinburgh, 5, part 3(1805), 39-99.

[92] DOTT, Robert H., Jr.: *James Dwight Dana's old tectonics - global* contraction under divine direction.- Am. Jour. Sci., 297(1997), 283-311.

[93] Élie de BEAUMONT, L.: 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: Ann. Sci. Nat., 18(1829), 5-25, 284-417, 19(1830), 5-99, 177-240.

[94] Élie de BEAUMONT, L.: 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: Rev. Française, 15(1830), 1-58.

[95] Élie de BEAUMONT, L.: Notice sur les Systèmes des Montagnes.- I, 1-528, II, 529-1068, III, 1069-1543, Paris, (P. Bertrand), 1852.

[96] DUFRÉNOY, A., Élie de Beaumont, L.: Explication de la Carte Géologique de la France, Tome Deuxieme.- I-XII + 1-813, Paris (Imprimerie Nationale), 1848.

[97] Lyell an Scrope, 25. 6. 1830. In: LYELL, K. M. (Hrsg.): Life, Letters and Journals of Sir Charles Lyell, Bart., 1, 1-475, London, (John Murray), 1881.

[98] LYELL, Sir Charles: Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the earth's surface, by reference to causes now in operation.- 3, 1-398+1-109, London, (John Murray), 1833.

[99] SUESS, Eduard: Das Antlitz der Erde.- Ib, IV + 311-779, Prag, (F. Tempsky), Leipzig, (G. Freytag), 1885.

[100] SUESS, Eduard: Das Antlitz der Erde.- Ia, 1-310, Prag, (F. Tempsky), Leipzig, (G. Freytag), 1883.

[101] SUESS, Eduard: The Face of the Earth (übersetzt von H. B. Sollas).- I, i-xii + 1-604, Oxford, (Clarendon Press), 1904.

[102] FUCHS, Theodor: Das Antlitz der Erde: Neue Freie Presse vom 4. und 11. November 1909. Mir liegt ein $12^{mo}$ Separatabdruck von 30 Seiten vor, der die beiden Teile in sich vereinigt. Die hier in betreff kommende Stelle kommt auf S. 18-20 des Separatabdruckes vor. Nirgends in seiner scharfsinnigen Besprechung behauptet Fuchs, der ein Schüler von Suess und selbst einer der Wiener Giganten war, daß Suess ein "Katastrophen-theoretiker" war, wie dies Tietze in seiner Monographie (vgl. Anm. 4, S. 395) unverständlicherweise behauptet. Er sagt lediglich, daß die Lyell'sche Lehre, daß alle geologische Ereignisse sich aus Summierung kleinerer örtlicher Prozesse zusammensetzen, von Suess verworfen wurde und Suess auf die Existenz nicht nur örtlicher sondern auch planetarischer Kräfte hingeweiesen hatte.

[103] UHLIG, Viktor: Ein österreichisches Meisterwerk.- Österreich. Rundsch., Jg. 1909, 103-114. Uhlig, ein weiterer Suess-Schüler und Wiener Gigant, sagt ähnliches zu Fuchs. Er wurde von Tietze gleichfalls mißverstanden.

[104] Soweit ich weiß, ist das Sündflutkapitel der einzige Teil vom Antlitz der Erde, der auch als Separatabdruck erschien: SUESS, E.: Die Sintfluth - Eine geologische Studie (Sonderabdruck aus: Das Antlitz der Erde).- 1-74, Prag, (F. Tempsky), Leipzig, (G. Freytag), 1883.

[105] SUESS, Eduard: Über den Bau der italienischen Halbinsel.- Sitz.-ber. math. naturwiss. Cl. k. Akad. Wiss. Wien, 65(1872), 217-221.

[106] vom RATH, Gerhardt: Ein Ausflug nach Calabrien.- I-VII+1-157, Bonn, (Adolph Marcus), 1871.

[107] SUESS, Eduard: Die Entstehung der Alpen.- I-IV+1-168, Wien (Wilhelm Braumüller), 1875.

[108] SUESS, Eduard: Ueber die vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche.- Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanst. 11(1880), 171-180.

[109] SUESS, Eduard: Das Antlitz der Erde.- III.2, IV + 789, Wien (F. Tempsky), Leipzig (G. Freytag), 1909.

[110] KOBER, Leopold: Der Bau der Erde, zweite neubearbeitete und vermehre Auflage.- I-II+1-500+Tafel, Berlin, (Gebrüder Borntraeger), 1928.

[111] SUESS, Eduard: Vorwort.- In: DIENER, C., HOERNES, R., SUESS, F. E., UHLIG, V., *Bau und Bild Österreichs, XXIII-XXIV*, Wien (F. Tempsky), Leipzig (G. Freytag), 1903.

[112] SUESS, Eduard: Die Brüche des östlichen Afrika.- Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, 58 (1891), 584.

[113] SEIBOLD, Inge: Der Weg zur Biogeologie. Johannes Walther 1860-1937. Ein Forscherleben im Wandel der deutschen Universität.- 87, Berlin - (Springer-Verlag), 1992.

[114] CHAMBERLIN, T. C., SALISBURY, R. D.: Geology.- 1, i-xix+1-654 New York, (Henry Holt and Company), 1904; vgl. auch CHAMBERLIN, T. C., SALISBURY, R. D.: Geology, second edition, revised.- 1, i-*xix+1-684 New York, (Henry Holt and Company)*, 1909.

[115] LÖWL, Ferdinand: Geologie.- In: KLAR, M. (Hrsg.), Die Erdkunde, Eine Darstellung ihrer Wissensgebiete, ihrer Hilfswissenschaften und der Methode ihres Unterrichtes, XI. Teil, 1-332 Leipzig und Wien, (Franz Deuticke), 1906.

[116] HAUG, Émile: Traité de Géologie, 1 (Les Phénomènes géologiques).- 1-538, Paris, (Librairie Armand Colin) 1907.

[117] ŞENGÖR, A. M. C.: A note on a late revision of the theory of embryotectonics by Argand himself.- Eclog. Geol. Helvet., 75(1982), 177-188.

[118] WEGENER, Alfred L.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.- I-IV+[V]+1-94, Braunschweig (Friedr. Vieweg & Sohn), 1915.

[119] JACOBS, J. A., RUSSEL, R. D., WILSON, J. T: Physics and Geology.- i-xii+1-424, New York (McGraw-Hill Book Company) 1959 vgl. mit JACOBS, J. A., RUSSEL, R. D., WILSON, J. T: Physics and Geology.- i-xvi+1-622, New York (McGraw-Hill Book Company), 1972. Für eine detailliertere Analyse der Meinungsänderungen von Wilson bevor er endgültig die Theorie der Plattentektonik schuf, vgl. LAUDAN, R.: The method of multiple working hypotheses and the development of plate tectonic theory.- In: NICKLES, T. (Hrsg.), Scientific Discovery: Case Studies, 331-343 Dordrecht, (D. Reidel Publishing Co.), 1980, insbes. S. 342, Endnote 5.

[120] STILLE, H.: Die Schrumpfung der Erde. - 1-37, Berlin, (Gebrüder Borntraeger), 1922.

[121] MCINTYRE, Donald: James Hutton's Edinburgh: The historical, social and political background.- Earth Sci. Hist., 16(1997), 100-157.

[122] POPPER, Karl R.: Ein Kriterium des empirischen Charakters theoretischer Systeme (Vorläufige Mitteilung). - Erkenntnis, 3 (Annalen der Philosophie, 11: 1933), 426-427.

[123] POPPER, Karl R.: Logik der Forschung - i-vi + 1-248 Wien, (Julius *Springer*), 1935.

[124] POPPER, Karl R.: Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie.- 1-476, Tübingen, (J. C. B. Mohr (Paul Siebeck)), 1979.

[125] POPPER, K. R.: Ausgangspunkte. Meine Intellektuelle Entwicklung.- 1-371, Hamburg, ( Hoffmann und Campe Verlag), 1979.

[126] POPPER, Karl R.: Logik der Forschung, 10. verb. u. verm. Aufl.- I-XXIX+1-481, Tübingen, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1994.

[127] BLUMBERG, A. E., FEIGL, H.: Logical positivism: A new movement in European philosophy.- Jour. Phil., 28(1931), 281- 296.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



[128] REICHENBACH, H.: The Rise of Scientific Philosophy.- 1-333, Berkeley and Los Angeles, (University of California Press), 1951.

[129] KRAFT, Viktor: The Vienna Circle. The Origins of Neo-Positivism.- 1-209, New York, (Philosophical Library), 1953.

[130] EINSTEIN, Albert: Autobiographisches. In: SCHILPP, P. A. (Hrsg.), Albert Einstein, Philosopher-Scientist.- 1-94, La Salle, (Open Court). 1970.

[131] EINSTEIN, Albert: Aus Meinen Späten Jahren.- 1-273, Stuttgart, (Deutsche Verlags-Anstalt), 1979.

[132] EINSTEIN, Albert: Mein Weltbild.-1-210, Frankfurt a. M., (Ullstein), 1981.

[133] MACH, E.: Populär-Wissenschaftliche Vorlesungen.- 268, Leipzig, (Johann Ambrosius Barth), 1894.

[134] BRINKMANN, Roland: Memorial to Hans Stille.- Proc. Geol. Soc America, Inc. for 1967(1970), 263-267.

[135] CARLÉ, W. E. H.: WERNER, BEYRICH, von KOENEN, STILLE. Ein Geistiger Stammbaum Wegweisender Geologen - Geol. Jb., A108(1988), 3-499.

[136] POPPER, Karl R. : Die Offene Gesellschaft und ihre Feinde.- I (Der Zauber Platons), 1- 436- Bern, (Francke Verlag) 1957.

[137] POPPER, Karl R.: Die Offene Gesellschaft und ihre Feinde.- II (Falsche Propheten: Hegel, Marx und die Folgen) 1-483, Bern, (Francke Verlag), 1958.

[138] SUESS, Eduard: Abschieds-Vorlesung des Professor Eduard Suess bei seinem Rücktritt vom Lehramte gehalten am 13. Juli 1901 im Geologischen Hörsaale der Wiener Universität.- Beitr. Paläont. und Geol. Österreich-Ungarns und des Orients, 14(1901), 1-8.

***) Anschrift des Autors:**

o. Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. A. M. Celâl ŞENGÖR
Technische Universität von İstanbul
Fakultät für Bergbauwesen
Abteilung für Geologie und
Eurasiatisches Institut für Erdwissenschaften
Ayazağa 80626 İstanbul
TÜRKEI

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 51

Autor(en)/Author(s): Sengör A. M. Celal

Artikel/Article: Die Bedeutung von Eduard Suess (1831 - 1914) für die Geschichte der Tektonik 57-72