

EDUARD SUESS

1831-1914

Eduard Suez – Forscher und Politiker



Zinshaber
756

Gedr. bei J. Stoufs in Wien.

E. Suck

Eduard Sueß -
Forscher und Politiker

20. 8. 1831 - 26. 4. 1914

Im Gedenken zum
150. Geburtstag

Herausgegeben von der Österreichischen Geologischen Gesellschaft

Gefördert vom Bundesministerium
für Wissenschaft und Forschung,
dem Amt der NÖ Landesregierung und
dem Magistrat der Stadt Wien, Abt. 31, Wasserwerke

Schriftleitung:
A. Tollmann und E. Kristan-Tollmann

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichische Geologische Gesellschaft. – Filmsatz und Offsetdruck: Ferdinand Berger & Söhne Gesellschaft m.b.H., 3580 Horn.

Inhalt

Suess, Franz Eduard: Das Lebenswerk von Eduard Suess. Mit 2 Abb.	1
Kühn, Othmar: Das Lebenswerk von Eduard Suess. Mit 1 Abb.	7
Zapfe, Helmuth: Eduard Suess als Paläontologe. Mit 2 Abb.	17
Tollmann, Alexander: Die Bedeutung von Eduard Suess für die Deckenlehre. Mit 4 Abb.	27
Donner, Josef: Eduard Suess – der Vater der I. Wiener Hochquellenleitung. Mit 4 Abb.	41
Thenius, Erich: Das „Gondwana-Land“ Eduard Suess 1885. Der Gondwanakontinent in erd- und biowissenschaftlicher Sicht. Mit 11 Abb.	53
Flügel, Helmut W.: Die paläozoische Tethys: Fakten, Fiktionen, Fragen. Mit 2 Abb. und 3 Tab.	83

Zum Geleit

Die Gabe, in Wissenschaft und Politik gleichermaßen schöpferisch tätig zu sein und Höchstleistungen zu vollbringen, wird selten einem Menschen zuteil. In Eduard Sueß, dessen 150. Geburtstag sich heuer jährt, war diese Synthese vollzogen. In der Wissenschaft, der Geologie, durch kombinatorisches, schöpferisches, globales Denken ebenso wie durch gründlichste, unverrückbar gültige Detailarbeit ausgezeichnet, hat Sueß andererseits die parlamentarische Diskussion seiner Zeit durch wissenschaftliche Akribie, gepaart mit meisterhafter Rhetorik, und getragen von humanistischer Gesinnung, zu neuen Höhepunkten geführt. Dadurch erst war sein schonungsloser Einsatz für das Allgemeinwohl auch in der öffentlichen Arbeit von solchem Erfolg gekrönt. Nicht nur unter den führenden Persönlichkeiten Österreichs der Vorkriegszeit hat Sueß durch seine Leistungen einen überragenden Platz eingenommen, sondern er ist auch in der Erdwissenschaft weltweit neidlos und mit Begeisterung als geistiger Führer, als Nestor der Geologenschaft seiner Zeit anerkannt worden.

Die Hochachtung, die Eduard Sueß zu Lebzeiten allenthalben entgegengebracht worden war, beruht nicht auf äußerem Glanz, sondern auf hart erarbeiteter Leistung, wobei sicherlich seine menschliche Größe, seine Bescheidenheit und tiefe Humanität ihren Anteil zu dieser Achtung beigetragen haben. Wie wenig aber etwa ein augenblicklicher Glanz seiner Erfolge Grund für seine Anerkennung waren, zeigt sich wohl am besten daran, daß mit wachsendem zeitlichem Abstand die Bedeutung seiner Leistungen nicht verblaßt, sondern mit noch klareren Konturen hervortritt. In der Erdwissenschaft stützen sich die Deckenlehre, die Großgliederung des Antlitzes der Erde, der Tethys, ebenso wie zahllose stratigraphische und paläontologische Arbeiten weiterhin auf die festen, von ihm gelegten Fundamente. Von seinem Wirken sind der Öffentlichkeit aber seine der Zeit weit vorausseilenden sozialen und politischen Bestrebungen inzwischen zu Maximen modernen Denkens geworden, von der Schulgesetzgebung bis zu den Fragen der Hygiene, die durch sein Wiener Hochquellenleitungsprojekt bewußt geworden sind.

Das Werk von Eduard Sueß für Wissenschaft und Gemeinwohl hat demnach in moderner und humanistischer Denkweise das tragende Fundament für wesentliche Errungenschaften der heutigen Zeit gelegt, sodaß wir in tiefer Wertschätzung des großen Geistes gedenken, dessen Wirken so viele bleibende Spuren hinterlassen hat.

Die Schriftleitung

Das Lebenswerk von Eduard SUESS

dargestellt von seinem Sohn F. E. SUESS anlässlich des hundertsten Geburtstages

Von Franz Eduard SUESS

Mit 2 Abbildungen

Anmerkung der Schriftleitung: Der folgende Artikel stammt aus der Feder von Franz Ed. SUESS, dem Sohn des Nestors der Geologie als moderne Wissenschaft, der selbst als Professor für Geologie und Vorstand am Geologischen Institut der Universität Wien von 1911–1937 tätig gewesen ist. Die kurze Darstellung, die von Franz Ed. SUESS für den 20. August 1931, den hundertsten Geburtstag von Eduard SUESS, für „Radio Wien“ abgefaßt worden war, bringt eine Reihe von Daten aus der Sicht des unmittelbaren Angehörigen und ist demnach gleichsam Ergänzung zu dem in hohem Alter – mit 80 Jahren – von Ed. SUESS selbst abgefaßten Band seiner „Erinnerungen“ (erschieden im Verlag Hierzel, Leipzig 1916). Die hiermit vorgelegte Darstellung hat nichts an historischem Wert eingebüßt, so daß das im Nachlaß von Franz Eduard SUESS vorgefundene und am Wiener Geologischen Institut aufbewahrte Manuskript verdient, hier im Rahmen des Ed. SUESS-Gedenkbandes der Öffentlichkeit bekanntgemacht zu werden.

Am heutigen Tage jährt sich zum hundertsten Male der Geburtstag von Eduard SUESS. Die Nennung des Namens erweckt in einer älteren Generation die Erinnerung an eine große Zeit parlamentarischer Kämpfe anderen Stiles als die der Gegenwart. In einer dem jüngeren Nachwuchs schwer verständlichen Weise, in vielfältig einander durchkreuzenden Richtungen, beherrschten die Kämpfe der Nationalitäten zugleich mit den Kämpfen um die Weltanschauung das politische Leben der alten Monarchie. Eduard SUESS war einer der bedeutendsten Führer der starken Partei der deutsch-liberalen Linken in ständiger Opposition gegen die konservativ eingestellte Regierung des Grafen TAAFFE, und zugleich einer der glänzendsten Redner des Hauses. Sein eigentlicher Beruf aber war der des Professors der Geologie an der Universität Wien. Er vertrat somit den heute immer seltener werdenden Typus der Verbindung des Gelehrten und des Politikers in einer Person. Wenig sagen noch diese Angaben über die gesamte Tätigkeit dieses Mannes, über seine überragende Stellung im öffentlichen Leben Wiens und Österreichs und in der Gelehrtenwelt aller Völker.

Eduard SUESS wurde am 20. August 1831 in London geboren. Er entstammte einer alten protestantischen Familie, die ihre Ansässigkeit im sächsischen Vogtlande bis in das 17. Jahrhundert verfolgen kann. Seine Eltern hatten nur für wenige Jahre Aufenthalt in England genommen. Er studierte zunächst in Prag und war nach eigenem Bekenntnis durch die wunderbar versteinungsreichen Schichtsysteme in der Umgebung der Stadt zum Studium der Geologie angeregt worden. In die Zeit seiner späteren Studien in Wien fällt die Bewegung des Jahres 1848, der er sich als Mitglied der akademischen Legion angeschlossen hat, und hier empfing er den ersten Einblick in großzüliges politisches Getriebe. Seiner Vorliebe für die Geologie war er hier treu geblieben. Er wurde zunächst Assistent am Hof-Mineralienkabinett, im Jahre 1857 außerordentlicher und im Jahre 1867 or-

Aufgegebenes Manuscript
aus d. Winter 1859/60. 8/9

Der Boden von Wien.
eine geologische Studie
von
Ed. Sueß.

1ter Abschnitt.

Lage und Bildung des Beckens von
Wien. Beckenausfüllende Massen. Ihre
Eintheilung und Lage-
ungsverhältnisse.

Wien liegt in der einzigen Lücke, welche in dem
großen Vereinigten Gebirgszuge der Alpen u. Car-
pathen besteht, an der einzigen freien Thalebene.
Dieselbe stellt sich dem Südsüden u. v. Norden im
südlichen Nordostpunkte an welche die Donau die Donau
des ganzen Nordabhangs der Ostalpen, Baierns u.
Mährens dem Pfauzen manna zugeführt. Auf
dieser eigentümlichen Lage beruht zum großen
Theile die Fruchtbarkeit der Hüfligkeit in der Stadt,
u. die Alpen in denen sie zum Luvusgebirge
zufließen dem Orient u. dem Occidente zufließen, groß-
räumig zu den glühenden in ihrer Richtung.
Es beruht die vordere eigentümlichkeit auf die
eigene bemerkenswerthe Erscheinungen im Wien.
Die geographische, welche sich zuerst in der Alpen,
mark zu erkennen müssen.

Abb. 1: Titel und Beginn des 76 Seiten langen „aufgegebenen“, unveröffentlichten Manuskriptes von Ed. SUESS, betitelt „Der Boden der Stadt Wien“ aus dem Winter 1859/60. Sein im Jahre 1862 unter dem gleichen Titel erschienenenes Buch lehnt sich nur in den beiden ersten Kapiteln lose an diesen ersten Entwurf an, ist aber zur Gänze neu geschrieben. Dieser erste Entwurf einer Geologie von Wien knüpft seinerseits an eine Vortragsreihe, die Ed. SUESS im Winter 1858 in der Akademie der Wissenschaften in Wien abgehalten hatte und die auszugsweise in der Wiener Zeitung vom 24. und 25. Dezember 1858 abgedruckt worden ist.

dentlicher Professor an der Universität in Wien. Ein Buch „Der Boden der Stadt Wien nach seiner Bildungsweise, Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben“ war der Anlaß zu seinem Hervortreten in der Öffentlichkeit und zu seiner Wahl in den Gemeinderat der Stadt Wien im Jahre 1863. Als Referent der Wasserversorgungskommission gab er die erste Anregung und entwarf den Plan einer Versorgung der Stadt mit Trinkwasser aus den 80 km entfernten Quellen aus dem Rax- und Schneeberggebiete. Nach der Überwindung vieler Widerstände und nach harten Kämpfen leitete er die Durchführung des großen Werkes bis zu seiner schließlichen Vollendung im Jahre 1873. Was hier für die öffentliche Wohlfahrt geleistet wurde, weiß nur der zu beurteilen, der über die früheren sanitären Zustände in Wien unterrichtet ist. Die andauernden, verheerenden Typhusepidemien waren mit Einführung des neuen Trinkwassers erloschen und die Sterblichkeit in der Stadt auf die Hälfte gesunken. Daran schloß sich ein zweites großes Unternehmen, an dessen Zustandekommen Eduard SUESS führend und anregend teilgenommen hat, nämlich die Regulierung des Strombettes der Donau bei Wien, um die beständigen Überflutungen einzudämmen und die Schifffahrt zu erleichtern. Am 15. August 1875 stürzten die Fluten der Donau zum ersten Male in das neu ausgehobene geradlinige Bett zwischen Nußdorf und Stadlau.

Mit dem Eintritt in den niederösterreichischen Landtag 1869, in den Landesauschuß 1870–72 und das Abgeordnetenhaus 1873 betrat Eduard SUESS das Gebiet der großen Politik. Die Streitfragen um das Konkordat, Ehegesetzgebung, das Eintreten für die Beibehaltung der Delegationen und für die gemeinsame österreichisch-ungarische Bankverwaltung, die verwickelten Probleme der Gold- und Silberwährung, die Gegnerschaft gegen den Petroleumzoll sind einige der verschiedenen Gebiete, in denen er in großen Reden seinem besonderen Standpunkte Ausdruck verliehen hat. Lebhaftes Echo in und außerhalb des Hauses fand seine groß angelegte Rede zur Verteidigung der Reichsvolksschulgesetze im Jahre 1883. Seine letzte große Rede im Jahre 1897 behandelte von höherer Warte aus alle Fragen der Volksbildung und des Schulwesens, zugleich mit einem Überblick über die nachhaltige Wirkung des alten Volksschulgesetzes. Dann aber entsagte er der Politik, um die späteren Lebensjahre ganz der Forschung und Lehre und der Akademie der Wissenschaften als ihr Generalsekretär seit 1891 und als ihr Präsident seit 1898 zu widmen. Seine parlamentarische Rede war stets getragen von weitem, umfassendem Gesichtspunkte und zugleich gestützt von der auf gründlichem Studium beruhenden Sachkenntnis. Mit der überlegenen Beherrschung des Stoffes verband er die vollendetste Form, die dem schärfsten und schneidendsten Angriff Ausdruck geben konnte ohne Gehässigkeit und ohne den Gegner persönlich zu verletzen.

Gleichlaufend mit der Tätigkeit im öffentlichen, politischen Leben geht nicht minder vielseitig und großzügig die Tätigkeit des Forschers und Lehrers. Auch hier vollzieht sich ein immer weiter ausgreifender Fortschritt vom Einzelnen zu immer allgemeineren und umfassenderen Gegenständen. Der Vertiefung in den Heimatboden folgten die klassischen Muster der Studien im außeralpinen Wiener Becken der Umgebung von Eggenburg und Horn (Abb. 2), dann in den Tertiärgebieten von Oberitalien bei Vicenza. Auf zahlreichen Reisen in alpine Gebiete war die aufsehenerregende Schrift über die „Entstehung der Alpen“ 1875 vorbe-

reitet worden. Hier wurde gezeigt, daß die Alpen entgegen den früheren Anschauungen nicht durch vulkanische Kräfte und nicht durch eine Hebung von unten her, sondern durch seitlichen Zusammenschub der äußeren Erdrinde entstanden sind. Die Art der vergleichenden Betrachtung gab neuen Anstoß der tektonischen Geologie, d. h. der Lehre vom Bau der Gebirge und der Struktur der äußeren Erdrinde. In den achtziger Jahren begann er sein Hauptwerk, dessen Ausarbeitung den größten Teil seines späteren Lebens in Anspruch nahm. Im Jahre 1909 erschien der Schlußband des „Antlitz der Erde“. Aus einer staunenswerten Beherrschung der gesamten geologischen Literatur aller Länder, aus unzähligen örtlichen Untersuchungen wird ein zusammenfassendes Bild der Strukturen der ganzen äußeren Erdrinde gefügt. Die verborgensten Einzelheiten gewinnen oft überraschende Bedeutung durch ihre Einordnung in die größeren Zusammenhänge. In der plastischen Darstellung und in der überzeugenden Klarheit der Sprache wird zugleich mit der Schilderung der Züge des Antlitzes der Erde ihr Werden durch ein Ineinandergreifen lange andauernder Vorgänge vor unserem Auge lebendig. Die internationale Würdigung, die dieses einzigartige Werk erfahren hat, wird bezeugt durch die von ersten Gelehrten durchgeführten Übersetzungen in die französische, englische, italienische und spanische Sprache.

So wie auch sonst vielfältig im öffentlichen Leben beschäftigt, hat Eduard SUESS insbesondere in seiner Stellung in der Akademie der Wissenschaften zahlreiche größere Unternehmungen ins Leben gerufen; so auch die Gründung des deutschen Kartells und die internationale Assoziation der Akademien.

Der Wissenschaftler war der Kern seines Wesens. Er befähigte ihn freier und von erhöhtem Standpunkte die Fragen des Tages zu überschauen. Nur durch seine ganz einzigartige Arbeitskraft konnte er in zwei sehr verschiedenen Tätigkeitsbereichen eine so überragende Stellung einnehmen. Zum Wohle seiner Heimat und seines Vaterlandes, als Kämpfer für Freiheit und Fortschritt wirkte er in der Öffentlichkeit. Auf den einsamen Wanderungen mit dem Hammer durch die Gebirge und in der Studierstube reiften die wissenschaftlichen Gedanken, die ihren Weg in die weite Welt fanden und ihm den unbestrittenen Ruf des ersten Geologen seiner Zeit erworben haben.

Der Eindruck seiner Persönlichkeit, wie er seinen Zeitgenossen noch in der Erinnerung haftet, beruht nicht nur auf der Überlegenheit seines Urteils und auf der Beherrschung des Wortes. Sein ganzes Wesen war natürlichste und zugleich vornehmste Einfachheit, frei von jeder Ehrsucht oder Eitelkeit, sowie von Neid und Geringschätzung gegen andere. Mit gleichbleibender Beharrlichkeit hat er jede Auszeichnung von oben zurückgewiesen.

Die Berufung in das Herrenhaus hat er wiederholt abgelehnt. Eduard SUESS besaß nicht den Adelstitel, der seinem Namen in der Radiozeitschrift irrtümlicherweise beigelegt worden ist. Er trug keinen Orden und keinen anderen Titel als den des Professors. Gerne hatte er aber die Verleihung der Ehrenbürgerschaft

Abb. 2: Verkleinerter Ausschnitt aus dem vier Meter langen, von E. SUESS gezeichneten geologischen Profil von Eggenburg nach Maria Dreieichen, das SUESS handkoloriert und auf Leinen aufgezogen bei seinen Exkursionen im Raum Eggenburg als Erläuterung verwendete.

durch die Stadt Wien (1876) entgegengenommen, und zahlreiche Akademien und wissenschaftliche Gesellschaften hatten ihm die Ehrenmitgliedschaft verliehen.

In weiser Selbsterkenntnis hatte er selbst die Abschnitte seines Lebens eingeteilt. Im Jahre 1897 schloß er mit dem Verzicht auf das Abgeordnetenmandat seine politische Laufbahn, und das erreichte achtzigste Lebensjahr bedeutete für ihn die Altersgrenze für sein Wirken als Präsident der Akademie der Wissenschaften. Seine letzten Lebensjahre verwendete er zur Abfassung seiner Erinnerungen; sie bieten eine fesselnde Rückschau über vieles, eindrucksvolles persönliches Erleben und zugleich ein lebendiges Bild der politischen Strömungen in den letzten Jahrzehnten des alten Österreich.

Er verschied am 26. April 1914. Die großen Umwälzungen und die Entzweiung der Nationen – Eindrücke, die ihn, der in allen Ländern Freunde besaß, tief ergriffen hätten –, waren ihm erspart geblieben. Über den großen politischen Wandel hinaus bleibt unverändert wirksam, was er zum Wohl seiner Heimat und zur Förderung der großen Wissenschaft geleistet hat.

Das Lebenswerk von Eduard SUESS

dargestellt aus der Sicht des späteren Fachkollegen

Von Othmar KÜHN

Mit 1 Abbildung

Anmerkung der Schriftleitung: Der vorliegende Artikel beinhaltet die – im zitierten Teil gekürzte – Rede von Prof. Othmar KÜHN, ehemaliger Vorstand des Paläontologischen Institutes der Universität Wien, anlässlich der Gedenkfeier für Eduard SUESS zu seinem fünfzigsten Todestag am 26. April 1964. Diese Darstellung, die aus dem Nachlaß von Prof. KÜHN stammt und in erweiterter, umfassenderer Form und in größerer zeitlicher Distanz das Wirken von Eduard SUESS würdigt, wurde neben den übrigen Artikeln hier der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, da in dieser Darstellung inhaltlich andere Schwerpunkte gesetzt sind und bestimmte bedeutende Fortschritte und Erfolge, die SUESS für sein Land und die Wissenschaft erzielt hatte, akzentuierter zutage treten.

Es hat seinen Grund, warum wir den 50. Todestag Eduard SUESS feierlich begehen und nicht den hundertsten Geburtstag 1931, noch den hundertsten Jahrestag seiner Ernennung zum Professor der Paläontologie an der Universität Wien. Denn erst bei seinem Tode, den anschließenden Gedenkfeiern und Nekrologen wurde der Mitwelt bewußt, ein wie vielseitiger Mann er gewesen war. Wohl war er in der Fachwelt bekannt als der unbestrittene Führer der Geologie in der ganzen Welt (Abb. 1), wohl kannte man ihn in Wien als den Schöpfer der ersten Hochquellwasserleitung, aber daß er viel mehr als das alles war, erkannte man erst nach seinem Tode. Wohl hatte seine Abschiedsvorlesung am 13. Juli 1901 ein Bekenntnis der ganzen Fachwelt zu seinen Ideen gezeigt, wohl hatte das kaiserliche Handschreiben Franz Josef I. anlässlich seines Rücktrittes von der Präsidentschaft der Akademie 1911 besagt: „Die Gebildeten auf dem ganzen Erdenball kennen Ihren Namen als einen der glänzendsten und die Welt der Gelehrten reiht ihn unter ihre besten.“

Aber selbst die Reden und Gedenkartikel anlässlich seines Todes wurden ihm keineswegs gerecht. Denn die Zeit seines Todes stand noch zu sehr unter dem Eindrucke einzelner, weithin sichtbarer Leistungen, unter dem des scheinbaren Widerspruches, daß ein angesehener Forscher zugleich wissenschaftlicher Denker, glänzender Organisator und weitblickender Politiker war. Darum wurde damals trotz aller Elogen vieles falsch gedeutet.

So haben Theodor FUCHS und DIENER darüber gestritten, ob SUESS ein intuitiver oder induktiver Forscher war, haben FUCHS, TIETZE und WETTSTEIN gestritten, ob er Gegner oder Vertreter des Abstammungsgedankens war. So hat sein Nachfolger als Präsident der Akademie der Wissenschaften, BÖHM-BAWERK gemeint, daß es seine glänzende Rednergabe war, die ihn zur politischen Betätigung veranlaßte.

Es ist sehr aufschlußreich, wenn man einerseits in SUESS' „Erinnerungen“, die erst 1916 von seinen Söhnen herausgegeben wurden und die leider nur bis 1894 reichen, liest, andererseits in den vielen Nekrologen, vor allem in jenem von

Tietze „Einige Seiten über Eduard SUESS“, die freilich 225 Seiten umfassen, zu sehen, wie auch in SUESS' Schriften allerlei hineingeheimnist wurde, was gerade der Ansicht des Schreibers entsprach.

Ich spreche ja heute, weil ich eben noch das Glück hatte, ihn als junger Anfänger zu sehen – wie er mit über 80 Jahren im Geologischen Institut der Universität

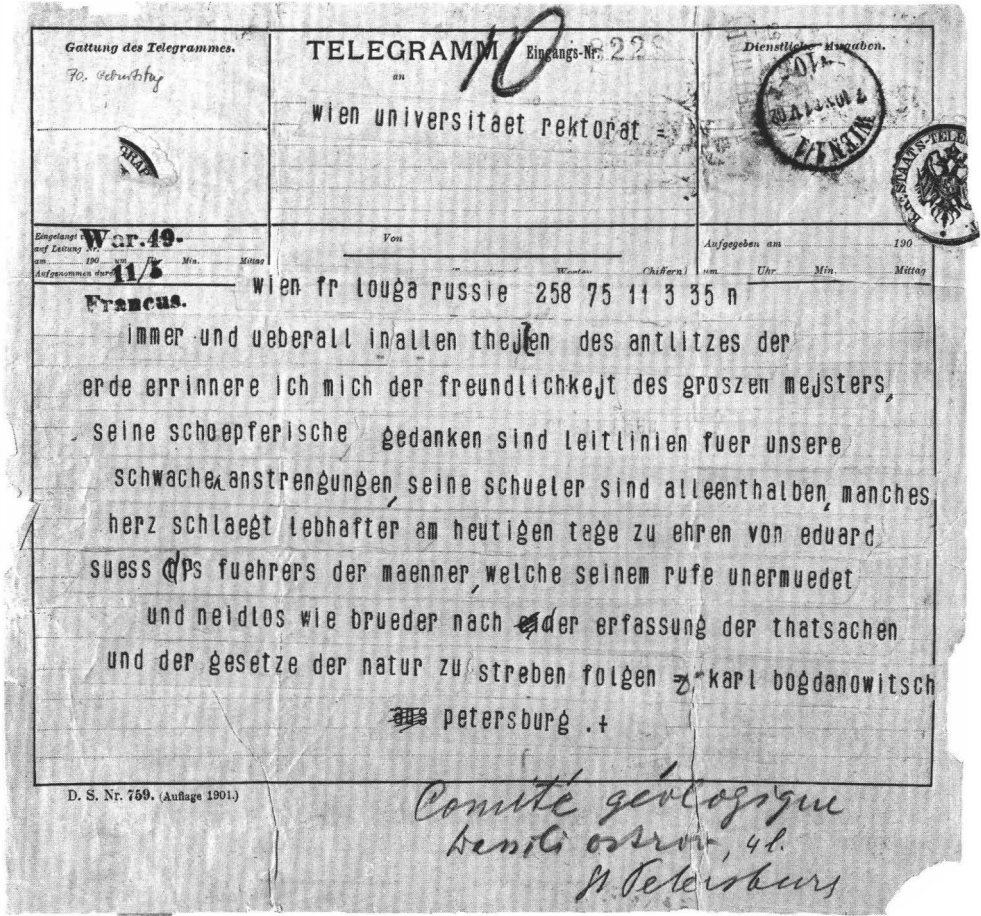


Abb. 1: Glückwunschtelegramm von Prof. K. BOGDANOWITSCH aus Petersburg an E. SUESS im Jahre 1902 anlässlich der Sueß-Stiftungs-Feier der Wiener Universität. Auch aus diesem Telegramm spricht wie aus der Flut der Glückwunschdespeschen aus aller Welt die tiefe Verehrung, die dem anerkannten Meister seines Faches von allen Seiten entgegengebracht worden ist.

herumging – ein altes kleines Männchen mit weißem Bart, ein schwarzes Käppchen auf dem Kopf – in Blick und Rede immer noch der große Herrscher auf dem Gebiete der Geologie, der aber für jeden ein freundliches Wort, für jede Frage und Arbeit größtes Interesse hatte. Seine wirkliche Bedeutung haben wir Anfänger von damals kaum erkannt, vielleicht konnten das die Wenigen unter den Anwesenden, die seine letzten Schüler waren.

Denn sie beruht nicht auf den einzelnen Taten, so bedeutungsvoll auch viele waren, sondern auf der tiefen, humanistisch-liberalen Gesinnung, der überragenden Menschlichkeit, die ihn immer und in jedem Arbeitsfeld ausgezeichnet hat. Es war vielleicht ein Zufall, daß er 1831 in London geboren wurde, der Hauptstadt des Liberalismus und der industriellen Entwicklung. Und es war sicher kein Zufall, daß er in dieser Zeit zunächst technische Studien betrieb, sowie daß er 1848 in die revolutionäre Bewegung geriet und 1850 sogar verhaftet wurde. Erst in Verfolgung technischer Gedanken kam er auf den Boden als Träger des Lebens, des Menschen und seiner Siedlungen, erwachte sein Interesse auch für die Spuren früheren Lebens. So wurde er Paläontologe und er erhielt seine erste Anstellung am kaiserlichen Mineralienkabinett 1852, als eben erst die Polizeiaufsicht wegen liberaler Betätigung über ihn aufgehoben war. So liberal war damals die Zeit. Hier am Museum arbeitete er rein paläontologisch, über Brachiopoden, Kopffüßer, Wale und Raubtiere des Tertiärs. Davon sind heute noch die Arbeiten über die Wohnsitze der Brachiopoden und die überhaupt erste Gliederung der Ammoniten von größter Bedeutung. Sein praktischer Sinn war Anlaß, daß er auch mit der Planung der Aufstellung in den neu errichteten Hofmuseen betraut wurde. Sein wissenschaftlicher Ruf war bald so bedeutend, daß er 1857 als a. o. Professor der Paläontologie an die Universität berufen wurde und damit die erste Lehrkanzel für Paläontologie im deutschen Sprachgebiet entstand.

1862 vertauschte er die Lehrkanzel für Paläontologie mit jener für Geologie – zugleich erste Lehrkanzel für Geologie in Österreich. Kaum ein Zufall, denn gerade im selben Jahre erschien das Buch: „Der Boden der Stadt Wien, nach seiner Bildungsweise, seiner Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben“. Darin schilderte er zum erstenmale den Wiener Boden nicht nur geologisch, sondern die Bedeutung der einzelnen Schichten für die Oberflächengestalt, für die Anlage der Straßen, der Bauten, der Friedhöfe, für die Gesundheit der Bevölkerung, für seine Wasserführung, die Vermeidung von Seuchen, für das Baumaterial, das damals zum großen Teile noch in Wien selbst gebrochen wurde. Dieses originelle Buch war die Ursache, daß er 1863 in den Gemeinderat von Wien und zum Leiter der Wasserversorgungskommission gewählt wurde. 56 Projekte lagen vor. SUESS verlangte nur verlässlich reines Wasser und empfahl die Zuleitung des 112 km entfernten Kaiserbrunnens. Die weiteren Schicksale des Projektes, die ersten Anfeindungen desselben, die Versuche, SUESS zu bestechen, die Geschichte der Eröffnung sind zu bekannt, als daß man sie hier wiederholen müßte.

Die Eröffnung fand durch SUESS selbst 1873 in Gegenwart des Kaisers und einer vieltausendköpfigen Menge statt. An derselben Stelle, gegenüber dem Hochstrahlbrunnen, wurde später die Büste SUESS' aufgestellt und nur hier hat sie hingepaßt. Sie wurde 1938 entfernt und steht nun in einem selten besuchten Winkel des 3. Bezirkes. Ich appelliere hier an den Herrn Bürgermeister und an die Stadt Wien, diesem einzigen Denkmal des Schöpfers der ersten Hochquellenwasserleitung wieder den ihm einzig gebührenden Platz zurückzugeben. [Derzeit wieder beim Hochstrahlbrunnen aufgestellt!] Für SUESS war es freilich bezeichnend, daß er bei der Eröffnung das Verdienst an dem Werk anderen zuschrieb, vor allem dem Vertrauen des Gemeinderates in sein Projekt und der Unterstützung durch

die Ärzteschaft. Als größten Erfolg seines Lebens betrachtete er es, daß durch die Wasserleitung die Zahl der Todesfälle an Typhus auf weniger als ein Zehntel sank.

Eine für SUESS bezeichnende Episode war es auch, als der Gemeinderat beschloß, die Kosten der Wasserleitung durch eine Lotterieleihe zu decken, SUESS, ein Gegner aller Glücksspiele, opponierte und, als er nicht durchdrang, das Gemeinderatsmandat niederlegte.

Im selben Jahre wurde SUESS bei den ersten direkten Wahlen in den Reichsrat gewählt, dort in den Budgetausschuß und zum Referenten für das Unterrichtswesen. Hier führte er einen zähen Kampf um die Durchführung des 1868 beschlossenen Reichs-Volksschulgesetzes.

Damit hatte er schon früher zu tun gehabt, denn er war seit 1868 Mitglied des niederösterreichischen Landtages und 1869 ein Jahr Landesschulinspektor von Nieder- und Oberösterreich gewesen. Als solcher hatte er eine Besserstellung der Lehrerschaft, die Abschaffung der Kollekturen und des Schulgeldes an den Volksschulen erreicht, 1868 die erste Lehrerbildungsanstalt, Pädagogium genannt, und 1870 zwei weitere in Niederösterreich geschaffen, 1872 Lehrer-Internatsschulen, um dem Lehrerstande mit dem Landleben vertraute Bauernkinder zuzuführen. 1868 hatte er 2 Vorträge zur Reform des montanistischen Unterrichts gehalten. 1872 setzte er auch die Gründung von Ackerbau- und Handelsschulen durch. Für die Realschulen (die damals noch den Ländern unterstanden) forderte er die Matura und acht Klassen wie an den Gymnasien. Das letztere wurde erst vor wenigen Jahrzehnten erreicht. Er forderte für die Bergakademie Leoben schon damals Lehr- und Lernfreiheit im Gegensatz zu TUNNER. Darauf wurde ihm 1869 die Leitung dieser heutigen Hochschule als Nachfolger Peter TUNNERS angetragen, die er aber ablehnte.

Für unsere Universität war es von Bedeutung, daß er 1869 gegen den Widerstand von Finanz- und Kriegsministerium die Verbauung des Platzes zwischen Parlament und der damaligen Alserstraße in der heutigen Form, also mit dem Platz für die neue Universität erreichte. Es war bezeichnend, daß das Finanzministerium diesen Platz für zu kostbar für die Wissenschaft bezeichnete. 1876 wurde über seinen Antrag die erste nichtdeutsche Mittelschule, eine Ober-Realschule in Prossnitz, vom Staate übernommen. Der Kampf SUESS um die Durchführung des 1868 beschlossenen Reichsvolksschulgesetzes, heute ein Stolz der österreichischen Gesetzgebung, war schwer genug. Nicht nur in den Ländern, auch im Reichsrat wurden Versuche gemacht, es zu verschlechtern. SUESS war stets Generalredner gegen solche Anträge. Dabei erhielt er 1881 den einzigen Ordnungsruf seines Lebens, als er ausrief, „daß das Vorgehen, wie es die Majorität des Ausschusses bezweckt, eine Schmach, ja mehr, daß es ein Verbrechen sei.“

Erst 1889, nachdem SUESS für den Fall einer Verschlechterung des Schulgesetzes seine Demission als Rektor angekündigt hatte und neuerlich als Generalredner im Parlament fungierte, war der Schulstreit positiv erledigt. Vorher in der feierlichen Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 29. Mai 1889 hatte der Kurator, Erzherzog RAINER, gesagt: „Leider muß es gesagt werden, daß ein Kampf gegen Aufklärung und Fortschritt eröffnet wurde, was gerade wir doppelt beklagen, weil wir den Wert des Wissens und der Bildung erkennen.“ Das zeigt, wie wichtig diese Frage in den Augen aller war und das bedeutende Verdienst des unbeugsamen

men Mannes. Der große Raum, den SUESS in den Erinnerungen seiner politischen Tätigkeit einräumte, zeigt, wie wichtig diese ihm selbst erschien.

Erst im Reichsrat brachte SUESS auch seine in Gedanken bei dem Hochwasser von 1862 begonnene Donauregulierung 1876 zu Ende. Seither hat keine Überflutung Wien mehr heimgesucht. Man kennt dieses Unglück und die stets darauffolgenden Krankheiten nicht mehr. Feste Brücken, die es früher nicht gab, wurden möglich, ein neuer Stadtteil entstand, dem SUESS noch den Namen Donaustadt gab, ein Name, der lange vergessen war, aber eben jetzt wieder auflebt.

Von Finanzminister DE PRETIS wurde SUESS im Gefolge des Börsensturzes von 1873 auch in wirtschaftlichen Fragen in Anspruch genommen. Er trat im Parlament mit Erfolg für die staatliche Übernahme eines Kohlenbergbaues bei Brück ein, die dem Staat hohen Gewinn und der Bevölkerung billige Kohle brachte. DE PRETIS stellte auch auf seinen Rat die Silberprägung ein, aber SUESS fragte sich selbst, ob das nicht ein vorübergehender Erfolg war und ob nicht in langer Zeit, er rechnete mit Jahrhunderten, auch die Goldbasis unhaltbar werden könnte. Aus diesen Überlegungen gingen die beiden Bücher über die Zukunft des Goldes 1877 und die Zukunft des Silbers hervor.

Nach dieser Übersicht über die praktisch-geologischen und politischen Leistungen von Eduard SUESS wollen wir noch zu seinen wissenschaftlichen zurückkehren. Da müssen wir feststellen, daß die moderne Geologie noch viel weitgehender als die Paläontologie auf den Ergebnissen von SUESS beruht.

Den Übergang von der Paläontologie zur Geologie bildet die Stratigraphie. SUESS hat zunächst die detaillierte Gliederung des Tertiärs im Wiener Becken, ausgehend von der 1. und 2. Mediterranstufe, nur in Vorlesungen gebracht. Von seinen Schülern wurde sie weiter verwendet, bis sie allgemein üblich war. Die Senkung des Wiener Beckens verlegte er bereits an die Wende der beiden Mediterranstufen, wie es auch unserer heutigen Auffassung entspricht. 1866 schuf er den Begriff der Sarmatischen Stufe aus der Vereinigung der gleich alten Cerithienschichten mit dem Hernalser Tegel. Ein Erdbeben 1873, das er miterlebte, war der Ausgangspunkt für die Erkenntnis von tektonischen Beben, von Bruchlinien mit Vulkanismus und Thermen.

Bei allen seinen tektonischen Gedanken war, wie in seinen paläontologischen, ein Hauptfaktor die Zeit. Er dachte in langen Zeiträumen, sowohl bei biologischen, wie bei tektonischen Vorgängen, die er sich oft bis in die Gegenwart fortwirkend vorstellte.

Über seine beiden Hauptwerke wüßte ich nicht Besseres zu sagen, als (auszugsweise) mein verehrter ehemaliger Lehrer Karl DIENER (Mitt. geol. Ges. Wien, 7, 1914, S. 13–20).

„1875 hat er in seinem Buche „Die Entstehung der Alpen“ ein völlig neues Gebäude unseres Wissens von dem Bau der Kettengebirge aufgeführt und damit die Führung der österreichischen Geologen auf diesem Gebiete übernommen. Die Geologen der damaligen Zeit standen diesen Problemen verhältnismäßig teilnahmslos gegenüber. In den „Principles of Geology“ Sir Charles LYELLS, dem geologischen standard work der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, würde man vergebens nach einem Hinweis auf dieselben suchen. Herrschend waren trotz des Widerspruches einzelner Forscher die Lehrmeinungen L. v. BUCHS und Elie de

BEAUMONTS. L. v. BUCH glaubte, daß die Gebirge durch eine Hebung von unten entstehen, daß eine unbekannte Kraft sie aus der Tiefe emporhebe oder daß ein von einer vulkanischen Achse aus wirkender Druck die Erde in Falten lege. So bilde in den Alpen eine zentrale Zone ältester Gesteine die gehobene oder hebende Achse und zu beiden Seiten seien jüngere Gesteine symmetrisch angeordnet. E. de BEAUMONT hingegen versuchte die Streichungsrichtung der Gebirge auf geometrische Gesetze zurückzuführen. Er meinte, daß ihre Anordnung den Kanten eines über das Erdsphäroid gelegten Pentagonododekaeders entspreche, und hielt eine bestimmte Streichrichtung für das Anzeichen eines bestimmten geologischen Alters.

SUESS versuchte zu zeigen, daß die symmetrische Anlage der Alpen nur eine scheinbare sei, daß die Alpen weder entstanden seien durch eine Hebung von unten noch durch einen von einer vulkanischen Achse wirkenden Druck, sondern durch einen tangentialen Schub von Süden her. Daß die Eruptivgesteine in ihnen wie überhaupt bei der Gebirgsbildung nur eine passive, sekundäre Rolle gespielt haben, daß der leitende Faden für das Verständnis ihres Baues nicht in einem Netz geometrischer Linien liege, sondern in eigentümlichen Beziehungen der Streichrichtung der Falten zu dem Vorlande, daß diese Falten an entgegenstehende starrere Teile der Erdrinde angepreßt worden seien, die sich nicht mitgefaltet hätten und daß der auffallende Gegensatz in der Struktur der jungen Ostalpen und der alten, gegenüberstehenden Böhmisches Masse schon in der ganz verschiedenen geologischen Geschichte dieser beiden tektonischen Einheiten sich ausprägen.

Das Buch „Die Entstehung der Alpen“ bezeichnete einen außerordentlichen Fortschritt, gewissermaßen den Beginn einer neuen Epoche im Studium tektonischer Probleme. Niemand hatte bis dahin die Frage nach dem Bau der Gebirge in so präziser Weise gestellt, niemand ihre Tragweite so voll erfaßt. Das Buch selbst fand auf der einen Seite enthusiastische Aufnahme, auf der anderen ebenso entschiedenen Widerspruch. Die geistreiche Erklärung der Faltengebirge durch einen einseitigen Horizontalschub wurde indessen von der Mehrzahl der Forscher allmählich angenommen.

Die vergleichende Methode, die SUESS in seiner „Entstehung der Alpen“ in die geologisch-tektonische Forschung eingeführt hatte, wurde von ihm in den folgenden Jahren allmählich auf die ganze Erde angewendet. So entstand das in seiner Veröffentlichung sich über fast 30 Jahre erstreckende „Antlitz der Erde“, eines der imposantesten wissenschaftlichen Denkmale, das ein einzelner der Nachwelt hinterlassen hat. Die eigenartige Natur dieses dreibändigen Riesenwerkes, dessen erste Abteilung im Jahre 1881 erschien, während der letzte Band erst 1909 seinen Abschluß fand, erschwerte es, einen Überblick über das darin Gebotene zu gewinnen. Jeder Teil desselben hat gewissermaßen seine Eigenberechtigung und erfordert gesonderte Berücksichtigung. Es faßt unser ganzes gegenwärtiges Wissen vom Bau der Erde in klarster Weise von großen Gesichtspunkten aus zusammen. Sein Verfasser hat sich über die kaum übersehbare Fülle der Einzelercheinungen genügend hoch erhoben, um inmitten des Chaos der Details die Leitlinien dieses Baues sich herausheben zu sehen, und hat doch andererseits auf dem verführerischen Wege kühner Verallgemeinerungen sich nur äußerst selten in das Gebiet der reinen Spekulation verlocken lassen. Die Lehre vom Bau der Lithosphäre hat nunmehr ein

festes wissenschaftliches Gepräge erhalten. Niemals zuvor ist ein Forscher zu einer derartigen Behandlung der Geologie der ganzen Erde vorgedrungen. Niemand hat, wie SUESS, die Geschichte unseres Planeten aus dessen Zügen zu lesen verstanden. Man erfreute sich dankbar des gewaltigen Stoffes, den er unserer Kenntnis vermittelt, der bewundernswerten Form, in die er das spröde Material gegossen hat.

In den Dislokationen der festen Erdrinde erkennt SUESS zwei große Gruppen von Bewegungen, radiale, d. h. senkende, und tangential, d. h. faltende und überschiebende. Die ersteren sind die häufigeren. Sie führen zu Absenkungen, zur Entstehung von Einbrüchen, wie die Tiefen der Ozeane. An sie knüpfen sich die meisten vulkanischen Eruptionen; Die tangential Bewegung erzeugt Faltengebirge; ihre Anordnung zeigt Besonderheiten, die häufig auf Stauungen an älteren, entgegenstehenden Massen von größerer Starrheit hinweisen, die dann nicht an der Faltung teilgenommen haben. Die Leitlinien der Faltengebirge, d. h. die Linien ihres Hauptstreichens, stellen ein System von Kurven dar, an denen in vielen Fällen ein Unterschied im Bau der konvexen und konkaven Seite ermittelt werden kann. An der ersteren liegen die großen Überschiebungen älterer Schichten über die jüngeren, an den letzteren kesselförmige Senkungsfelder, begleitet von jungen Eruptivgesteinen.

Die Ermittlung der Leitlinien aller Gebirge der Erde, von zwei Gesichtspunkten aus betrachtet, dem ihres geologischen Alters und dem ihres gegenseitigen Verhältnisses, galt SUESS als eine seiner Hauptaufgaben, diese Aufgabe hat er in glücklichster Weise gelöst.

Die auffallende Zone junger Faltengebirge an der Grenze von Eurasien und Indoafrica, der tiefgreifende Unterschied in der Umrandung und dem Alter der drei großen Weltmeere, die Verteilung der fünf alten Landmassen: Laurentia, Fennoscandia, Angaraland, Gondwanaland und Antarktis, die ostafrikanischen Gräben vom Nyassasee bis zur Jordanspalte, das alles sind Züge im Antlitz unseres Planeten, die uns heute so vertraut und geläufig erscheinen, als ob wir sie seit jeher gekannt hätten. Und doch hat erst SUESS sie uns sehen gelehrt. Ähnlich steht es mit den zahlreichen der alten deutschen Bergmannssprache entlehnten Ausdrücken, die er in die wissenschaftliche Terminologie eingeführt hat.

Er hat uns noch für so manche andere Erscheinungen, die heute Gemeingut der tektonischen Geologie geworden sind, die Augen geöffnet. Er hat uns z. B. gezeigt, wie seit der kambrischen Zeit Europa dreimal durch Faltung aufgebaut und ebenso oft wieder durch Einbrüche zerstückelt worden ist.

Einen der erheblichsten Fortschritte in der allgemeinen Geologie bezeichnet die Erkenntnis der Bedeutung der Transgressionen und Regressionen der Meere in der Geschichte der Erde. Was wir über die Allgemeinheit und die Periodizität der Bewegungen der flüssigen Hülle des Erdkörpers wissen, die im Verlaufe der geologischen Epochen bald zu Überflutungen der Festlandssockel über weite Flächen, bald zur Trockenlegung ausgedehnter Räume führten, verdanken wir zum größten Teil den Untersuchungen von SUESS. Am eingehendsten hat er die Geschichte jenes heute fast erloschenen Meeres verfolgt, das wir nach seinem Vorschlage mit dem Namen Tethys belegen, das während des Mesozoikums und noch in der

ersten Hälfte der känozoischen Ära von der Straße von Gibraltar weit über Europa und quer durch Asien bis zu den Sundainseln reichte.

Dies sind die allgemeinen Umrisse einiger Tatsachen, die zuerst von SUESS entweder überhaupt festgestellt, oder doch in ihrer vollen Bedeutung erkannt und gewürdigt worden sind. Ihre Feststellung ist unabhängig von den Theorien, die er zu ihrer Erklärung eronnen hat.

Das, was man gemeiniglich als die SUESSsche Theorie der Gebirgsbildung zu bezeichnen pflegt, läßt sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen: Es gibt keinerlei vertikale Bewegungen des Festen nach aufwärts, mit Ausnahme jener, welche mittelbar aus Faltung hervorgeht. Die Verschiebungen der Grenze zwischen Festland und Meer werden nicht durch Schaukelbewegungen der Kontinente im Sinne LYELLS, sondern durch Schwankungen der flüssigen Hülle des Planeten veranlaßt. Die Faltengebirge sind entstanden durch einen einseitigen Tangentialschub an jenen Stellen, wo durch die Schrumpfung des Erdkerns Teile der Rinde zu groß geworden sind.

Der Siegeslauf dieser Lehre ist bekannt. Was an zusammenfassenden Darstellungen des Gebirgsbaues größerer Erdräume gegenwärtig erscheint, steht fast durchaus unter ihrer Herrschaft, obwohl keiner ihrer Hauptpunkte unbestritten geblieben ist. Es muß aber nachdrücklich hervorgehoben werden, daß der eigentliche Wert des Monumentalwerkes von SUESS nicht darin liegt, ob die darin vertretenen Lehrmeinungen in größerem oder geringerem Umfang Geltung besitzen. Da ist es nun für SUESS in hohem Maße charakteristisch, daß er in Österreich der erste war, der im Gegensatz zu allen unseren Alpengeologen rückhaltslos der an der Wende des Jahrhunderts von der französisch-schweizerischen Schule ausgehenden Deckenlehre beitrug, die alle unsere Vorstellungen über die Struktur der Alpen revolutionierte.

SUESS ist nie der Gefangene einer starren Theorie gewesen. Er war stets bereit, neue Entdeckungen und Argumente zu würdigen, auch wenn sie mit seinen eigenen 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 hat uns das großzügige Bild von dem Bau unseres Planeten nicht in der Form eines starren Systems gegeben, 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.“

Wenn wir zum Schlusse noch ein Bild seines persönlichen Wesens erhalten wollen, folge ich wieder den Worten meines ehemaligen Lehrers Prof. Richard v. WETTSTEIN.

„Es wird heute Gelegenheit sein, auf die Vielseitigkeit der Begabung und der

Wirksamkeit Eduard SUESS' hinzuweisen; zu zeigen, daß er nicht nur als Gelehrter Großes und Unvergängliches schuf, daß er nicht nur als Organisator der wissenschaftlichen Arbeit sich unschätzbare Verdienste erwarb, sondern daß er auch die Früchte seiner wissenschaftlichen Arbeit den weitesten Kreisen seiner Mitbürger nutzbar zu machen verstand und in einer Blütezeit des österreichischen Parlamentarismus, in einer Zeit, in der im öffentlichen Leben nicht so sehr die Masse, als vielmehr die Bedeutung des einzelnen galt, unter unseren Volksvertretern hervorragte.

Und doch war SUESS zu allen Zeiten in erster Linie Professor, als der er sich auch mit Vorliebe selbst bezeichnete. In der Blüte seiner Jahre hat er als Professor unserer Universität das wissenschaftliche Material gewonnen und bearbeitet, das er später zum Aufbau kühner und weittragender Theorien verwendete; im Hörsaal und draußen in der herrlichen Natur unseres Vaterlandes hat er zahllose Schüler nicht nur durch sein Wort momentan begeistert, sondern auch dauernd für die Wissenschaft gewonnen, dieselben Schüler, denen er durch seine ganze Lebensführung in jeder Hinsicht ein ideales Vorbild war; hier in unserer Universität war er der Führer und Berater seiner Kollegen, denen er stets in strengster Auffassung seiner Pflicht, in dem Eintreten für den geistigen und sittlichen Fortschritt der Menschheit voranging.

Ich betrachte es als bezeichnend für die ganz überragende Bedeutung Eduard SUESS', daß weder Freund noch Feind sich der Kraft seiner Persönlichkeit zu entziehen und ihr zu widerstreben vermochte. Wir waren ein großer Kreis von begeisterten Freunden, die freiwillig ihm Gefolgschaft leisteten, ihm, den wir als einen der besten und bedeutendsten Männer erkannt hatten; ich kenne so manchen, der mit innerem Widerstreben SUESS gegenüberstand und der trotzdem ihm nicht entgegenzutreten wagte und seine Führerrolle anerkannte.

Zu so manchen ernsten Betrachtungen könnte für einen akademischen Lehrer und insbesondere für unseren akademischen Nachwuchs das Leben und Wirken Eduard SUESS' Anlaß geben. Er war nie Privatdozent, er war aus keinem Universitätsstudium hervorgegangen. Er gehörte zu jenen hervorragenden Individualitäten, die nicht auf gebahntem Wege, sondern durch eigene Kraft den Zutritt zum akademischen Lehramte fanden; legt uns sein Werdegang wie der mancher seiner Zeitgenossen nicht den Gedanken nahe, daß vielleicht heute zu stark der Weg zum akademischen Lehramte schablonenhaft ausgestaltet ist und zu wenig auf Entwicklungsfähigkeit kraftvoller Individualitäten geachtet wird? SUESS hat niemals das angestrebt, was wir die Begründung einer Schule nennen, und doch haben sich Forscher der ganzen Erde darum beworben, seine Schüler genannt zu werden. SUESS hat niemals Ehrungen gesucht und sie wurden ihm zuteil wie wenigen anderen.

Wer den Wert der Persönlichkeit überhaupt und insbesondere im akademischen Lehramte so ganz beurteilen will, dem sei Eduard SUESS' Leben und Wirken zum Studium empfohlen.

Eduard SUESS hat den Aufschwung der Naturwissenschaften an unserer Universität im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts mitvorbereitet und herbeigeführt; es war ihm das Glück beschieden, als Lehrer sein Werk zu Ende zu führen; er hat auf Generationen von Schülern und Kollegen bestimmenden Einfluß im besten

Sinne des Wortes genommen; uns, seinen Nachfolgern und Kollegen, fällt die Aufgabe zu, an den von ihm vertretenen Prinzipien festzuhalten und dadurch am besten das Andenken an seine Größe zu ehren.“

Zum Schlusse wollen wir aber SUESS selbst hören, was er am Ende seiner 88semestrigen Lehrtätigkeit sprach (Abschiedsvorlesung, Beitr. Paläont. Österr.-Ungarn, 14, 1902, S. 8):

„In Laufe dieser 44 Jahre hat sich Vieles auf der Erde zugetragen, aber nichts ist so durchgreifend, nichts für die gesammte Cultur 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 wirthschaftliche 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 sociale Bedeutung anerkannt wird und der Werth 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 Maaßstab 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, theilzunehmen an der Führung der geistigen Menschheit.“

Eduard SUESS als Paläontologe

Von Helmuth ZAPFE*

Mit 2 Abbildungen

Eduard SUESS mit seinen „Erinnerungen“ und die ausführlichen Würdigungen seiner Forscherpersönlichkeit anlässlich seines Todes haben allen späteren biographischen Bearbeitern viel vorweggenommen. Immerhin kann der 150. Geburtstag des berühmten Gelehrten Anlaß sein, dessen Werk und Bedeutung für die Erdwissenschaften aus der Sicht der letzten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts wieder zu betrachten.

Es ist das Schicksal aller wissenschaftlichen Arbeit, daß der Fortschritt der Wissenschaft im Laufe eines Jahrhunderts auch über große Leistungen hinwegschreitet. Aber es ist der Vorzug wirklich bedeutender Gelehrter, daß sie mit ihrer Arbeit trotzdem in spätere Jahrzehnte weiterwirken, die Entwicklung ihrer Wissenschaft beeinflussen und für den Fortschritt die Weichen gestellt haben.

Eduard SUESS hat vor allem als Geologe Weltbedeutung erlangt. In seiner Entwicklung als Wissenschaftler hat er aber einen Weg eingeschlagen, der für viele der alten Geologen kennzeichnend war. Er hat sich eine lange Reihe von Jahren seiner Laufbahn überwiegend der Paläontologie gewidmet. Betrachtet man das Lebenswerk der alten und älteren Geologen, so ist fast keiner darunter, der nicht auch paläontologische Arbeiten geschrieben hätte. Aber auch in der Geologengeneration unserer Tage kann man gerade bei ausgezeichneten Vertretern des Faches immer wieder erkennen, daß sie auf dem Umweg über die Stratigraphie zu der Paläontologie in verschiedenem Ausmaß in Beziehung stehen. Die Stratigraphie, in den Sedimentgesteinen die auf Fossilien beruhende Biostratigraphie, bildet das historische Grundgerüst der Geologie. So ist der Entwicklungsgang Eduard SUESS' – sicherlich auch mitbedingt durch günstige äußere Umstände – ein durchaus folgerichtiger gewesen.

Sein persönliches Schicksal ist aus vielen biographischen Darstellungen bekannt. Nach Abbruch des Studiums am Polytechnikum in Wien im Zusammenhang mit den Ereignissen des Jahres 1848 war SUESS 1849 bei seinen Verwandten in Prag, um an der Prager Technik seine Studien fortzusetzen. Dieser Aufenthalt mit Besuchen im Prager Nationalmuseum, Anregungen durch den dortigen Kustos F. DORMITZER und Exkursionen im fossilreichen Paläozoikum in der Umgebung der Stadt, weckten seine paläontologischen Interessen. Nach Wien zurückgekehrt, ließen ihn seine paläontologischen Neigungen nicht mehr los. Er verfaßte eine Studie über die Graptolithen des böhmischen Silur und legte sie dem „Verein der Freunde der Naturwissenschaften“ in Wien zur Veröffentlichung vor (erschieden

* Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Helmuth ZAPFE, Institut für Paläontologie, Universität Wien, Universitätsstr. 7, A-1010 Wien

1851). Seine weiteren Studien am Polytechnikum wurden durch einen gesundheitlich bedingten Kuraufenthalt in Karlsbad unterbrochen und dann erfolgte 1850 – wegen liberaler Betätigung im Achtundvierziger-Jahr – seine Verhaftung, die zwar ohne Anklage im Jänner 1851 endete, aber das endgültige Ende seiner technischen Ausbildung bedeutete.

Neben Arbeiten im väterlichen Unternehmen folgen bereits paläontologische Studien in den Sammlungen der Geologischen Reichsanstalt und im Hofmuseum

Retiolites

1. *Retiolites Geinitzianus*, Hauss.

<i>Prionotus</i> Prionotus & <i>scalaris</i> , Fin. Leth.	Dies feigantförmige Körp. Art sind
Succ. Suppl. 113, taf. 74 f. 4	ähnlich, die ^{hier} konkrete Aufsichtsges
Als <i>Grapt. foliaceus</i> Hauss mit der richtig „polygona ähnlich “ haben ganz Ähn.	^{entworfener}
bei Geinitz, Leth. Tb. 1842, 699 f. 4.	sind, hervor ^{hervor} gehoben sind auf
<i>Tucoides dentatus</i> Bronng. Hist. veget. fesp. T. 970. Amarrites, Pl.	Muskelgaben der Freiburg des
VI, fig 9-12.	Natur. After sich in ähnlichen Ver-
<i>Grapt. Pristis</i> Geol. Survey, II, 404.	stellung mit der größt ⁱⁿ der
(non Hall)	verhältnissen. – Dies ähnlich findet
<i>Grapt. dentatus</i> Vanus. in Silliman	nichts natürlich , als zuerst auf der
Americ. Journal, vol. 47, Octob. 1844.	ersten mit allen aus polygona ähnlich
<i>Grapt. mucronatus</i> Richter in	nungen der Art , zusammen gehört
Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. III Bd.	zu Verbindungen zwischen einigen
2 Heft. 203. (non Hall)	von Gräften , die ähnlich finden sich
Vielleicht <i>Grapt. scalaris</i> Hall.	mit der Art in der aus polygona
Paleontology, of N. York, Vol 7, taf. 72.	Gräfte ähnlich , bezeichnet haben die
Gled. (Ret.) <i>Geinitzianus</i> Hauss.	Stelle, zu erklären sich auf der ersten
<i>Grapt. n. 69</i> Taf. IV, 16-33.	Benennung der ersten findet die
	ist unvergleichbar , obwohl Art an

Abb. 1: Eine Seite aus dem Manuskript der ersten (paläontologischen) Arbeit von E. SUESS, die über böhmische Graptolithen handelt und mit einigen Abänderungen in Haidingers naturwissenschaftlichen Abhandlungen, Bd. 4, im Jahre 1851 erschienen ist. Laufender Text (rechte Spalte) und Synonymieliste (linke Spalte) zu *Retiolites Geinitzianus*.

(damals „Hof-Naturalien-Cabinet“). 1852 wurde er am Museum angestellt, wurde 1857 unbesoldeter Extraordinarius für Paläontologie und trat 1862 als Extraordinarius für Geologie (seit 1867 Ordinarius) an die Universität über. Von der zehnjährigen, vorwiegend der Paläontologie gewidmeten Dienstzeit am Museum schreibt SUESS in den „Erinnerungen“ (S. 146), daß er sie „mit dem innigsten Danke als die Zeit meiner ersten wissenschaftlichen Schulung ansehe“. SUESS hat aber auch in seiner langen weiteren Laufbahn die Paläontologie nie ganz aus dem Auge gelassen (vgl. 1899 und 1909).

Über den Umfang seines Werkes als Paläontologe gibt das Verzeichnis seiner Publikationen Auskunft. Was auf den ersten Blick überrascht, ist die Weite seines paläontologischen Arbeitsgebietes. Während sich die meisten Geologen dieser Zeit nur mit der Paläontologie der Evertebraten als ihren hauptsächlichen Leitfossilien befaßten, hat SUESS auch schon früh die fossilen Säugetiere in seine Untersuchungen einbezogen. Es ist bemerkenswert, daß er zumindest auf dem Gebiet der Wirbeltier-Paläontologie durchaus ein Autodidakt gewesen sein muß. Es gab vor ihm niemand in Wien, der darüber in größerem Umfang gearbeitet hätte.

Der Eintritt in die Paläontologie mit der Arbeit über die böhmischen Graptolithen war – wie SUESS in seinen „Erinnerungen“ selbst berichtet – ein unfreundlicher. BARRANDE, damals schon mit der Bearbeitung der paläozoischen Faunen Böhmens beschäftigt, betrachtete die Arbeit des jungen Mannes als Eingriff in seine großangelegten Untersuchungen und kritisierte sie vernichtend (1852). SUESS hat sich durch diese damals wohl sehr schwerwiegende Kritik nicht entmutigen lassen. Seine im gleichen Jahr erfolgte Anstellung am Museum gab ihm nun ausgezeichnete Arbeitsmöglichkeiten. Sammlung und Bibliothek gehörten zu den bedeutendsten in Europa. Der im Vergleich zur Gegenwart damals noch geringe Umfang der Literatur ermöglichte es einem strebsamen jungen Wissenschaftler, sich in viel kürzerer Zeit als heute in ein paläozoologisches Teilgebiet einzuarbeiten und die Qualifikation eines Spezialisten zu erlangen. SUESS' ausgezeichnete Sprachkenntnisse, die auch von seinen Vorgesetzten geschätzt wurden, machten ihm die englische und französische Fachliteratur mit Leichtigkeit zugänglich.

So sehen wir SUESS schon in den ersten Jahren seiner Tätigkeit als Brachiopoden-Spezialisten hervortreten (vgl. Schriftenverzeichnis). Diese Gruppe fossiler Evertebraten war von den Wiener Geognosten noch weitgehend vernachlässigt und SUESS konnte sich durch erstmalige Bearbeitungen der Brachiopoden der Kösener Schichten, der Stramberger Schichten und der Gosau-Schichten bleibende Verdienste erwerben. Dazu kamen neben vielen kleineren Arbeiten die deutsche Bearbeitung von DAVIDSON „Klassifikation der Brachiopoden“ (1856) und die ökologische Arbeit „Über die Wohnsitze der Brachiopoden“ (1859). Neben diesem eindeutigen Schwerpunkt seiner paläontologischen Tätigkeit ist schon früh ein zweiter in der Beschreibung fossiler Säugetierfunde zu erkennen. Bisher waren Funde fossiler Säugetiere aus den hiesigen Sammlungen zumeist von Hermann von MEYER (1801–1869) in Frankfurt bestimmt worden. SUESS veröffentlichte eine Reihe von Funden aus dem Jungtertiär und Plistozän, aus der die Studie „Über die großen Raubthiere der österreichischen Tertiärablagerungen“ besonders hervorzuheben ist (1861). In der Arbeit über die tertiären Landfaunen in der Niede-

rung von Wien beweist er einen für diese Zeit erstmaligen Überblick über die jungtertiären und pliozänen Säugetier-Faunen des Wiener Beckens (1863).

Die Werke SUESS' haben in vielen Nekrologen eine oft ausführliche Würdigung gefunden. Am gründlichsten geschah das durch TIETZE (1917) in einer umfangreichen, kritischen, doch sehr objektiven und positiven Darstellung. Die Bedeutung seiner paläontologischen Arbeiten, deren Schwerpunkte oben angedeutet wurden, liegen in einer Reihe von Erstbeschreibungen, welche die Grundlage und den Auftakt der paläontologischen Forschung späterer Jahre in Österreich bildeten, zu einer Zeit, als er selbst sich mit seiner ganzen Arbeitskraft schon der Geologie zugewandt hatte.

Nicht von seiner Tätigkeit als Paläontologe können seine Verdienste um die Stratigraphie getrennt werden. Hier seien seine Arbeiten genannt über die Äquivalente des Rotliegenden in den Südalpen (1868), vor allem aber seine Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen (1867 und 1868). Von den Letztgenannten hat besonders die mit E. v. MOJSISOVICS veröffentlichte „Gebirgsgruppe des Osterhorns“ mit der minutiösen schichtweisen Beschreibung des Profils des Kendelbachgrabens auch heute noch immer Aktualität für die stratigraphischen Fragen des Rhät. Grundlegend war auch schon die mit A. OPPEL verfaßte Veröffentlichung „Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben“, die einen Markstein in der schwierigen Parallelisierung der germanischen und der alpinen Trias-Entwicklung setzte (1856). In den „Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen“ (1866) versuchte SUESS eine Gliederung des Miozäns um Eggenburg und der östlichen Molasse und schuf auch den Begriff der „Sarmatischen Stufe“ mit ihrer kennzeichnenden Fauna. Die Ausdrücke „I. und II. Mediterranstufe“ stammen hingegen – wie Zeitgenossen berichten – aus den Vorlesungen von E. SUESS und haben, von seinen Schülern angewandt, durch Jahrzehnte in der Literatur über das Wiener Jungtertiär eine Rolle gespielt (TIETZE, 1917, S. 375). SUESS hat sich damit den von ihm früher abgelehnten Gedanken F. ROLLE's angeschlossen.

Fast noch wichtiger als seine eigenen paläontologischen Arbeiten ist der Beitrag, den SUESS durch seine Schüler zur Paläontologie erbrachte. Hier können nur einige Beispiele angeführt werden. Die Zahl der paläontologischen Arbeiten, die aus der Schule von SUESS hervorgegangen sind, ist sehr groß. Alexander BITTNER hat die Brachiopoden-Studien SUESS' in einer großen Monographie über die Brachiopoden der alpinen Trias mächtig ausgebaut (1890). Aber auch sein wissenschaftlicher Antipode Edmund von MOJSISOVICS, der in großen Monographien den Grund zur Kenntnis der Trias-Cephalopoden legte, war ein Schüler von SUESS (MOJSISOVICS, 1873–1902). Carl DIENER hat diese Forschungsrichtung fortgesetzt. Einer seiner treuesten Schüler war Theodor FUCHS, der am Naturhistorischen Museum seine Tertiärstudien weiterführte. Auch Rudolf HÖRNES, der spätere Ordinarius an der Universität in Graz, u. a. bekannt durch seine großen Arbeiten über jungtertiäre Mollusken war sein Schüler. Der durch Jahrzehnte zu den führenden Wirbeltier-Paläontologen der Welt zählende Othenio ABEL, der Begründer der paläobiologischen Forschungsrichtung, war sein Schüler und Assistent. Wie aus den von EHRENBERG (1975, S. 46) veröffentlichten Aufzeichnungen ABEL's hervorgeht, wurde dieser von E. SUESS zu seiner ersten Arbeit über ein fossiles Säugetier ange-

regt. SUESS übergab ihm einen von KRAHULETZ gefundenen Walschädel aus dem Untermiozän von Eggenburg zur Bearbeitung (ABEL 1899). Es sind daraus die breitangelegten Studien ABEL's über fossile Wale hervorgegangen und SUESS hat damit zweifellos auch auf die weitere Entwicklung der Wirbeltier-Paläontologie in Wien einen fördernden Einfluß genommen.

Daneben hat er auch außerhalb seiner Akademischen Lehrtätigkeit Interesse für die Geologie und Paläontologie zu wecken und anzuregen gewußt. Zu erwähnen ist hier seine Rolle als Mitbegründer und erster Präsident des „Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse“ und seine Bemühungen um den naturwissenschaftlichen Unterricht an Mittelschulen als Politiker. Vor allem sind hier auch seine engen Beziehungen zu den Waldviertler Heimatforschern Candid Pontz Frh. v. ENGELSHOFEN in Stockern bei Horn und zu Johann KRAHULETZ in Eggenburg anzuführen. Den Erstgenannten, der nicht nur als Begründer der urgeschichtlichen Forschung im Waldviertel gilt, sondern auch ein eifriger paläontologischer Sammler war, hat SUESS in den „Erinnerungen“ (S. 137) mit sehr freundlichen Worten gewürdigt. Mit KRAHULETZ, dessen Bruder Anton KRAHULETZ bei SUESS im Institut als Diener angestellt war, bestand eine langjährige Verbindung und Korrespondenz. SUESS war die Autorität, an welche sich KRAHULETZ mit seinen zahllosen paläontologischen Funden wandte.

Im Zusammenhang mit SUESS' Wirken auf dem Gebiet der Paläontologie ist es naheliegend, auch nach seiner Einstellung zur Deszendenztheorie DARWIN's, die damals alle Gemüter bewegte, zu fragen. SUESS hat sich mit DARWIN's Gedanken in seinen Werken nie eingehend beschäftigt. Hingegen hat einer seiner vertrautesten Schüler, Theodor FUCHS, seinen Lehrer mehrmals als Gegner des Darwinismus dargestellt (u. a. 1909). FUCHS selbst war als Forscher durchaus dem Material und der unmittelbaren Beobachtung verhaftet und allen weitausgreifenden Theorien abhold. Ganz besonders lehnte er die Ideen Ernst HAECKEL's ab, der als kompromißloser Vorkämpfer der Evolution in weltanschaulichen Auseinandersetzungen viel in Erscheinung trat. Nun wäre es doch befremdlich gewesen, wenn der so fortschrittliche Gelehrte SUESS gerade die epochalen Gedanken DARWIN's abgelehnt hätte. TIETZE hat dieser Frage eine eingehende Darstellung gewidmet (1917, S. 349ff.). Er kommt zu dem Schluß, daß von einer Gegnerschaft zur Deszendenztheorie nicht gesprochen werden kann. Tatsache ist, daß SUESS den neuen Gedanken nicht kritiklos gegenübergestanden ist. SUESS war – wie DIENER (1914, S. 3) ausführte – „niemandes Schüler gewesen, weder in der Paläontologie, noch später in der Geologie. Er hat seine Schule gegründet, ohne aus einer solchen hervorgegangen zu sein“. Daraus allein würde sich eine gewisse Reserve gegen fremde, neue Ideen hinreichend erklären. In seiner Abschiedsvorlesung aber heißt es: „Nachdem DARWIN's Buch erschienen war, erfolgte ein großer und allgemeiner Umschwung auf dem ganzen Gebiete der Biologie. In der Tat läßt sich außer den großen Entdeckungen von KOPERNIKUS und GALILEI kein zweites Beispiel eines so tiefen Einflusses auf die allgemeinen Anschauungen des Naturforschers anführen“ (SUESS, 1901). Nicht zuletzt bestand aber auch eine freundliche Verbindung zu Ernst HAECKEL, und dieser sehr streitbare Verfechter des Evolutionsgedankens hätte keine freundlichen Widmungen auf Separaten und keine Geburtstagswünsche an SUESS gesandt, wenn dieser ein Gegner der Deszendenzlehre gewesen wäre.

Wenn man rückblickend die Bedeutung von Eduard SUESS für die Paläontologie würdigt, so besteht diese einerseits in einer Reihe erstmaliger Bearbeitungen und Neubeschreibungen, die groß ist, gemessen an der kurzen Zeit, in der in seinem Forscherleben die Paläontologie im Vordergrund stand. Sie besteht aber in noch viel größerem Maß in dem mächtigen Einfluß, den er auf die Entwicklung dieser Wissenschaft durch die Arbeiten ganzer Generationen von Schülern ausgeübt hat und der noch in unsere Tage fortwirkt. Die sehr frühe Entwicklung der Paläontologie als selbständige Wissenschaft an der Wiener Universität gehört zweifellos auch zu seinen Verdiensten; war er doch von 1857 bis 1862 der erste Professor dieses Faches.

Paläontologische Publikationen (einschließlich der Stratigraphie) von Eduard SUESS

- 1851: Über böhmische Graptolithen. – Naturwiss. Abhandlungen, herausgeg. von W. HAIDINGER, 4, IV. Abt., S. 87–134, Taf. 7–9, Wien.
- 1851: Über ein neues Brachiopodengeschlecht *Merista*. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 150.
- 1852: Brachiopoden von Pitulat im Banat und *Belemnitella mucronata* bei Nikolsburg. Jahrb. Geol. Reichsanst. v. 3, Wien, S. 129.
- 1852: Brachiopoden der Hierlatz-Schichten. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 3, Wien S. 171.
- 1852: Brachiopoden der Kössener Schichten. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 3, Wien S. 180–181.
- 1852: Über *Terebratula diphya*. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 8. Wien. S. 553–567.
- 1853: Zur Kenntnis des *Stringocephalus Burtini* DEFR. Verh. Zool.-Botan. Ver., v. 3, Wien. S. 155–164.
- 1853: Über die Brachiopoden der Kössener Schichten. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 10, Wien. S. 283–287.
- 1854: Über die Brachialvorrichtung bei den Thecideen. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 11, Wien. S. 991–1006, 3 Taf.
- 1854: Über die Brachiopoden der Kössener Schichten. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 7, Wien. S. 29–65, 4 Taf.
- 1855: Über *Meganteris*, eine neue Gattung von Terebratuliden. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 18, Wien. S. 51–64, 3 Taf.
- 1855: Über die Brachiopoden der Hallstätter Schichten. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 9, Wien. S. 32–38, 2 Taf.
- 1856: Einleitung und Zusätze zu der deutschen Bearbeitung von Th. DAVIDSON's „Klassifikation der Brachiopoden“. Wien (Verl. Gerold).
- 1856: Bemerkungen über *Catantostoma clatratum* SANDB. Z. Deutsch. Geol. Ges., v. 8, Berlin. S. 127–131.
- 1856: Versteinerungen aus den Bayerischen Alpen. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 7. Wien. S. 378–380.

- 1856: (gem. mit A. OPPEL) Über die mutmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 21, Wien. S. 535–549, 2 Taf.
- 1858: Säugetierreste der Wiener Tertiärbildungen. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 87.
- 1858: Das Alter der Stramberger Schichten. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 57–59.
- 1858: Säugetierreste von Zovencedo bei Grancona. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 121.
- 1858: Fossile Knochen von Theißholz. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 147.
- 1858: Fossile Säugetierzähne aus Krain. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 158.
- 1858: Die Brachiopoden der Stramberger Schichten. HAUER's „Beiträge zur Paläontographie von Österreich“, v. 1, Wien. S. 15–58, 6 Taf.
- 1859: Schreiben an W. HAIDINGER über Colonien im böhmischen Silur. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 10, Wien. S. 481.
- 1859: Vorlage mehrerer in der neuesten Zeit in Österreich zu Tage gekommener Wirbelthier-Reste (Salamandrine aus dem Basalt-Tuff von Alt-Warnsdorf. Diluviale Säugethier-Reste aus Galizien etc.). Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 51–53.
- 1859: Note sur la *Waldheimia Stoppanii* des pétrifications d'Esino. Note adressée à l'Abbé Stoppani. Paléontologie Lombarde, Milan.
- 1859/60: Über die Wohnsitze der Brachiopoden. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 37, S. 185–248 und v. 39, S. 181–206, Wien.
- 1860: Erhaltung von Fossilresten im Leithakalk. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 9.
- 1860: Rhinoceros im Löß von Wien. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 18.
- 1860: Remarks on the distribution of the Brachiopoda. Geologist, London. S. 285–293.
- 1860: Einige Bemerkungen über die sekundären Brachiopoden Portugals. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 42, Wien. S. 589–594, 1 Taf.
- 1861: Hofrat BRONN's Ansichten von der Entwicklung des Tierreiches. Schr. d. Ver. Verbr. naturw. Kenntnisse, v. 1, Wien. S. 113–148.
- 1861: Numerische Übersicht der Klasse der Brachiopoden. Neues Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart. S. 154–159.
- 1861: On the recent Terebratulæ. Ann. Mag. Nat. Hist., v. 7, London. S. 382–386.
- 1860/61: Faune du bassin néo-tertiaire de Vienne. Bull. Soc. géol. de France, v. 18, Paris. S. 168–175.
- 1861: Über die großen Raubtiere der österreichischen Tertiärablagerungen. Sbr. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-nat. Kl., v. 43, Wien. S. 217–232, 2 Taf.
- 1861/62: Bericht über den Stand der Tätigkeit auf dem Gebiete der Paläontologie in Österreich. Schr. Ver. Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien. S. XXXIII–LIII.
- 1861/62: Über die frühesten Spuren organischen Lebens. Schr. Ver. Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien. S. 521–548.

- 1861/62: Schreiben an W. Haidinger über Barrandes Colonien. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 153.
- 1861/62: Triasfossilien aus dem Himalaya. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 258.
- 1861/62: Tertiäre Säugetierreste von Pikermi. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 286.
- 1863: Über die Verschiedenheit und die Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen in der Niederung von Wien. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 47, S. 306–331.
- 1863: Säugetierreste aus der Braunkohle von Hart bei Gloggnitz und von Lukawitz in Böhmen. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 13.
- 1864: Bericht über Mastodon-Reste von Franzensbad. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 237–239.
- 1865: Über die Cephalopodensippe *Acanthoteuthis*. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 51, S. 225–244, 4 Taf.
- 1865: Über neue Mastodontenreste aus dem nördlichen Böhmen. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 51.
- 1866: Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. I. Abt. Über die Gliederung der tertiären Bildungen zwischen dem Manhart, der Donau und dem äußeren Saume des Hochgebirges. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 54, S. 87–152, 2 Taf. – II. Abt. Über die Bedeutung der sogenannten brackischen Stufe oder der Cerithienschichten. Ibidem. v. 54, S. 218–259.
- 1866: Die Brachiopoden der Gosaubildungen. (Anhang zu Zittel 'Die Bivalven der Gosaugebilde'). Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 25, S. 156–159.
- 1866: On the existence of *Hyalonema* in a fossil state. Ann. Mag. Nat. Hist., London, v. 18, p. 404.
- 1867: Note sur le gisement des Terebratules du groupe de la *Diphya* dans l'Empire d'Autriche. In Pictet 'Mélanges paléontologiques', Genève, p. 185–201, 1pl.
- 1867: Über die von Herrn F. Melling in Eibiswald der k. k. Geol. Reichsanstalt als Geschenk übergebene Sammlung fossiler Wirbeltierreste. Verh. Geol. Reichsanst. Wien, S. 6–10.
- 1867: Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. I. Raibl. Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, v. 17, S. 553–582.
- 1868: Über Äquivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Sber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 58, S. 230–270, S. 763–807.
- 1868: Über die Gliederung des Vicentinischen Tertiärgebirges. Sbr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 58, S. 265–279.
- 1868: Neue Reste von *Squalodon* aus Linz. Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, v. 18, S. 287–290.
- 1868: (gem. mit E. v. Mojsisovics) Studien über Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. II. Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, v. 18, S. 167–200.
- 1865, 1870: Über Ammoniten. Sber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 52, S. 71–89, v. 59, S. 305–322.

- 1874: Über das Vorkommen von Fusulinen in den Alpen. Verh. Geol. Reichsanst. Wien, S. 4.
- 1870: Neue Säugetierreste aus Österreich. Verh. Geol. Reichsanst. Wien, S. 28–30.
- 1871: Über die tertiären Landfaunen Mittelitaliens. Verh. Geol. Reichsanst. Wien. S. 133–135.
- 1899: Überreste von *Rhinoceros* sp. aus der östlichen Mongolei. Verh. Kais. Russ. Mineralog. Ges., St. Petersburg, (2. Ser.) v. 36, S. 171–180.
- 1909: Das Leben. Mitt. Geolog. Ges. Wien, v. 2, S. 148–161.

Sonstige hier zitierte und herangezogene Literatur

- ABEL, O. (1899): Untersuchungen über die fossilen Platanistiden des Wiener Beckens. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-nat. Kl., v. 68, S. 1–36, 1 Abb., 4 Taf., Wien.
- BARRANDE, J. (1852): Bemerkungen über die Abhandlung des Hrn. Ed. Suess: „Über böhmische Graptolithen“. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 3, II. Vierteljahr, S. 1–16, 3 Abb., Wien. (gleichlautend abgedruckt im Neuen Jahrb. f. Min. etc., Jg. 1852, S. 399–419, Stuttgart).
- BITTNER, A. (1890): Brachiopoden der alpinen Trias. Abh. Geol. Reichsanst., v. 14, S. 1–325, 41 Taf., Wien.
- DIENER, C. (1914): EDUARD SUESS. Ein Bild seiner Tätigkeit als Naturforscher. Mitt. Geol. Ges. Wien, v. 7, S. 1–23, 1 Portr., Wien.
- EHRENBERG, K. (1975): OTHENIO ABELS Lebensweg. S. 1–162, 4 Abb., Wien.
- FUCHS, Th. (1909): Das Antlitz der Erde. Von EDUARD SUESS. „Neue Freie Presse“ vom 4. und 11. Nov. 1909. Sonderabdruck S. 1–30, Wien.
- MOJSISOVICS, E. v. (1873–1902): Das Gebirge um Hallstatt. I. Teil. Die Mollusken-Fauna der Zlam-bach- und Hallstätter-Schichten. Abh. Geol. Reichsanst., v. 6, (1873), S. 1–184, 70 Taf.; Die Cephalopoden der Hallstätterkalke. I. Bd. Ibidem (1902), S. 171–356, 23 Taf.; Die Cephalopoden der Hallstätterkalke. II. Bd. Ibidem (1893), S. 1–835, 130 Taf., Wien.
- STEININGER, F. & E. THENIUS (1973): 100 Jahre Paläontologisches Institut der Universität Wien. 1873–1973, S. 1–67, 12 Taf., Wien.
- SUESS, E. (1916): Erinnerungen. S. 1–451, 2 Portr., 4 Abb., Leipzig.
- SUESS, E. (1901): Abschiedsvorlesung, gehalten bei seinem Rücktritt vom Lehramte am 13. Juli 1901. Beitr. z. Geol. u. Paläont. Österreich-Ungarns u. d. Orients, v. 16, S. 1–8, Wien.
- TIETZE, E. (1917): Einige Seiten über Eduard SUESS. Jahrb. Geol. Reichsanst., v. 66, S. 333–556, Wien.
- TOLLMANN, A. (1963): Hundert Jahre Geologisches Institut der Universität Wien (1862–1962). Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., v. 13, S. 1–40, 2 Taf., Wien.
- ZAPFE, H. (1964): Eduard SUESS zum 60. Todestag. Annal. Naturhist. Mus. Wien, v. 67, S. 169–173, Wien.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 10. April 1981.

Die Bedeutung von Eduard SUESS für die Deckenlehre

Von Alexander TOLLMANN*

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Anhand von bisher nicht veröffentlichten Briefen von Marcel BERTRAND ist die Rolle von Eduard SUESS bei der Entwicklung der Deckenlehre – dieser zentralen tektonischen Erkenntnis des ausgehenden vorigen Jahrhunderts – in neuem Licht zu sehen. SUESS hat für diese Denkrichtung nicht nur 1875 den Grundstein gelegt, sondern 1883 durch die Umdeutung der Glarner Doppelfalte zu einheitlicher nordvergenger Großüberschiebung als Schlüsselstruktur den weiteren Weg im Sinne von BERTRAND 1884 geebnet und schließlich entscheidend mitgewirkt, daß Albert HEIM, Doyen der Schweizer Alpengeologie, 1894 von der gebundenen Tektonik zur Deckentektonik übertrat.

Inhalt

1. Die Bedeutung der Deckenlehre	27
2. Die Vorgeschichte der Deckenlehre	28
3. Die Weichenstellung in Richtung Deckenlehre durch Eduard SUESS 1875	32
4. Die Umdeutung der Glarner Doppelfalte HEIMS durch Eduard SUESS 1883	33
5. Der Briefwechsel von E. SUESS und M. BERTRAND zum Thema	33
6. Nachwort	37
Literatur	39

1. Die Bedeutung der Deckenlehre

Die befruchtendste und für eine Unzahl von Problemen erlösendste Erkenntnis in der Geologie stellte im ausgehenden vorigen Jahrhundert zweifelsohne die Deckenlehre dar. Diese Entdeckung von großräumigen horizontalen, transversalen Schüben als Hauptagens bei der Gestaltung der Kettengebirge der Erde bot den Schlüssel zum Verständnis der mannigfaltigen, zuvor rätselhaften Erscheinungen im Aufbau der großen Gebirgszüge im Antlitz der Erde, seien es jene aus der alpidischen Ära, seien es ältere.

* Adresse des Verfassers: Prof. Dr. A. TOLLMANN, Institut für Geologie, Universität Wien, Universitätsstr. 7, A-1010 Wien

Diese Erkenntnis von ungeahnt weiten flachen Überschiebungen und Verfrachtungen ganzer Gebirgsteile war nicht nur entscheidend für das Verständnis des tektonischen Baues der Orogene, sie gab zugleich die Möglichkeit zur Rekonstruktion der paläogeographischen Ausgangsbedingungen, zum Verständnis der ursprünglichen Anordnung und Beziehung der Faziesregionen, der einstigen Faunenverteilung und zahlloser weiterer geologischer Fakten bis hin zur praktischen geologischen Arbeit wie Prognose im Tunnelbau, in der Lagerstättengeologie, später in der Erdölgeologie.

Der Aufstellung der Deckenlehre als wichtigstes Werkzeug für den im Orogen, also in der kompliziertesten, aber auch interessantesten Zone der Erdrinde arbeitenden Geologen, kam im ausgehenden vorigen Jahrhundert und zu Beginn unseres Säkulums genau jene gewaltige Bedeutung zu, die wir heute mit Recht der an A. WEGENERS Vorstellung der Kontinentaldrift anknüpfenden Plattentektonik als nächste Etappe in der Bewußtseinsklarheit des geologisch-geotektonischen Denkens zumessen, die der Erdwissenschaft unseres Jahrhunderts ihren Stempel aufgedrückt hat.

Der Schritt vom ehemaligen Glauben an die plutonisch-vulkanischen oder auch vertikal wirksamen tektonischen Kräfte als Motor der Gebirgsbildung zur Erfassung der auf flachen Schubbahnen fernverfrachteten Gebirgsteile gigantischen Ausmaßes, alle früheren Vorstellungen durch eine neue Dimension, eine neue Qualität übertreffend, stellte ein schwieriges und gewaltiges Wagnis dar. Nur zögernd tasteten sich die Spitzen geologischer Forschung in dieses Neuland vor, zunächst z. T. noch besorgt, nicht einer übersteigerten Idee zum Opfer zu fallen.

Entgegen manch älterer Darstellung, die die Deckenlehre mit den Erkenntnissen der Schweizer Forscher H. SCHARDT und M. LUGEON in den Schweizer Alpen mit ausgehendem vorigem Jahrhundert beginnen ließen, gilt bisher nach neueren Arbeiten als Geburtsstunde der Deckenlehre die Umdeutung der berühmten Glarner Doppelfalte auf eine einheitliche, gewaltige, nordgerichtete Überschiebung. Diese spektakuläre Umwälzung war ja zugleich der maßgebende Anstoß zur Umdeutung grundlegender Strukturen der Alpen und dann darüber hinaus der Gebirge der Erde. Die Analyse dieser Umdeutung, die bisher meist dem Pariser Geologen Marcel BERTRAND, 1884, zugeschrieben worden ist, wird daher ein wichtiger Punkt dieser Studie sein müssen.

2. Die Vorgeschichte der Deckenlehre

Schauplatz der Entwicklung dieser Erkenntnis waren West- und Ostalpen. Beide Gebirgsabschnitte lieferten grandiose Beispiele, lieferten in bestimmten Abschnitten nicht zu übersehende Beweise für die Auffassung des Fernschubes, sobald die Stratigraphie auf sichere Beine gestellt worden war. Bisher galten die Westalpen als Heimatboden der Deckenlehre. Wir werden im folgenden zeigen, daß entscheidende Anstöße zu dieser Vorstellung abgesehen von jenen aus den Westalpen auch aus den Ostalpen kamen, seit den Ergebnissen von Ferdinand Freiherrn von RICHTHOFEN in der Mitte des vorigen Jahrhunderts und seit der grundlegenden Erkenntnis von Eduard SUESS von 1875 über die einseitigen horizontalen Bewegungen der Alpen über ihr Vorland, besonders aber seit SUESS im

Jahre 1883 den Hauptwiderstand gegen das Aufkommen der Deckenlehre, die „Glarner Doppelfalte“ mit ihrem angeblichen gewaltigen südvergente Flügel richtig als einheitlich nordvergente Fernschubmasse umgedeutet hatte, ein Jahr vor Marcel BERTRAND, dem bisher die Priorität in der Wegbereitung der Deckenlehre zugeschrieben worden war (vgl. E. HENNIG, 1934, S. 296; A. TOLLMANN, 1973, S. 9 etc.). Bisher unveröffentlichte Briefe von M. BERTRAND selbst weisen auf diesen Umstand hin, wie im folgenden ausgeführt wird.

Zur Charakterisierung der Vorgeschichte der Deckenlehre sollen je ein Ereignis aus Ost- und Westalpen herausgegriffen werden, das entscheidend den Boden für die neuen Vorstellungen bereitet hat. Aus den Westalpen muß die altbekannte Entdeckung der gestörten Lagerungsverhältnisse in den Glarner Alpen von beiden ESCHER VON DER LINTH, um das Bild zu runden, wenigstens kurz in Erinnerung gerufen werden. Aus den Ostalpen der viel weniger bekannte Umstand, in welcher vorzüglicher Weise in Wort und Bild bereits im Jahre 1859 von Ferdinand von RICHTHOFEN der Fernschub der Kalkalpen über tertiären Flysch in der gesamten Breite, also die vollständige Allochthonie der Nördlichen Kalkalpen an ihrem Westende, erfaßt und bekannt gemacht worden ist.

Den einen Grundpfeiler für die Aufstellung der Deckenlehre lieferte die Glarner Überschiebung, also die Fernschubbahn, an der die Glarner Decke des Schweizer Helvetikums vom Vorderrheintal kommend über Segnes und Käpfstock in Richtung Walensee im Kanton Glarus mit permischem Alpinem Verrucano messerscharf den kretazischen bis tertiären Flysch überschiebt. Bekanntlich sind bereits Hans Conrad ESCHER VON DER LINTH, Zürcher Ingenieur, Staatsmann und Geognost, im Jahre 1809 (S. 345) diese außergewöhnlichen Verhältnisse in den Glarner Alpen aufgefallen. Arnold ESCHER VON DER LINTH (Zürich, 1807–1872), neben B. STUDER Meister des heroischen Zeitalters der Schweizer Geologie, erfaßte dann 1846 dieses großartige Überschiebungsphänomen: 1846, S. 437, formulierte er präzise: „Trotz seines jugendlichen Alters zieht sich dieser [Anm.: Flysch-]Streifen in Glarus Stundenweit unter den rothen Conglomeraten und den Jura-Gebilden fort . . . Das Rheintal zwischen Ragatz und Sargans bildet demnach die Ostgrenze der erwähnten kolossalen Überschiebung,“ und ergänzte 1847, S. 18: „Es ist demnach in dieser Gegend eine . . . Überschiebung ganzer Gebirgsmassen eingetreten, in einer Ausdehnung, die alle ähnlichen bekannten Fälle an Größe weit übertrifft“.

Diese von A. ESCHER demnach zunächst als Überschiebung beschriebene Erscheinung deutete er in der Folge als eine gegeneinander gekehrte „Doppelschlinge“, welche Auffassung dann durch die Übernahme von Albert HEIM (1872, S. 170) in dessen „Glarner Doppelfalte“ längere Zeit hindurch der freien Tektonik einen Riegel vorschob (Abb. 1).

Es ist verständlich, daß HEIM die Vorstellung der Doppelfalte, die er 1878, S. 235, ausdrücklich als Kriterium gegen den „SUESS'schen Schluß auf Einseitigkeit der Bewegung“ in den Gebirgen der Erdrinde hervorhebt, nur ungern verließ, nachdem er ihr in seinem Hauptwerk, dem „Mechanismus der Gebirgsbildung“ aus dem Jahre 1878, eine zentrale Bedeutung zugemessen hatte (1. Band, Text S. 126–246, Taf.-Bd., Taf. 7). Bei der Diskussion über andere Deutungsmöglichkeiten durch HEIM in diesem Werk (S. 244ff.) werden nur drei von vornherein

unwahrscheinliche Ideen widerlegt, wird die „ESCHER'sche Theorie der Doppelfalte“ gestützt und keine Einheitlichkeit und Einseitigkeit der Bewegung im Sinne des drei Jahre zuvor von E. SUSS herausgearbeiteten Grundprinzips der Gebirgsbildung in Erwägung gezogen.

Den anderen Pfeiler der Deckenlehre bildete die flache Überschiebung der Nördlichen Kalkalpen im Rhätikon, also der seit G. STEINMANN 1905, S. 22, als Ostalpin bezeichneten Schubmasse über dem Prätigauflysch des penninischen Systems. Die richtige tektonische Deutung dieser Region der westlichen Kalkalpen mit ihren flachen inneren Überschiebungen, flachen Überfaltungen und vor allem dem Fernschub über den tertiären Flysch im Profil des Rheintales geht auf Ferd.

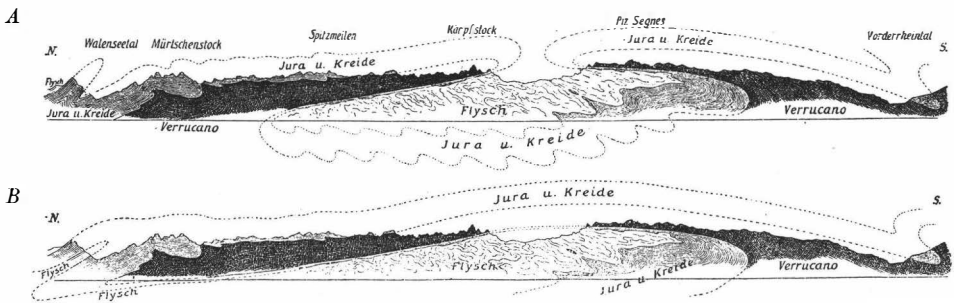


Abb. 1: Albert HEIM's Glarner Doppelfalte (A) und ihre Umdeutung (B) (aus O. WILCKENS, 1914, S. 18).

v. RICHTHOFEN zurück. Bereits A. ROTHPLETZ (1905, S. 1–3) hat zutreffend diese Leistungen RICHTHOFENS gewürdigt, der auf den im Jahre 1843 einsetzenden Arbeiten von A. ESCHER VON DER LINTH (grundlegende Publikation 1853) aufbauen konnte. A. ESCHER aber hatte nur eine Reihe von Falten in diesem Profilstreifen angenommen, jedoch die Fernüberschiebung noch nicht erfasst. Während aber auch der bayerische Geologe C. W. GUMBEL, der seit 1854 für die bayerische Landesaufnahme in den Allgäuer Kalkalpen tätig war, noch durch Brüche und durch Umdeutung des Alters vom überschobenen Hauptdolomit in Jura die Annahme von Überschiebungen vermeiden wollte, hat F. v. RICHTHOFEN bereits in seiner zusammenfassenden Darstellung im Jahrbuch der Reichsanstalt (1859, Taf. 2, Fig. 1; Taf. 3, Fig. 12 etc.) mit großartigem Weitblick, seiner Zeit voraus, die flache großräumige Überschiebung in überraschend klarer Weise zum Ausdruck gebracht – Abb. 2. Obwohl diese eindrucksvolle Darstellung über fast 40 Jahre scheinbar unbeachtet blieb, verwendet bereits M. BERTRAND 1884, S. 328 (und Karte S. 329) ausdrücklich diesen Umstand der Allochthonie des Rhätikon („masse de recouvrement“) für seine große Umdeutung der Westalpen im Sinne der aufkeimenden Deckenlehre. Auch für die Umdeutung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre, für die Entwurzelung des Ostalpins durch M. LUGEON 1902 (S. 799ff.) und P. TERMIER 1903–1905 bildete diese Erkenntnis RICHTHOFENS dann neben der Entdeckung der großen Fenster der Zentralalpen tragendes Fundament.

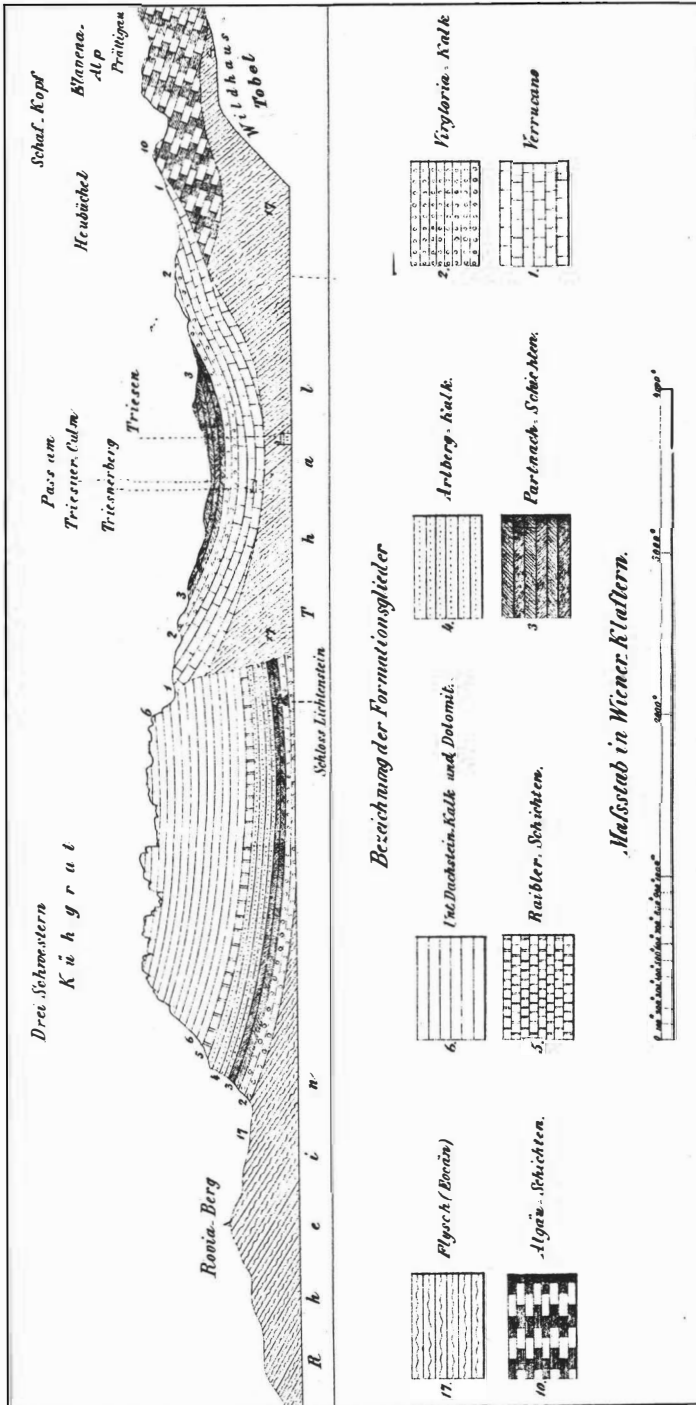


Abb. 2: Die Fernüberschiebung der Nördlichen Kalkalpen im Westabschnitt, Rhiätikon, über dem tertiären Flysch des Rheintales nach F. v. RICHTHOFEN 1859, Taf. 2, Fig. 1. RICHTHOFEN erkennt, weit seiner Zeit voraus, die flache tektonische Auflagerung der Kalkalpen auf dem Flysch – die Basis für alle späteren Deutungen im Sinne der Deckenlehre.

3. Die Weichenstellung in Richtung Deckenlehre durch Eduard SUESS 1875

Als entscheidendes frühes Ereignis aber muß bei einer Analyse der Entwicklung der Deckenlehre nach Aussage aller Beteiligten wohl die Herausgabe eines kleinen Buches von Ed. SUESS „Die Entstehung der Alpen“, erschienen in Wien bei Braumüller im Jahre 1875, gewertet werden. Abgesehen davon, daß dieses Buch wesentliche Gedanken vom „Antlitz der Erde“ vorwegnahm, da es bereits – weit über den bescheidenen Titel hinausgreifend – eine „vergleichende Anatomie der Kettengebirge“ (E. HENNIG, 1908, S. 355) geliefert und erste Ordnung in die noch chaotischen Vorstellungen der Gliederung der Gebirgssysteme gebracht hatte, war Hauptanliegen dieser kleinen, bloß 168 Seiten starken Schrift, das Hervortreten der „Horizontalität der Bewegungen“ bei der Gebirgsbildung in den Mittelpunkt der Betrachtung zu rücken, diese Einseitigkeit der Bewegungen an immer weiteren Beispielen vom Alpenkörper als ganzes bis zu den entferntesten Gebirgsketten an den Rändern der großen Kontinente aufzuzeigen und die entscheidende Rolle des Seitendruckes gegenüber der alten Vorstellung der passiven Auffaltung der Gebirge durch Aufsteigen eruptiver Massen klarzulegen.

Die an Umfang unscheinbare Schrift von 1875 hatte durchschlagende Wirkung im Fachkreis. Man konnte die Bedeutung dieser Erkenntnis des Horizontalschubes erstaunlicherweise sofort ermessen. Von den zahllosen Zeugnissen hierüber sei hier vielleicht nur das für die weitere Entwicklung der Deckenlehre in ihrem Frühstadium entscheidendste zitiert, nämlich der Eindruck dieser Studie auf Marcel BERTRAND, der seinerseits 1884 einen entscheidenden Anstoß in Richtung auf freie Tektonik gab. P. TERMIER schrieb in seinem Nachruf auf M. BERTRAND von 1908, S. 8 [übersetzt]: „Da aber treibt ihn die Lektüre eines ganz kleinen Bändchens, publiziert in Wien 1875, „Die Entstehung der Alpen“, von Eduard SUESS, plötzlich in eine Begeisterung ohne Grenzen. Kein Buch, selbst nicht „Das Antlitz der Erde“, wird auf ihn einen vergleichbaren Eindruck bewirken. Von nun an ziehen ihn die Alpen an, und diese Idee, daß der Schlüssel der großen Probleme der Allgemeinen Geologie z. T. im alpinen Chaos verborgen ist, beginnt nun sein ganzes Leben zu beherrschen. Im Jahre 1884 überrascht er die Französische Geologische Gesellschaft mit einer Mitteilung über die strukturellen Beziehungen zwischen den Glarner Alpen und dem französisch-belgischen Kohlenbecken; und Erstaunen verbreitet sich alsbald in der Geologenschaft, wie eine ungestüme, mächtige Woge an der Oberfläche eines ruhenden Wasserspiegels.“

Und in seinem Rückblick „A la gloire de la terre. Souvenirs d'un géologue“ führt P. TERMIER S. 284 zur Auswirkung der „Entstehung der Alpen“ aus [übersetzt]: „Der Einfluß dieses Buches war sehr bedeutend. Es ist kurz, leicht lesbar, von perfekter Klarheit; es entschleiert eine neue Geologie, vertrauenswürdig, und sofort zugänglich; und ist in einer einfachen und schönen Sprache geschrieben, welche seit je die Sprache von SUESS war, die aber noch niemand kannte. „Die Entstehung der Alpen“ hat die geologische Karriere von Marcel BERTRAND entschieden und damit die Neuorientierung, die die französische Schule genommen hat und die zu so schönen Entdeckungen geführt hat; es hat in allen Ländern die jungen Geologen zum Studium der Gebirge geführt; es hat endgültig die alten Theorien der Erhebungen, der Einstürze, der geometrischen Netze zerstört ...“

4. Die Umdeutung der Glarner Doppelfalte HEIMS durch Eduard SUESS 1883

Auch den nächsten, ebenso bedeutsamen und viel beachteten Schritt am Weg zur Deckenlehre setzte Ed. SUESS. Im alten Geologischen Institut im Hauptgebäude der Universität Wien fand sich in den Institutsakten eine Ansichtskarte aus Glarus, die – von einer kleinen Gruppe von Geologen unterschrieben – an Eduard SUESS die Mitteilung brachte, daß ein Lokalaugenschein der Glarner Überschiebung ihm in seiner Umdeutung der Glarner Doppelfalte Recht gegeben habe. An das Datum des Poststempels von 1883, also ein Jahr vor der sensationellen gleichsinnigen Publikation von M. BERTRAND kann ich mich, ob der Bedeutung dieser Mitteilung, mit absoluter Sicherheit erinnern.

Auch Eduard SUESS selbst berichtet in seinen Memoiren (Erh. SUESS, 1916, S. 423) hierüber: „Noch im Jahre 1883, als der erste Band meines Buches über das Antlitz der Erde erschien, war dieser Fall ungeklärt; ich war, wie erwähnt, damals in Zürich. Ich erwähnte meine Zweifel, aber es fehlte mir die Zeit zu genauem Einblicke. Erst 1884 versuchte Marcel BERTRAND, nachdem er die Überschiebungen der belgischen Kohlenflöze kennengelernt hatte, eine neue Erklärung.“

Aber auch die Zeitgenossen bescheinigten die Umdeutung der Doppelfalte durch E. SUESS noch vor BERTRAND. G. STEINMANN 1905, S. 20, nennt SUESS vor BERTRAND. A. ROTHPLETZ erwähnt 1905, S. 248, diese Zweifel SUESS' und LAPWORTH's, die offenbar in Fachkreisen seit SUESS' Aufenthalt in Zürich 1883 bekannt geworden sind, und betont, daß in der Literatur damals öfter von der SUESS-BERTRAND'schen Hypothese die Rede ist. ROTHPLETZ machte übrigens dort darauf aufmerksam, daß auch er selbst bereits im Jahre 1883, S. 162, die angebliche Nordfalte dieser Struktur als einfache Überschiebung gedeutet hat: Die richtige Konsequenz im Sinne von E. SUESS und später M. BERTRAND, zu einer einheitlichen nordgerichteten Überschiebungsbewegung der beiden Flügel der ehemaligen „Doppelfalte“ aber hat ROTHPLETZ nie gezogen, sondern schreibt der Nordstruktur S. 181f. weiterhin südliche Bewegungsrichtung zu. Der eigentliche Widerspruch der Struktur zu der SUESS'schen Theorie des einheitlichen, einseitigen transversalen Schubes war ihm nicht aufgefallen. Für SUESS hingegen brachte die Auflösung der künstlichen Doppelfaltenform Beseitigung des gravierendsten Widerspruches zu seiner 1875 dargelegten neuen Auffassung der Transversaltektonik.

5. Der Briefwechsel von E. SUESS und M. BERTRAND zum Thema

Aufschlußreich für die Beurteilung der weiteren Entwicklung dieser zentralen Frage der Umkehr von gebundener Tektonik auf freie Tektonik, von der Glarner Doppelfalte und weiteren Pilzfaltenideen am Beginn der Entwicklung der Deckenlehre in der Schweiz zu Fernüberschiebungen sind unter anderem zwei an Ed. SUESS adressierte Briefe von M. BERTRAND von 1893 und 1896, die aus dem Nachlaß SUESS im Wiener Geologischen Institut aufbewahrt sind. Sie zeigen besonders klar die überragende Rolle von Ed. SUESS, seine hohe Autorität gerade auch in dieser seiner Grundidee des transversalen Fernschubes, die schlußendlich wohl auch die Umkehr HEIM's von der gebundenen Tektonik zur freien Tektonik bewirkt und den Weg für die Deckenlehre freigegeben hat.

Der erste Brief vom 29. September 1893 von BERTRAND war wohl ausgelöst durch den Umstand, daß Ed. SUESS nun endlich im Jahre 1892 Gelegenheit hatte, den entscheidenden Abschnitt in den Glarner Alpen selbst zu begutachten und in seiner Auffassung vom einheitlichen Fernschub hierdurch bestärkt worden war und dies auch Albert HEIM mitgeteilt hatte. Ed. SUESS hatte gemeinsam mit seinem Sohn Erhard und mit den Professoren F. FRECH und FUTTERER im Sommer 1892 die Region der Glarner Überschiebung von Schwanden im Linthtale aus auf der Aulisalp und von Foo besucht, das einheitliche Durchziehen des Kalkbändli zwischen dem hangenden Verrucano und dem liegenden Flysch beobachtet und so die Schubbahn vom Süden her zum Nordflügel in Richtung Walensee durchverfolgt (Erh. SUESS, 1916, S. 424). Seine theoretische Vorstellung war durch die Praxis bestätigt worden. In Zürich hatte SUESS das Ergebnis seiner Beobachtungen HEIM vorgetragen, der zusagte, die Sache nochmals zu überprüfen (P. ARBENZ, 1937, S. 338).

BERTRAND, der nach seiner brieflichen Aussage hiervon durch Herrn E. DE MARGERIE erfahren hatte, nutzte die Gelegenheit in dem oben erwähnten Schreiben, um an SUESS eindringlich zu appellieren, das Gewicht seiner Persönlichkeit bei HEIM für eine Revision der Vorstellungen von gebundener Tektonik einzusetzen. Er glaube nicht, führt BERTRAND weiter aus, daß HEIM jemals seine Art, die Doppelfalte zu sehen, ändern werde. Dies sei „sein Fleisch und sein Blut“ in seiner Vorstellung von der Entwicklung der Gebirge. BERTRAND bringt als weiteres Beispiel für das Ringen zwischen gebundener und freier Tektonik jenes von M. LUGEON, der das Brekzienmassiv des Chablais, rundum mit Trias und Jura auf eoänem Flysch aufruhend, ursprünglich als elliptische Falte in Form eines Pilzes gedeutet hatte und bei seinem Vortrag in Lausanne hierbei HEIM's Unterstützung gefunden hatte, nun aber im Sinne von SCHARDT dieser Deutung zu entsagen scheint.

Auf Seite 5 des Briefes spricht BERTRAND die direkte Bitte um Intervention in dem Kardinalproblem aus (Abb. 3). Sie lautet [übersetzt]: „Unter diesen Umständen betrachte ich es als ein großes Glück für den Fortschritt der Wissenschaft, daß Sie sich mit dieser Frage beschäftigen; mit Ihrer hohen Autorität, mit der Weite Ihres Überblickes und der Präzision ihrer Kritik, können nur Sie allein einen Ausgangspunkt fixieren, eine Basis für zukünftige Diskussionen. Ansonsten wäre zu befürchten, daß sich noch lange die gegensätzlichen Meinungen parallel fortsetzen, ohne daß man in Ermangelung eines gemeinsamen Ausgangspunktes den Differenzen auf den Grund ginge, ohne daß man dazu geführt werden würde, neue überzeugende Fakten zu suchen, ohne daß es einen Kontakt und eine Chance gäbe, ans Licht der Wahrheit zu gelangen. Ihr Eingreifen wäre ein großer Dienst, den Sie – nach vielen anderen – der Geologie erweisen würden“.

Und auf Seite 6 dieses Briefes schreibt BERTRAND seine persönliche Meinung über das von HEIM zu erwartende Verhalten: „Er ist ohne Zweifel in Gedanken mit Ihrer Meinung beschäftigt, aber ich glaube, daß er abwarten wird, um nochmals dieses Objekt zu behandeln, bis Sie diese Meinung publiziert haben. Aus den Gründen, die ich Ihnen erklärt habe, glaube ich, daß eine Übereinstimmung absolut unwahrscheinlich und die Diskussion unvermeidlich ist. Diese Diskussion wird nur ärgerlich, wenn sie in persönliche Polemiken ausartet, wobei Herr HEIM

Dans ces conditions, je considère comme
 un grand bonheur pour le progrès de la
 science que vous vous occupiez de la question,
 avec votre haute autorité, avec la largeur
 de vues et la précision de votre critique, vous
 seul pouvez fixer un point de départ, un
 base solide aux discussions futures. Ce qui
 est si vrai d'autre part, c'est que les temps
 écoulés les opinions extrêmes continuent à se
 produire parallèlement, sans que, faute de ce
 point de départ commun, on aille au fond des
 divergences, sans qu'on soit amené à chercher des
 faits nouveaux pour le controverser, sans qu'il y
 ait contact et hence de production de lumière.
 Votre intervention sera un grand service rendu,
 après tant d'autres, à la géologie.

En tant que regards que vous tenez à
 conserver envers M. Heim, je serai bien

Abb. 3: Seite 5 aus dem Brief von M. BERTRAND an E. SUESS vom 29. September 1893, betreffend seine Bitte um Eingreifen von E. SUESS in die Diskussion um die Glarner Doppelfalte, um A. HEIM den entscheidenden Anstoß zur Wendung zu geben.

manchmal versuchen wird, in dieser Art weiterzugehen, als erwünscht (ich entschuldige es ein wenig betreffs Herrn VACEK, nicht aber gegenüber Herrn DIENER). Es scheint mir nicht zu befürchten zu sein, daß Ihnen etwas Ähnliches passiert.“

Das Engagement von SUESS in dieser Frage trug sicherlich wesentlich zur Entscheidung bei. Vielleicht gab bereits der Besuch von SUESS bei HEIM in Zürich nach dem Studium der Glarner Überschiebung im Jahre 1892, der in freundschaftlicher Atmosphäre verlief, entscheidenden Anstoß für das folgende Umdenken HEIM's, da sicherlich auch auf diesen die Autorität von SUESS gewirkt hat. Vielleicht auch folgte auf BERTRANDS Brief eine weitere Einflußnahme durch SUESS. In der Öffentlichkeit allerdings hat SUESS nicht in die Diskussion eingegriffen, sondern überließ es in vornehmer Weise HEIM selbst, sich zu melden, sobald er zu neuer Auffassung gelangt sei. Die Entwicklung in Richtung Deckenlehre ging durch SCHARDT's Entdeckung von weitreichenden Überschiebungen in den Préalpes romandes (1893) weiter. Was niemand so bald erwartet hatte, trat im August 1894 am 6. Internationalen Geologenkongreß in Zürich ein. Wir finden SUESS unter den Tagungsteilnehmern. In schlichten Worten schildert er in seinen „Erinnerungen“ S. 425 die Fakten: „Marcel Bertrand war anwesend, und sein weiter Blick wie sein offenes Wesen fesselten mich sofort. Die Ansichten hatten sich geklärt. Heim stimmte der neuen Erklärung der Glarner Schlinge zu. Das sollte jedoch nur der Anfang noch viel weiter greifender Folgerungen sein. Schardt aus Eyroux konnte behaupten, daß im Süden des Genfer Sees große Gebirgsschollen lagern, die eine noch größere Reise aus dem Süden vollzogen hatten. Man begann von Verfrachtung von 80 oder 100 km zu sprechen. Der unermüdliche junge Lugeon aus Lausanne legte seine Beobachtungen vor“.

Die Wende war eingetreten. Die zeitgenössischen Berichte sind voll der Überraschung über den von den Fernerstehenden in keiner Weise erwarteten Umschwung in HEIM's Auffassung. Im Brief an E. SUESS vom 22. September 1896 berichtet M. BERTRAND von neuen bedeutenden eigenen Entdeckungen im Sinne der Deckenlehre im Berner Oberland und bekräftigt, daß nach einigen Jahren der Spuk der „pli en champignons“ vorbei sein wird. Am 15. Mai 1895 bereits gab LUGEON seine 1893 aufgestellte Champignontheorie auf, glaubte aber immer noch an Überschiebungen aus dem Norden, bis er sich im Mai 1896 zur SCHARDT'schen Gleitdeckentheorie von 1893 mit Herkunft der fremden Gebirgsmassen aus dem Süden bekannte (E. ROTHPLETZ, 1905, S. 250).

Die Deckentheorie hatte in der Schweiz gesiegt. Der Anstoß war 1875 durch die SUESS'sche Auffassung vom einseitigen transversalen Schub als Motor der Gebirgsbildung gekommen, die Schlüsselstruktur in der Schweiz war 1883 durch SUESS, 1884 durch den Pariser Geologen BERTRAND im Sinne dieser Lehre umgedeutet worden. Trotzdem blieb man hier ein volles Jahrzehnt nicht nur auf dieser Stufe stehen, sondern BERTRAND selbst zweifelte mit fortschreitender Zeit in diesem Jahrzehnt zuletzt an der Gültigkeit seiner Auffassung. Erst 1893 kam der nächste Vorstoß im Sinne der Deckenlehre durch H. SCHARDT aus Neuchâtel nach seiner Entdeckung der wurzellosen Masse des Chablais, aber es bedurfte noch gar mancher Jahre, bis nach den führenden Schweizer Tektonikern wie A. HEIM und M. LUGEON auch die deutschen und die übrigen österreichischen Geologen sich

der neuen Denkrichtung aufschlossen. Der Internationale Geologenkongreß in Wien 1903 aber bildete den Start für den Siegeszug der Deckenlehre um die Welt.

6. Nachwort

Für jeden, der die Entwicklung der Deckenlehre von ihren Anfängen an verfolgt, wird die zentrale Rolle, die E. SUESS bei diesem Prozeß gespielt hat, deutlich. Er hat die Fundamente gelegt, in entscheidenden Punkten die Weichen gestellt. Trotz allem aber kommt gerade ein österreichischer Tektoniker nicht um die Frage herum, warum hat SUESS nicht von der ihm bekannten Schlüsselstelle in den Glarner Alpen aus den Deckenbau in der Schweiz, warum nicht von der Überschiebung des Rhätikons aus jenen in den Ostalpen aufgerollt, die Deckenlehre in den Ostalpen im Detail durchgezogen, wie es später M. LUGEON (1902, S. 799 vom Rhätikon bis Salzburg) und schließlich P. TERMIER (1903, 1904 zur Gänze) getan haben?

Der Grund hierfür ist ein zweifacher. SUESS ging es in der Frage der Strukturanalyse der Gebirge der Erde darum, die Leitlinien des Baues, die Prinzipien des Geschehens aufzudecken – zunächst in klassisch kurzer Form in der „Entstehung der Alpen“ von 1875, und dann unter Verarbeitung einer gewaltigen Literatur und einer ausgedehnten persönlichen Korrespondenz mit den führenden Geologen der Welt im „Antlitz der Erde“, dessen erster Band 1883 erschien. Trotzdem er die Gelegenheit für Begehungen im Gelände wo immer möglich nutzte, von denen vorbildlich sorgfältige Beschreibungen und Darstellungen zeugen, war es ihm unmöglich, neben dieser Tätigkeit und neben seiner außerordentlich zeitaufwendigen Tätigkeit als ein mit wissenschaftlicher Akribie arbeitender Politiker etwa die Schlüsselstellen der Alpen selbst zu analysieren und kartieren, um die Deckenstruktur in regionaler Hinsicht zu entziffern. Es ging ihm nicht darum, kühne Hypothesen aufzustellen ohne entsprechendes Fundament. Wenn er etwa das umstrittene, eben erst zu Beginn unseres Jahrhunderts entdeckte Engadiner Fenster beurteilen sollte, nahm er erst nach persönlichem Besuch im Gelände (im Alter von 73 Jahren) positiv Stellung, hierbei auf kleintektonische eigene Beobachtungen wie Vergenz der Schleppfalten gegen Norden, aufbauend (1905, S. 722). Seine bei seinem riesigen Aufgabenkreis für die einzelnen Arbeitsrichtungen stets knappst zur Verfügung stehende Zeit wurde stets sehr überlegt eingesetzt: Einsatz für das Allgemeinwohl stand an der Spitze seiner Wertskala und er selbst wertete als größten Erfolg seines Lebens die rasche Reduktion der Zahl der Typhustoten in Wien nach Bau der von ihm durchgekämpften Hochquellenleitung auf einen Bruchteil – ein Erfolg, der ihm höher stand als alle wissenschaftlichen Leistungen.

Um aber die aufgeworfene Frage fundiert beantworten zu können, müssen wir uns auch den Einsatz, den vollen Einsatz der gesamten Persönlichkeit von Ed. SUESS in all den übrigen von ihm ausgefüllten Lebensbereichen – jeder einzelne ein Beruf für sich – in Erinnerung rufen: Als glänzender akademischer Lehrer über 88 Semester hin, als hochproduktiver wissenschaftlicher Forscher, als Organisator und Custos einer von ihm selbst aufgebauten, viele Riesensäle füllenden musealen Institutssammlung, ab 1863 bis 1873 als Wiener Kommunalpolitiker im Gemeinderat, der seine Idee einer Wiener Hochquellenleitung von der Grundlagenfor-

schung bis zur erfolgreichen Verwirklichung gegen alle Widerstände durchkämpfte, 1882 bis 1886 als Landtagspolitiker, der tatkräftig zahllose moderne und fortschrittliche Schulreformen durchsetzte, 1873 bis 1896 als Staatspolitiker im Abgeordnetenhaus, der das Niveau der parlamentarischen Diskussion durch eben seine wissenschaftliche Arbeitsweise zu neuen Höhen führte und bei fundamentalen Entscheidungen auf verschiedensten Sektoren von der Reichsvolksschulgesetzgebung und Finanzwirtschaft bis zur Donauregulierung segenbringend maßgeblich eingegriffen hatte, schließlich als Sekretär, 1893 bis 1898 als Vizepräsident und 1898 bis 1911 Präsident der Akademie der Wissenschaften in Wien, der ihr in vielfältigster, intensivster und fruchtbarster Weise gedient hatte – bei diesen Gegebenheiten konnte es SUESS nur als seine Aufgabe betrachten, bezüglich der Deckenlehre die Richtung zu weisen, nicht aber die Strukturen selbst auszukartieren. Es war ihm völlig unbedeutend, ob sein Name mit dieser oder jener Entdeckung verknüpft war. Wichtig war ihm, daß er sah, daß die Entwicklung richtig läuft.

Wie sehr auch diese Funktion von SUESS bekannt und anerkannt war, zeigt wohl der humorvolle Vergleich, den A. ROTHPLETZ im Jahre 1905 (S. 260) von der Bedeutung SUESS für die Deckenlehre und deren weitere Entwicklung am Schlusse seiner historischen Betrachtung zum Thema gegeben hat. Wir erlauben uns hier mit dem Zitat dieser Passage zu schließen:

„Den Stein, der lange ruhig dalag und sich nicht bewegen wollte, hat Eduard SUESS vor 30 Jahren ins Rollen gebracht. Naturgemäß war diese Bewegung anfangs nur eine langsame. Viele glaubten, er bewege sich gar nicht. Andere wollten ihn aufhalten, weil sie befürchteten, er könne Schaden anrichten. Nur wenige hatten ihre Freude daran und halfen mitschieben. Die gesetzmäßige Beschleunigung der Bewegung erwies sich stärker als die Reibung an den kleinen Hindernissen, die ihr in den Weg geworfen wurden. Sie wurden zermalmt und heute ist niemand mehr, der dem raschen Rollen Einhalt zu gebieten sich getraute. Man muß jetzt schon eilen, wenn man dem Stein folgen will, und es sind ihrer viele geworden, die ihm nachlaufen und versuchen mit Drücken und Stoßen ihn bald nach dieser, bald nach jener Seite abzulenken. So ist es gekommen, daß er keinen geraden Weg genommen hat und daß diejenigen, die sich als Zuschauer in einiger Entfernung gehalten haben, von Zeit zu Zeit erschreckt auf die Seite springen mußten, um nicht in seine Sprungbahn zu geraten. Einige haben dabei sogar Schaden genommen. Andere beklagen sich über den Wechsel und die Unberechenbarkeit der Bahn und den Lärm des Gefolges, das Einfluß auf die Richtung der Bahn zu gewinnen sucht. Aber nicht nur den Zuschauern, sondern auch den Mitwirkenden mag die ganze Bewegung manchmal nur aus Unordnung und Willkür zusammengesetzt erschienen sein, weil der aufwirbelnde Staub den Blick trübt.

Da wirkt es wie ein Trost und den Verzagenden wie eine Ermunterung, wenn der Mann, dem wir dieses ganze Schauspiel verdanken, in seiner ruhigen und gemessenen Weise uns sagt*, daß der Stein nach seiner Meinung noch immer in der Bahn läuft, die er ihm vor 30 Jahren gegeben hat.“

* Eduard SUESS. Über das Inntal bei Nauders. Sitzber. Akad. d. Wiss., Bd. 104, Wien 1905.



Abb. 4: Skizze des Faltenbaues im Ortlergebiet aus dem Kartierungsheft Nr. 4 von Eduard SUESS vom 28. August 1875 als Beispiel für seine Zeichentechnik tektonischer Strukturen.

Literaturverzeichnis

- ARBENZ, P.: Albert Heim 1849–1937. – Verh. Schweiz. natforsch. Ges., 1937, 330–353, 1 Photo, Genf 1937.
- BERTRAND, M.: Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. – Bull. Soc. géol. France, (3) 12, 318–330, 8 Abb., Taf. 11, Paris 1884.
- Unveröff. Brief vom 29. 9. 1893 an Ed. Sueß, 7 Seiten, Paris. – Archiv Inst. Geol. Univ. Wien.
- Unveröff. Brief vom 22. 9. 1896 an Ed. Sueß, 8 Seiten, 4 Abb., Viroflay. – Archiv Inst. Geol. Univ. Wien.
- ESCHER, H. C.: 9. Korrespondenz. – Leonhards Taschenb. ges. Miner., 3, 339–354, Frankfurt/Main 1809.
- ESCHER VON DER LINTH, A.: Geognostische Beobachtungen über einige Gegenden des Vorarlbergs. – N. Jb. Min. etc., 1846, 421–442, Stuttgart 1846.
- Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden. – Neue Denkschr. allg. Schweiz. Ges. gesamt. Natwiss., 13/5, 1–136, 3 Text-Tab., 3 Beil.-Tab., Taf. 1–10, Zürich 1853.
- & HEER, O.: Übersicht der geologischen Verhältnisse der Schweiz. – Vjschr. natforsch. Ges. Zürich, 1, 48 S., Zürich 1847.
- HEIM, A.: Blick auf die Geschichte der Alpen. – Verh. Schweiz. natforsch. Ges., 1871, 155–177, 1 Profil, Frauenfeld 1872.
- Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 1. Bd., 346 S.; 2. Bd., 246 S.; Atlas mit 17 Taf., Basel (B. Schwabe) 1878.
- HENNIG, E.: Das Ringen um Erkenntnis des Alpenbaues und seine Bedeutung für die geologische Weltanschauung. – Natur und Volk, 64, 291–302, 342–353, 24 Abb., Frankfurt/Main, 1934.
- LUGEON, M.: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. – Bull. Soc. géol. France, (4) 1 (1901), 723–825, 14 Abb., Taf. 14–17, Paris 1902.
- RICHTHOFEN, F. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. 1. Abtheilung – Jb. geol. R.-A., 10, 72–137, 12 Prof., Taf. 2–3, Wien 1859.
- ROTHPLETZ, A.: Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheines. – Z. dt. geol. Ges., 35, 134–189, Taf. 6–7, Berlin 1883.
- Über die sogenannte Glarner Doppelfalte. Anhang (S. 231–256, Abb. 104–115) in: Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen. 268 S., 115 Abb., 2 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1894.
- Geologische Alpenforschungen II. – 261 S., 99 Abb., 1 Kt., München (Lindauer) 1905.
- SCHARDT, H.: Sur l'origine des Préalpes romandes. – Archives sci. phys. nat., (3) 30, 570–583, Genève 1893.
- STEINMANN, G.: Geologische Beobachtungen in den Alpen II. Die Schardtsche Überfaltungstheorie etc. – Ber. natforsch. Ges. Freiburg Br., 16, 18–67, 1 Tab., Freiburg/Br. 1905.
- SUESS, Ed.: Die Entstehung der Alpen. – 168 S., Wien (Braumüller) 1875.
- Über das Innthal bei Nauders. – Sitzberg. Akad. Wiss. Wien, math.-natwiss. Kl., Abt. I, 114, 699–735, Wien 1905.
- SUESS, Erh. [Hrsg.]: Eduard Sueß. Erinnerungen. – 451 S., 4 Abb., 2 Taf., Leipzig (Hirzel) 1916.
- TERMIER, P.: Sur la synthèse géologique des Alpes orientales. – C. r. séance Acad. Sci. Paris. 1903, 3 S., Paris 1903.
- Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes. – Bull. Soc. géol. France, (4) 3, 1903, 711–765, 4 Abb., Taf. 22–23, Paris 1904.
- Marcel Bertrand (1847–1907). – 63 S., 1 Portrait, Paris (Dunod & Pinat) 1908.
- A la gloire de la terre. Souvenirs d'un géologue. – 3. Aufl. 427 S., Bibliothèque française de Philosophie, Paris (Désclée de Brouwer & Cie), nach 1922.
- TOLLMANN, A.: Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen, XXIV, 404 S., 170 Abb., Wien (Deuticke) 1973.

Eduard SUESS – der Vater der I. Wiener Hochquellenleitung

Von Josef DONNER*

Mit 4 Abbildungen

In einem Handschreiben Kaiser Franz Josefs, ausgestellt am 18. Mai 1911 im Schloß Gödöllö/Ungarn, findet sich unter anderem folgender Satz:

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

Diese ehrenden Worte waren an den weltberühmten Geologen Prof. Eduard SUESS gerichtet!

Sein im Jahre 1862 erschienenes Werk „Der Boden der Stadt Wien“ hatte seinen Ruf begründet und ihm zugleich den Weg ins öffentliche Leben gebahnt. Prof. Suess, der auch um die Lösung praktischer Fragen seines Faches bemüht war, zog 1863 in den Wiener Gemeinderat ein und griff, gestützt auf sein großes Wissen sogleich tatkräftig in die schon seit Jahren debattierte Frage, woher und wie die Stadt Wien mit Wasser guter Qualität zu versorgen sei, ein.

Nach Abschluß seines für Wien hervorragendsten Werkes, der I. Wiener Hochquellenleitung, deren Bau seiner und des Wiener Bürgermeisters Dr. Cajetan Felder (1868 bis 1878) Initiative zu danken ist, verlieh ihm der Wiener Gemeinderat am 17. Oktober 1873 das wohlverdiente Ehrenbürgerrecht. Da Prof. SUESS weitere Ehrungen und Auszeichnungen beharrlich ablehnte, erhielt er als Ausdruck höchster Anerkennung das eingangs erwähnte kaiserliche Handschreiben vom 18. Mai 1911. Hofballmusikdirektor Eduard STRAUSS widmete Prof. SUESS am 20. April 1911 eine Polka Mazur: „Die Hochquelle“ genannt. Sein von Franz Seifert geschaffenes Denkmal (ursprünglich enthüllt 1928, wiederenthüllt 1951) stand bis 1969 neben der Geologischen Bundesanstalt (Wien 3, Rasumofskygasse 23–25), seither befindet es sich in Wien 4, Schwarzenbergplatz neben dem, aus Anlaß der Vollendung der I. Wiener Hochquellenleitung (24. Oktober 1873) in Betrieb genommenen Hochstrahlbrunnen. Eine Gasse im 15. Wiener Gemeindebezirk ist nach ihm, Eduard Suess-Gasse benannt. Daß all dies ehrende Gedenken einem Würdigen zuteil ward, ist ersichtlich, wenn man die Pioniertat Prof. Suess, eine Stadt mit Quellwasser aus fernen Bergen zu versorgen, eine für ganz Europa heute noch beispielhafte Anlage, im Detail betrachtet.

* Adresse des Verfassers: Oberamtsrat Josef DONNER, Regierungsrat, Wiener Wasserwerke, Magistrat der Stadt Wien, Abt. 31, Grabnergasse 6, A 1061 Wien.

Diese I. Wiener Hochquellenleitung ist rund 120 km lang, der Leitungskanal war vorausschauend so großzügig konzipiert (138.000 m³/Tag), daß im Laufe der Zeit die Quellen oberhalb Kaiserbrunn, ein sogenannter „Überkonsens“ und auch die „Sieben Quellen im Karlgraben“ noch eingeleitet werden konnten. Die I. Wiener Hochquellenleitung ist zufolge am Leitungskanal vorgenommener Ausbaumaßnahmen imstande, derzeit rund 220.000 m³/Tag Wasser nach Wien zu liefern.

Ja sogar die im Quellgebiet der II. Wiener Hochquellenleitung entspringende „Pfannbauernquelle“ (Hochschwabmassiv) wird in einigen Jahren über eine Strecke von rund 20 km dem System der I. Wiener Hochquellenleitung zugeleitet werden, da die am 2. Dezember 1910, also fast 30 Jahre später in Betrieb genommene II. Wiener Hochquellenleitung keine zusätzlichen Wassermengen mehr aufzunehmen imstande ist. Der Leitungskanal bedarf keiner Pumpwerke, er folgt dem natürlichen Gefälle und ist heute, nach mehr als 100 Jahren, noch voll funktionsfähig.

Daß es zur Verwirklichung einer so großzügigen Wasserversorgungsanlage gekommen war, hatte eines Mannes mit fundamentalem Wissen gepaart mit Verantwortungsfreudigkeit, Ausdauer und Durchschlagskraft bedurft. Eine solche Persönlichkeit war Prof. SUSS, der zurecht als „Schöpfer der I. Wiener Hochquellenleitung“ in die Geschichte Wiens eingegangen ist. Sein entscheidendes Wirken wird offenbar, wenn man verfolgt, wie schon Jahre zuvor von verschiedenen Institutionen und Sachverständigen mehrere Projekte zur Wasserversorgung Wiens erstellt, geprüft, erörtert, fallen gelassen und wieder erörtert und sodann wieder fallen gelassen wurden. So war bereits 1856 eine Wassergewinnung durch Filtration von Flußwasser aus der Schwarza und aus der Pitten im Gespräch. 1862 war von zwei bedeutenden Ingenieuren – Fölsch und Hornbostel – ein Gegenprojekt zu einer Donauwasserversorgungsanlage ausgearbeitet worden, in welchem erstmalig auch auf die Vorzüglichkeit der Fische-Dagnitz-Tiefquellen, wie überhaupt mehrfach auf die reichen grundwasserführenden Gebiete des Wiener Beckens hingewiesen wurde (heute wird aus diesem Gebiet das Wasser des Grundwasserwerkes Mitterndorfer Senke – III. Wiener Wasserleitung, gewonnen). Selbst der Kaiserbrunn wurde damals schon erwähnt. Aber niemand fand den Mut zur Verantwortung, sich für eines der Projekte zu entscheiden. Der Grundsatz, von dem ausgegangen wurde, war, daß zum menschlichen Genuß das reinste erreichbare Wasser unter Überwindung aller Schwierigkeiten eingehalten werden soll.

Vom Wiener Stadtbauamt wurden 1861 in einer Denkschrift alle bisherigen einschlägigen Studien und Erhebungen niedergelegt. Mittels einer in der „Wiener Zeitung“ eingeschalteten und auch im Wege der Konsulate von Paris und London verlautbarten Kundmachung wurden „alle Ingenieure, welche sich bei der Errichtung von Wasserleitungsanlagen bereits bewährt hatten“ eingeladen, Offerte an den Wiener Gemeinderat wegen Ausführung einer Wasserversorgung für Wien einzusenden. In dieser Kundmachung war die Bestimmung enthalten, daß einem vom Gebirge herleitbaren Wasser jenem aus der Donau der Vorzug gegeben werde. Auf diese Ausschreibung wurden zwölf Offerte eingebracht. Aber keines dieser Projekte fand Zustimmung. Die lebhaften Debatten darüber im Gemeinderat gipfelten in der Feststellung, daß dem Wiener Gemeinderat in dieser wichtigen

und so namhafte Geldmittel erfordernden Angelegenheit die nötige Klarheit für eine Entscheidung noch fehle. Dies führte schließlich zur Bildung einer aus zwölf Mitgliedern bestehenden städtischen Wasserversorgungskommission, an deren Sitzungen, über Einladung des damaligen Bürgermeisters Andreas ZELINKA, seit 18. März 1863 auch Prof. SUESS – noch vor seiner Wahl in den Wiener Gemein-

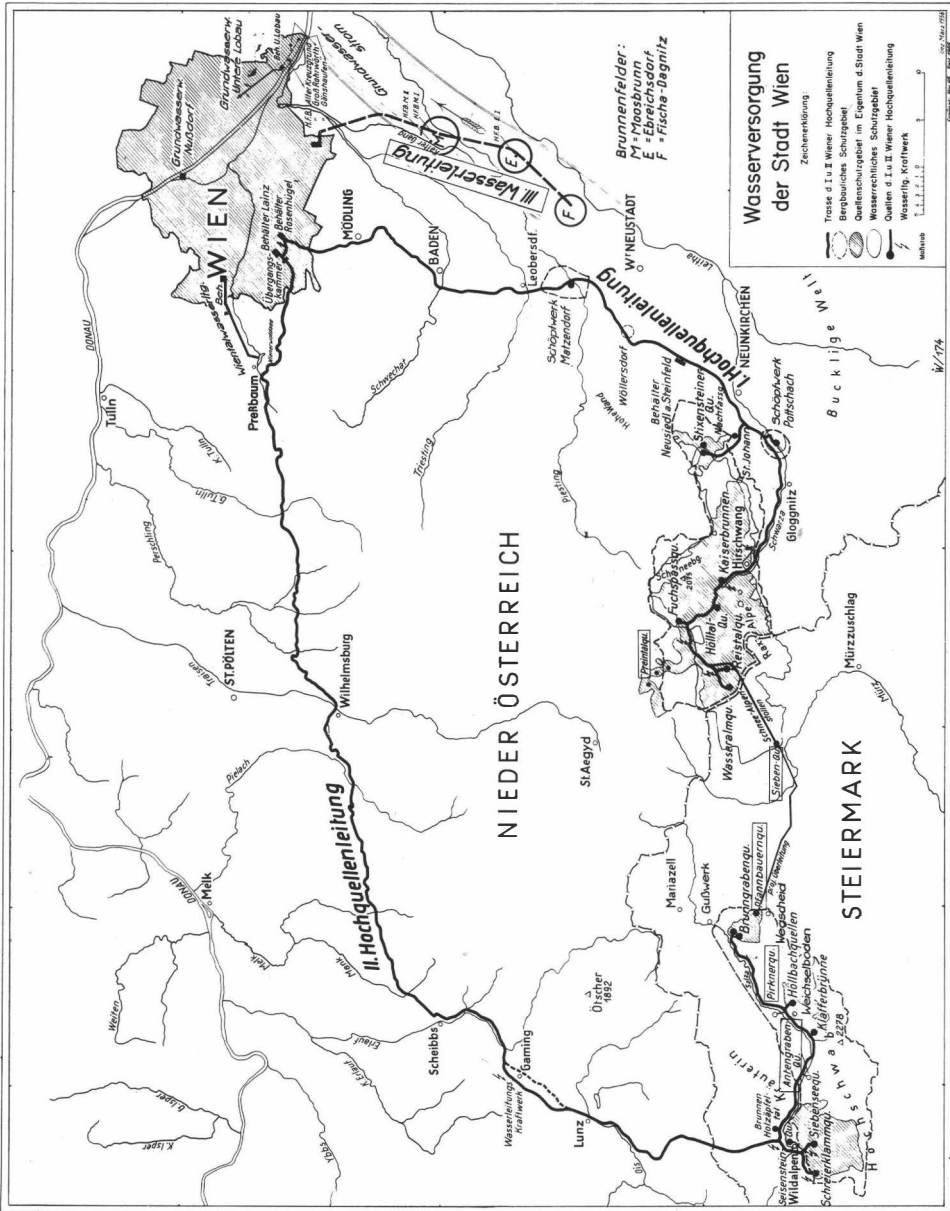


Abb. 1: Übersichtsplan über die Wasserversorgungsanlagen der Stadt Wien.

derat – teilnahm. Damit hatte sich für Prof. SUESS eine Aufgabe eröffnet, die ihn zehn Jahre lang im Banne halten sollte.

In seinem Buch „Erinnerungen“, welches erst 1916 von seinem Sohn Erhard SUESS veröffentlicht wurde, berichtet Prof. SUESS in überaus lebendiger Form alle Stationen auf dem Wege zur Vollendung dieses großen Projektes. Er schildert auch die Zustände in Wien in der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Es war das Wien, in dem man jährlich tausend Cholera- und Typhustote verzeichnete, ein Wien, das sein Trinkwasser aus, zufolge mangelhafter Straßenkanalisation gefährdeten, rund 10.000 Hausbrunnen sowie einigen ungenügenden kleinen Wasserleitungen bezog. Die Notwendigkeit einer ordentlichen Wasserversorgung Wiens war auch den Ärzten ein dringendes Anliegen. Die Gesellschaft der Ärzte, vor allem der bedeutende Internist Prof. Josef SKODA, schenkte diesem Problem große Teilnahme und trat, als es im Gemeinderat und in der öffentlichen Meinung zur Spaltung kam, ferne Hochquelle oder nahes Grundwasser zu verwenden, mit einer sehr energischen Schrift für die Hereinleitung der Hochquelle ein. Vom Gemeinderat ist als bedeutendste aktive Persönlichkeit der vorerst erste Vizebürgermeister und spätere Nachfolger Bürgermeisters Andreas ZELINKA, der Advokat Dr. Cajetan FELDER zu erwähnen, der es verstand aus der Schar der 120 Gemeinderäte eine tatkräftige Mittelpartei zu bilden. Es gab viel Arbeit zu bewältigen, waren doch 56 Projekte – zum Teil abenteuerlichster Art – zu prüfen und abzuwägen.

Der Gemeinderat hatte Geldmittel für Vorstudien bewilligt, deren Leitung Prof. SUESS übertragen wurde. Einer seiner tüchtigsten Hilfskräfte, die ihm bei den Beobachtungen der Flußgebiete, welche für Wiens Wasserversorgung in Betracht gezogen worden waren, unterstützte, war der Zivilingenieur Carl JUNKER, der bereits unter Ingenieur Alois NEGRELLI an den Nivelementararbeiten am Bau des Suez-Kanales teilgenommen hatte. Prof. SUESS bezeichnete ihn in seinen „Erinnerungen“ als eine jener Persönlichkeiten, denen in erster Linie das Gelingen des Unternehmens zu danken sei. Schon im Winter 1863–1864 waren die Vorstudien soweit gediehen, daß man an die Abfassung eines Gesamtberichtes gehen konnte. Prof. SUESS wurde die Hauptredaktion übertragen und der geologische und hydrographische Bericht. Carl JUNKER zeichnete die in Frage kommende Trasse der Leitung, der städtische Oberingenieur Carl Gabriel die Behälteranlagen sowie das Verteilungssystem für das Rohrnetz in Wien.

Prof. SUESS berichtet, daß die erste Reaktion Bürgermeisters Andreas ZELINKA, als er ihm eines Tages, als Ergebnis aller Studien, erklärte, daß die Hereinleitung des Wassers aus dem über 100 km entfernten Kaiserbrunnen im Rax-Schneeberggebiet für die Wasserversorgung Wiens die beste Lösung sei, der Ausruf war: „SUESS, Sie sind ein Narr“. Erst Tage später hatte Bürgermeister Andreas Zelinka in Anbetracht der Tatsache, wie wichtig gutes Wasser für die Gesundheit ist, sich dazu durchringen können, dem Gedanken der Verwirklichung dieses Projektes zuzustimmen – wenn auch nur zögernd. Auch der spätere Bürgermeister, Dr. Cajetan FELDER, wie bereits erwähnt, schon als Vizebürgermeister eine führende Persönlichkeit, hat in seinem Buch „Erinnerungen eines Wiener Bürgermeisters – Cajetan FELDER“, das anlässlich des 150. Geburtstag Felders im Jahre 1964 von Dr. Felix CZEIKE der Öffentlichkeit vorgelegt wurde, im Abschnitt „Denkwürdige

kommunale Ereignisse“ die Entstehungsgeschichte der I. Wiener Hochquellenleitung, wie auch den Widerstand des Bürgermeisters Andreas Zelinka gegen dieses kolossale Projekt und den von Zelinka zu ihm geäußerten Ausspruch „Daß der SUESS ein Narr ist, das weiß ich schon lange, daß aber auch Sie, der Sie immer, den Bleistift in der Hand, rechnen, verrückt geworden sind, das hab ich noch nicht gewußt“, geschildert.

Bereits im Juni 1864, nur 14 Monate nachdem Prof. SUESS in das Geschehen um die Wasserversorgung der Stadt Wien eingeschaltet worden war, konnte der abgeschlossene Bericht über die Vorstudien dem Gemeinderat vorgelegt werden. Daraufhin besuchte der gesamte Gemeinderat den Kaiserbrunnen, und auch die als Zuleitung vorgeschlagene Quelle von Stixenstein. Begeisterung und Zaghaftigkeit gegenüber diesem zu verwirklichenden teuren Großprojekt kämpften gegeneinander. Wie Dr. Cajetan FELDER, in seinen „Erinnerungen“ erzählt, hat sich Prof. SUESS der „selbstverständlich mit der Abfassung des Berichtes betraut worden war dieser Aufgabe mit dem ihm eigenen Geschick unterzogen“. Der Bericht füllte einen „stattlichen Quartband“ und ein eigener Atlasteil war, mit zahlreichen Beilagen und Plänen versehen, beigeschlossen. So ausgerüstet wurde darauf in der denkwürdigen sechsstündigen Sitzung vom 12. Juli 1864 im Plenum um die Zustimmung zu diesem Projekt gerungen, bis schließlich der Antrag mit 94 zu nur 2 Gegenstimmen angenommen wurde. Als im August 1864, nach einer Rundfahrt in das Hochquellengebiet Prof. SUESS, Dr. Cajetan FELDER und der Gemeinderat und Hofrat beim obersten Rechnungshof, Ritter von FELLNER am Leobersdorfer Bahnhof auf den Zug nach Wien wartend, einsam in einer offenen Veranda saßen, erhob sich Prof. SUESS zu einer flammenden Ansprache, wie uns die „Erinnerungen eines Wiener Bürgermeisters“ berichten: „Lassen wir diese Stunde nicht nutzlos vorübergehen, meine Freunde. Geben wir uns, erfüllt von dem Eindrucke dieses reizenden Landschaftsbildes, das unser großer Gedanke beleben soll, das unverbrüchliche Wort, vereint mit allen unseren Kräften, unverdrossen und beharrlich dahin zu wirken, daß die große Idee, die uns hierher gebracht, auch ins Leben gerufen und durchgeführt werde“. Und die drei Herren reichten sich die Hände zu dem festen Versprechen, ihre Kräfte zur Verwirklichung dieses kühnen Unternehmens zu vereinigen.

Dr. Cajetan Felder nennt „die kleine Veranda des unansehnlichen Bahnhofes von Leobersdorf“ den „Rütli der Hochquellenleitung“. Das Versprechen wurde gehalten; Prof. SUESS übernahm weiterhin den wissenschaftlich-technischen Teil und die Vertretung vor dem Gemeinderat, Dr. Cajetan FELDER die rechtlichen, administrativen Fragen, insbesondere die Verteidigung gegenüber den Rechtsansprüchen der Werksbesitzer und die Grundeinlösungen, Ritter von FELLNER die finanziellen Belange.

In der Sitzung des Gemeinderates vom 19. Juni 1866, in welchem die Schlußanträge bezüglich der Ausführung des Hochquellenprojektes endlich gestellt wurden und schließlich bei namentlicher Abstimmung mit 65 gegen 45 Stimmen zum Beschluß erhoben wurden, krönte Prof. SUESS als Berichterstatter nach eingehendem Resumé sein meisterhaftes Schlußwort mit folgender Apostrophe: „Meine Herren, das Leben des Menschen ist kurz und für Millionen und Millionen schwindet es dahin, ohne daß ihnen die Gelegenheit geboten wäre, eine segensreiche Spur ihres

Daseins hinter sich zu lassen. Selbst dem Auserwählten ist diese Gelegenheit in der Regel nur in kurzen Augenblicken gegönnt; steht er in einem solchen Augenblicke zaghaft, ist er durch anderwertige Verabredungen gebunden, wagt er nicht ein selbständiges Urteil – dann geht der Augenblick vorüber; was er gewollt hat,

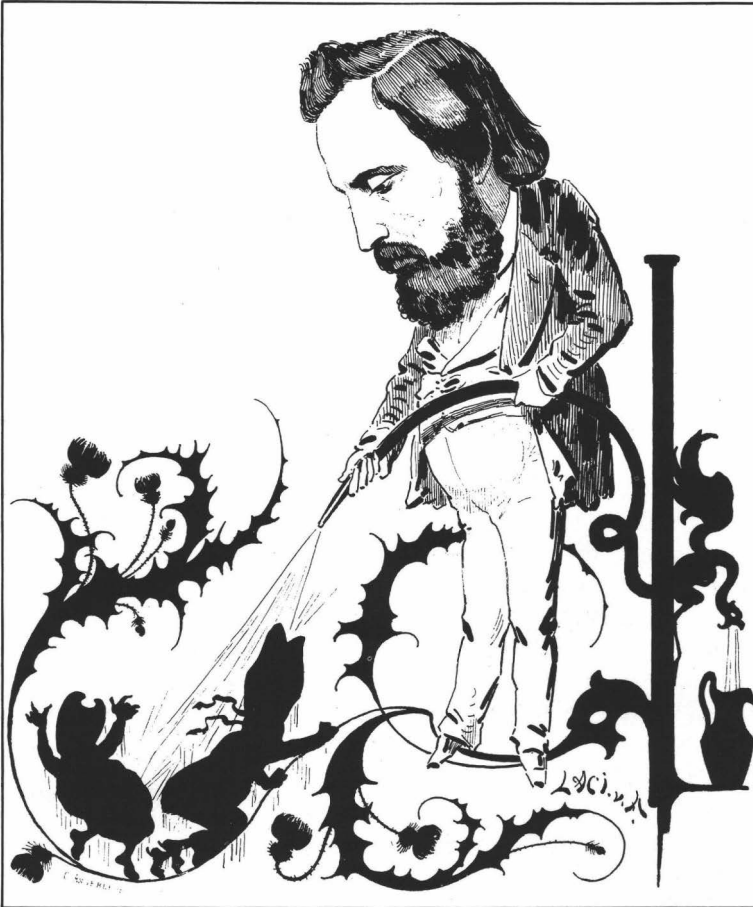


Abb. 2: Karikatur über Prof. E. SUESS.

bleibt ungeschehen, entschlosseneren Naturen überflügeln ihn, kräftigere Nationen eilen uns voraus. Ein solcher entscheidender Moment ist Ihnen in diesem Augenblick geboten; jedem von uns ist das Maß von Verantwortlichkeit voll zugemessen, das auf ihn fällt. Wir werden jetzt urteilen als Männer, unsere Richter werden unsere eigenen Kinder sein.“ Bürgermeister Zelinka schloß diese denkwürdige Sitzung mit folgenden merkwürdigen ironischen Worten: „Meine Herren! Ich gratuliere Ihnen zu dem Beschlusse, noch nicht zur Ausführung, denn bis dahin hat es noch längere Zeit . . .“

Bis zur Vollendung des großen Werkes gab es noch viele Schwierigkeiten, technischer, finanzieller und nicht zuletzt ideeller Natur zu überwinden. So behaupt-

tete ein berühmter Chemiker, in einem öffentlichen Vortrag, daß sich in dieser langen Leitung das Wasser durch Reibung an den Wänden so sehr erwärmen würde, daß es untrinkbar werde. Weiters berichtet uns Prof. SUESS in seinem Buch, daß ihm sogar in seinem eigenen Wahlbezirk ein Mißtrauensvotum drohte: „Wir Alten“ rief der würdige Bezirksvorsteher Konrad LEY „haben nur die Donau gehabt, und was sind wir für Kerle geworden und jetzt sollen wir Millionen hinauswerfen, unser Herr SUESS ist ein lieber Herr, aber halt ein Professor“. Auch von einem Bestechungsversuch berichten in diskreter Form die Erinnerungen Prof. SUESS. Es waren ihm 64.000 Gulden angeboten worden, wenn er die Berichterstattung über das Projekt Hochquellenleitung unter irgend einem Vorwand zurücklegen würde. Prof. SUESS erzählt, in seiner bescheidenen Weise spricht er dabei von: „in Überschätzung seiner eigenen Person, daß er eine Art persönlicher Verantwortung dafür fühlte, daß die typhösen Erkrankungen in Wien eingedämmt werden“. Sein persönlicher Einsatz für das Hochquellenprojekt zeugt von der Wahrheit dieser Worte.

Nachdem schon Graf HOYOS-SPRINZENSTEIN der Stadt Wien großmütig die Stixensteinquelle überlassen hatte, schenkte Kaiser Franz Josef am 1. Mai 1865 anlässlich der Ringstraßeneröffnung der Stadt Wien den Kaiserbrunnen. Bedeutende Schwierigkeiten kamen nun von Seiten des Finanzministeriums, das den Akt Kaiserbrunnen zwei Jahre zurückhielt bis es endlich, am 13. November 1867, einen Vertragsentwurf für die Übergabe des Kaiserbrunnens an die Stadt Wien vorlegte, in dem jedoch für Wien unzumutbare Bedingungen enthalten waren und der somit nicht annehmbar war. Unter der Federführung Dr. Cajetan FELDERS beschloß daraufhin der Gemeinderat einstimmig, sechs Protesteingaben an den Kaiser, an den Reichskanzler, an den Ministerpräsidenten-Stellvertreter und an die Leiter des Kriegs-, Justiz- und Finanzministeriums zu richten, um Beschleunigung zu erzielen. In diesen Schreiben wurde das Finanzministerium beschuldigt, sowohl seinen Wirkungskreis, als auch die Bestimmungen der Gesetze überschritten zu haben. Ein solches Vorgehen einer Regierungsbehörde gegenüber dem wohlmeinenden Anstrengungen einer großen Stadt sei ohne Beispiel. Einen Monat später trat die Regierung zurück. Endlich, mehr als drei Jahre nach der vom Kaiser Franz Josef ausgesprochenen Schenkung des Kaiserbrunnens, wurde mit Erlaß vom 28. Februar 1868 des neuernannten Finanzministers der Vertrag bezüglich der Überlassung des Kaiserbrunnens erledigt. Am 22. Juli 1868 erhielt Wien von der KK NÖ Stadthalterei den Baukonsens. Nun erst konnte die endgültige Feststellung aller Einzelheiten der genauen Trassenführung, damit auch die nötigen Grundeinlösungsverhandlungen und die Ausschreibung und Vergebung der Arbeiten erfolgen. Die Kosten waren mit rund 16 Millionen Gulden veranschlagt.

Nach Ausschreibung der Übernahme der Bauführung für die ganze Strecke der Leitung kamen von zehn Angeboten nur zwei zur engeren Wahl. Davon war das von Antonio Gabrielli, Bauunternehmer der Englischen Admiralität in London, um über 1 Million Gulden billiger. Da sich auch seine Referenzen bei Nachfrage in London als gut erwiesen, wurde sein Anbot ausgewählt und ein Bauvertrag abgeschlossen, in dem sich GABRIELLI freiwillig verpflichtete von seinem Baukonto eine Summe von 100.000 Gulden zur Errichtung eines monumentalen Brunnens zurückzustellen. Antonio GABRIELLI erwies sich in der Folge als gute Wahl, er

war ein ausgezeichnete Manager, voll Energie überwand er die sich wiederholt ergebenden Schwierigkeiten, wie die mit seinen Subkontrahenten, einer Berliner Firma für die Röhrenlegung sowie wegen Lieferungsrückständen und Rohrwanddicke sowie Rohrqualität, oder bezüglich einer einheimischen Zementsorte, die „plötzlich ihre gewünschten Eigenschaften verlor“ und andere mehr. Beim Bau

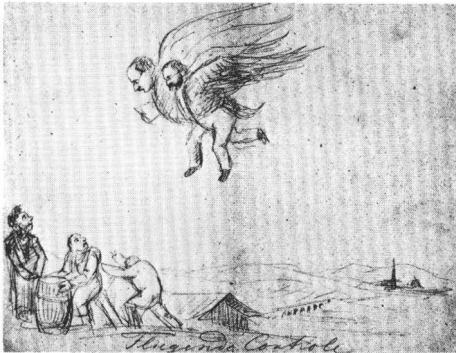
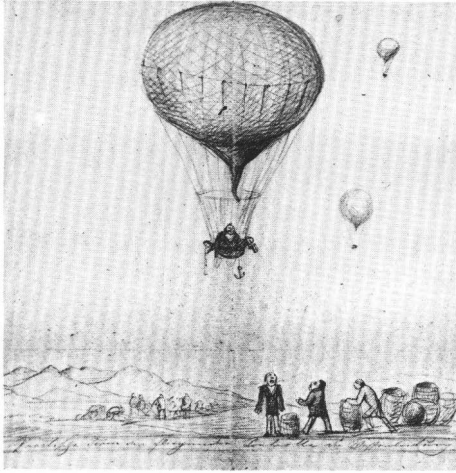


Abb. 3: E. SUSS von L. Hoffer gewidmete satirische Bildserie zu den Verhandlungen um die Hochquellenleitung:

- a) Praktische Form der fliegenden Kontrolle der Wasserleitung
- b) Fliegende Kontrolle
- c) Revisor, Superrevisor und fliegende Kontrolle
- d) Beleuchtung der Höhle der Najade von Altaquelle durch ein bekanntes Mitglied der Wasserversorgungskommission

der Aquädukte mußte darauf geachtet werden, daß das Landschaftsbild nicht gestört werde. Als Ratgeber wurde für diese Arbeiten der Erbauer des Schlosses Miramare/Italien herangezogen.

Der Bau der I. Wiener Hochquellenleitung sollte vertragsgemäß in vier Jahren vollendet sein, also 1874. Am 6. Dezember 1869 wurde im Höllental die erste Stollenmine gesprengt. Am anderen Endpunkt der Leitung, beim geplanten Wasserbehälter „Rosenhügel“ setzte Kaiser Franz Josef am 21. April 1870 den ersten Spatenstich für die Arbeiten an der Leitung.

Im Sommer des Jahres 1872 war eine Choleraepidemie ausgebrochen, die sich langsam Wien zu nähern drohte, – ein Schreckgespenst noch dazu, wo 1873 die Weltausstellung in Wien geplant war. Dazu gab es in vielen Teilen der Stadt zur Verlegung des neuen Rohrnetzes aufgegrabene Straßen. Als schlimmstes Übel aber, versagte noch die Kaiser-Ferdinands-Wasserleitung ihren Dienst, und es scheint wie ein Wunder, der Bau der I. Wiener Hochquellenleitung konnte um ein Jahr früher als vorgesehen, vollendet werden. Prof. SUESS, selbst ein unermüdlich Schaffender, eine starke dynamische Persönlichkeit, hatte es all die Jahre seines Wirkens verstanden, sei es mit zündenden Worten, sei es durch sein Beispiel, die besten Kräfte trefflicher Menschen seiner Umgebung hervorzuholen. In Zusammenarbeit mit Bürgermeister Dr. Cajetan FELDER, der sich als zäher, ernster, umsichtiger und begeisterungsfähiger Charakter offenbart, und zufolge der guten Arbeit GABRIELLIS konnte ein großes Werk in knappestester Zeit seine Vollendung finden.

Am 24. Oktober 1873 wurde die I. Wiener Hochquellenleitung eröffnet. Die Feier fand am Schwarzenbergplatz vor dem Hochstrahlbrunnen in Anwesenheit Kaiser Franz Josef, des Bürgermeisters Dr. Cajetan FELDER und der Gemeindevertretung und vieler tausender Wiener statt. Prof. SUESS sollte, wie er in seinen „Erinnerungen“ schreibt, großmütig von Bürgermeister Cajetan FELDER dazu ersucht, das Zeichen zum Öffnen des Hochstrahles des Brunnens geben. Beim ersten Versuch geschah nichts, beim zweiten Versuch wieder nichts. Nach einigen peinlichen Minuten jedoch stieg, nach anfänglichem Aufsprudeln an der Steigrohröffnung, der Wasserstrahl vierzig bis fünfzig Meter hoch in die Sonne auf und ein Regenbogen umspannte die Szene. Aus aller Munde brach ein Ruf des Entzückens aus. Der leitende Oberingenieur Carl MIHATSCH, Nachfolger des verstorbenen Carl JUNKERS, ein fähiger, tatkräftiger Mitarbeiter beim Bau der Hochquellenleitung und seine Leute, die den Wasserwechsel öffnen sollten, drehten den Wechsel vorerst verkehrt und waren im Begriffe diesen fast abzudrehen, bis sie ihn endlich öffneten. Die Ursache der Verzögerung der Inbetriebnahme des Hochstrahles, war in der großen Aufregung begründet, welche sich auch den Akteuren bei diesem feierlichen Akt bemächtigt hatte. Der gute Genius, der den Bau der Hochquellenleitung begleitete, hatte auch diese Situation letztlich gerettet. Auch Prof. SUESS war ergriffen und beschreibt sein Fühlen in diesem Augenblick: „Mir schnürte sich die Kehle zusammen. Mein Blick suchte in der Menge meine gute Frau; ich fand sie nicht“. Prof. SUESS wurde vom Bürgermeister Dr. Cajetan FELDER zu Kaiser Franz Josef geführt, der ihm mit gütigen Worten dankte.

In den nunmehr über 100 Jahren des Bestehens der I. Wiener Hochquellenleitung hat diese, auf Initiative und Beharrlichkeit Prof. SUESS zurückgehende Was-

serversorgungsanlage, vielen Generationen von Wienern ein herrlich schmeckendes frisches Gebirgswasser gebracht, das durch seine Güte – zum Unterschied von der früheren unzulänglichen Beschaffenheit des Wiener Wassers – vor gesundheitlichen Schäden schützt. Damit die gute Wasserqualität erhalten bleibt, wurde nicht nur ein bergrechtlicher Schutzrayon (1895/1896), sondern auch ein Wasserschutz- und Schongebiet (1965) für den Bereich des Schneeberg-, Rax- und Schneealpen-

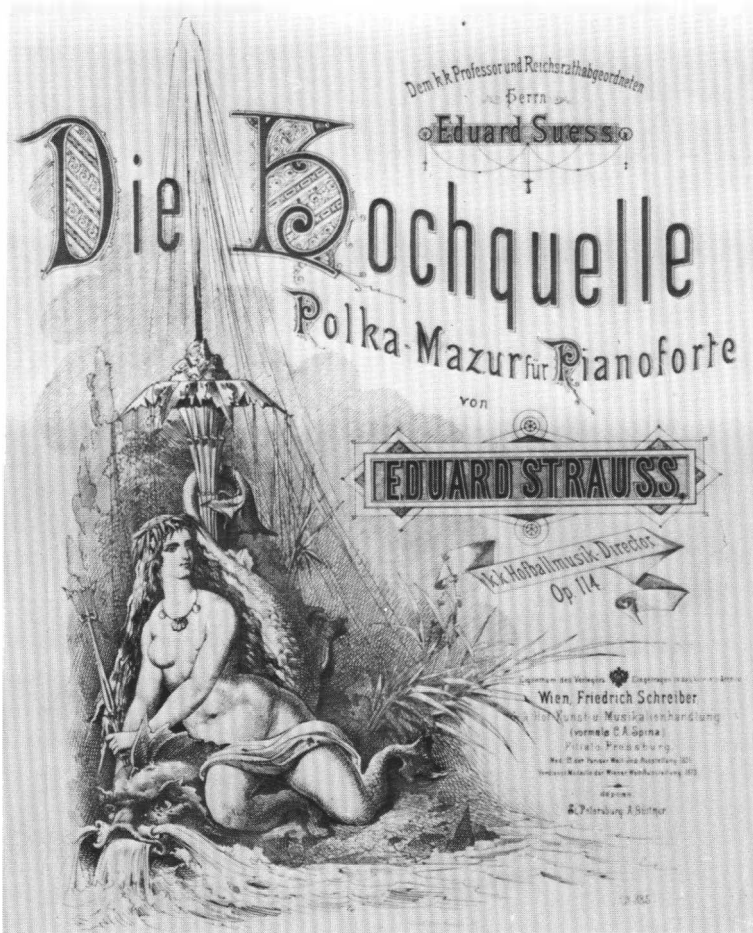


Abb. 4: Titelblatt der Polka-Mazur „Die Hochquelle“ von Eduard STRAUSS, Eduard SUESS gewidmet.

massives erwirkt. Fast das gesamte hydrologische Einzugsgebiet der I. Wiener Hochquellenleitung wurde in den vergangenen 100 Jahren von der Stadt Wien käuflich erworben. Das Ausmaß dieses Quellenschutzgebietes im Bereich der Forstverwaltung Naßwald, Hirschwang und Stixenstein beträgt Ende 1980 rund 17.955 ha.

Erinnern wir uns abschließend nochmals der Worte Prof. SUESS, die er als Referent der Wasserversorgungskommission in der Sitzung des Gemeinderates vom

10. Juli 1864 gesprochen hat: „Ich erlaube mir im Namen der Kommission den Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungskommission an den Gemeinderat der Stadt Wien ihrer freundlichen Aufmerksamkeit und ihrer Studien zu empfehlen. Es wird uns eine große Befriedigung sein, zu vernehmen, daß auch sie nach Durchlesung dieses Berichtes, das auf diesen Ausarbeitung verwendete Jahr nicht als ein verlorenes ansehen und zugestehen wollen, daß man jetzt mit viel größerer Beruhigung an die Entscheidung dieser hochwichtigen Fragen gehen kann. Ich hoffe, daß binnen kurzem die Geschichte der Stadt Wien einen Beschluß zu verzeichnen haben wird, welcher ihrer selbst gar sehr zum Wohle und ihrer Vertretung vor der ganzen Welt zu Ehre gereicht.“ Diesen prophetischen Worten Prof. SUESS ist im Hinblick auf die Bedeutung der tatsächlich weltweit bekannt gewordenen I. Wiener Hochquellenleitung wohl nichts hinzuzufügen.

So stehen wir heute voll Bewunderung vor diesem großen Werk.

Seien wir Prof. SUESS, der am 20. August 1981 seinen 150. Geburtstag begeht und den anderen Persönlichkeiten, die sich der großen Sache angenommen haben, für ihr damals offenbar unwirtschaftliches Bauen dankbar, denn wir sind heute die Nutznießer. Wir ehren sie, indem wir ihrem Werk neuen Glanz verleihen.

Anmerkung

In dem aus Anlaß des 100jährigen Bestandes und Betriebes der I. Wiener Hochquellenleitung am 24. Oktober 1973 eröffneten Wasserleitungsmuseum Kaiserbrunn (Gemeinde Kurort Reichenau an der Rax/NÖ) sind zahlreiche Erinnerungsgegenstände an den Schöpfer der I. Wiener Hochquellenleitung – Prof. Eduard SUESS – ausgestellt.

Literaturverzeichnis

- CZEIKE, F.: Hochquellenwasserleitung, Hochstrahlbrunnen, SUESS etc. [in]: Das Große Groner Wien Lexikon. – Wien–München–Zürich (F. Molden) 1974.
- DONNER, J.: 100 Jahre – I. Wiener Hochquellenleitung. – Österr. Wasserwirtschaft, 25, H. 9/10, Wien–New York 1973.
- Wiener Wasser – Dokumentation. – Wien aktuell, (19 Folgen) H. 41/1973 bis H. 9/1974.
- FELDER, C.: Erinnerungen eines Wiener Bürgermeisters. – Bearbeitung der Manuskripte durch Felix CZEIKE, Wien (Forum-Verlag) 1964.
- MIKSCH, W.: Herr über Wasser und Berge. Aus dem Leben des großen Wiener Geologen. – Österr. Buchklub der Jugend: Das große Abenteuer, H. 83, Wien (Österr. Bundesverlag) 1968.
- SUESS, Ed.: Referat des Mitgliedes der Wasserversorgungskommission Gemeinderat Prof. SUESS in der Sitzung des Gemeinderates der Stadt Wien vom 10. Juni 1864. – Jb. geol. Reichsanst., 14, H. 3, Wien 1864.
- SUESS, Erhard [Hrsg.]: Eduard SUESS. Erinnerungen. – 457 S., Leipzig (S. HIRZEL) 1916.
- Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungskommission des Gemeinderates der Stadt Wien – Wien (Selbstverlag des Gemeinderates) 1864.
- Ausstellungskatalog: Das Wasserleitungsmuseum der Stadt Wien in Kaiserbrunn. – Wien (Selbstverlag Wiener Wasserwerke) 1981.
- Die III. Wiener Wasserleitung. – Der Aufbau (Wiener Stadtbauverwaltung), März 1980, Wien–München (Verlag für Jugend und Volk) 1980.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 17. März 1981.

Das „Gondwana-Land“ Eduard SUESS 1885

Der Gondwanakontinent in erd- und biowissenschaftlicher Sicht

Von Erich THENIUS*

Mit 11 Abbildungen

Zusammenfassung

Nach einem historischen Überblick (Gondwanasystem MEDLICOTT 1872 als Manuskriptname; FEISTMANTEL 1876; Lemuria SCLATER 1874; Indo-Oceania BLANFORD 1875; „Gondwána-Land“ E. SUESS 1885; Archhelenis IHERING 1907; Pangaea WEGENER 1920) werden die neuen erdwissenschaftlichen Befunde, die von der Geophysik bis zur Paläontologie (Paläomagnetismus, Seismik, Umpolungen, Paßform der Kontinente, Ozeanbodenalter usw.) reichen, besprochen. Sie belegen die Existenz eines einstigen Gondwanakontinentes im Paläozoikum und seinen Zerfall im Mesozoikum.

Dieser Gondwanakontinent umfaßte sämtliche heutige Südkontinente (Südamerika, Afrika, Australien, Antarktis), ferner Vorderindien und Madagaskar und war somit kein Brückenkontinent, wie E. SUESS für das Gondwanaland annahm.

Die Bedeutung biowissenschaftlicher Befunde wird kritisch analysiert und aufgezeigt, daß sich wohl zahlreiche biogeographische Fragen und Probleme durch die Existenz eines Gondwanakontinentes und seines im Mesozoikum einsetzenden Zerfalls lösen lassen (z. B. Verbreitung der AS-Gruppen und andere Disjunktionen, Transantarktikroute), daß jedoch manche Beispiele einer heutigen Gondwana-Verbreitung nur plesiochore Schrumpfareale ohne paläogeographische Aussagekraft darstellen.

Im Kapitel Diskussion wird auf die noch bestehenden Probleme, vor allem in paläogeographischer Hinsicht hingewiesen.

Summary

After a short historical review (from SCLATER to WEGENER) a discussion of the new facts from the geophysics to the palaeontology (palaeomagnetism, seismic activity, palaeomagnetic reversals, fit of the continents, ocean-floor dating etc.) is given. They are the results of the Deep-Sea-Drilling-Project since 1968 and confirm the “sea-floor spreading” – and the “plate tectonics”-concept as the new basis of the continental drift.

South America, Africa, Madagascar, India, Antarctica and Australia were parts of a former supercontinent, named “Gondwána-land” by SUESS (1885) in the Palaeozoic and Mesozoic (Triassic and Jurassic) time. But the position of Madagascar

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Erich THENIUS, Institut für Paläontologie der Universität, Universitätsstraße 7/II, A-1010 Wien

and India is problematical, just so the mutual position from Afro-America and Antarcto-Australia.

The biological evidence for palaeogeographical conclusions (a former land-connection by land-organisms) is only possible under the following assumptions: 1) Monophyletic origin of the taxonomic units (e. g. sister-groups by apomorphic characters), 2) apochorous distribution pattern, 3) no active or passive spreading.

Einleitung

Der Name Gondwana oder Gondwanakontinent ist ein bei Erdwissenschaftlern und Biogeographen gebräuchlicher, wenn auch keineswegs allgemein anerkannter Begriff (vgl. MILLOT 1952). Im folgenden soll – im Rahmen des Gedenkbandes anlässlich der 150. Wiederkehr des Geburtstages von E. SUESS – ein Überblick über den gegenwärtigen Wissensstand des einstigen Südkontinentes gegeben werden, den Eduard Suess erstmals als Gondwána-Land bezeichnet hat.

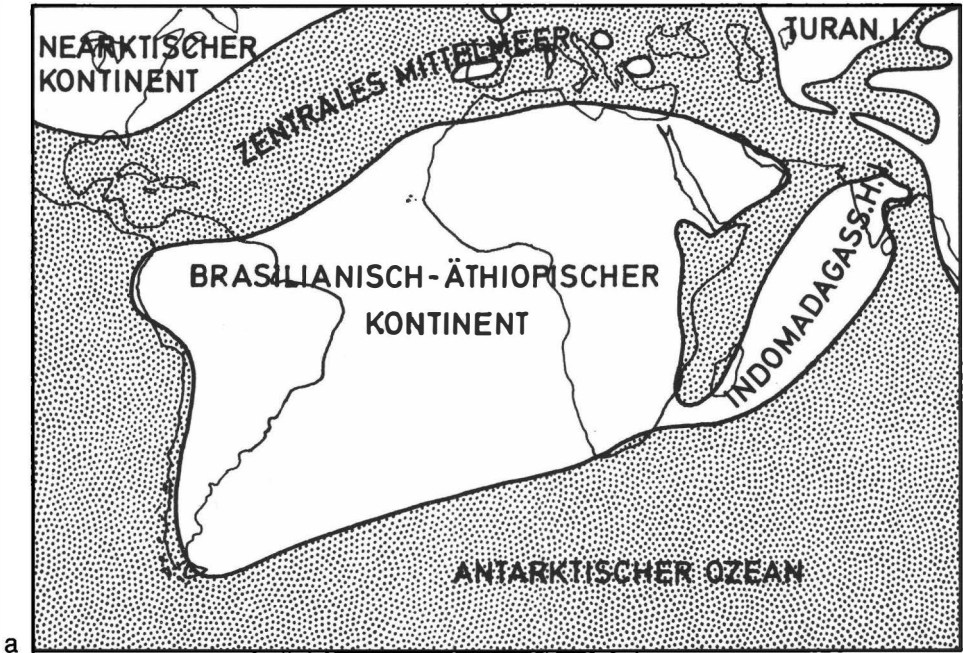
Die Bedeutung dieses Begriffes geht schon aus den wiederholt abgehaltenen Gondwana-Symposien (Buenos Aires 1967, s. BIGARELLA & al. 1967; Pretoria 1970, s. HAUGHTON 1970; Canberra 1973; Calcutta 1977, s. LASKAR & RAJA RAO 1979; Wellington 1980) der I.U.G.S. hervor, nachdem bereits vorher z. T. im Rahmen der Internationalen Geologen-Kongresse ähnliche Veranstaltungen abgehalten worden waren (TEICHERT 1952, Carey 1958, MEHTA & AHMAD 1964). Er führte durch das „sea-floor spreading“-Konzept zur allgemeinen Anerkennung einer Kontinentalverschiebung auch von seiten der Erdwissenschaften.

Historischer Überblick

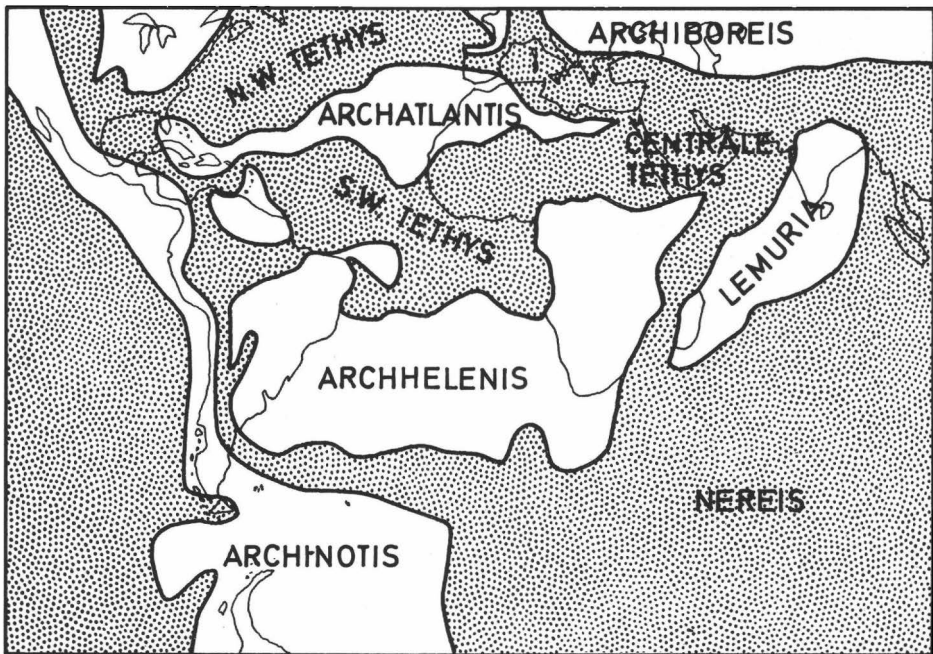
Die ersten Befunde, die später zum Begriff Gondwanakontinent führen sollten, gehen auf A. BRONGNIART zurück, der im Jahr 1828 Blätter von *Glossopteris*, einem Farnsamer aus Indien (*Gl. indica*) und Australien (*Gl. browniana*) beschrieb. 1859 wurde *Glossopteris* auch aus Südafrika, 1895 aus Südamerika bekannt.

Der Begriff Gondwana wurde erstmals 1872 von H. B. MEDLICOTT, Superintendent des Geological Survey of India, in einem internen Report für nichtmarine Ablagerungen unterhalb des Dekkan-Trapp in Vorderindien gebraucht. Der Name leitet sich von einem indischen Volksstamm, den Gonds ab, deren Reich im 15. Jahrhundert in Madhya Pradesh lag. Gondwana bedeutet – worauf M. SCHWARZBACH wiederholt hingewiesen hat – soviel wie Land der Gonds.

Der Name Gondwana wurde im Druck erstmals von dem im Dienst des Geological Survey of India stehenden Paläobotaniker O. FEISTMANTEL (1876: 28) als „Gondwana series“ oder „system“ erwähnt (vgl. FOX 1931, METHA 1971). Er soll jedoch bereits von H. F. BLANFORD, gleichfalls Mitarbeiter des Geological Survey, in seiner physischen Geographie Indiens genannt worden sein, was leider nicht überprüft werden konnte (vgl. FEISTMANTEL 1876, GUPTA 1973). Auffällig ist und dagegen spricht jedoch, daß H. F. BLANFORD noch 1875 von „plant-bearing series“ anstelle von „Gondwana series“ spricht. Diese Gondwana-Serie setzt sich aus fluviatilen und lakustrischen Sedimenten zusammen, die verschiedentlich



a



b

Abb. 1: Brückenkontinente der Südhemisphäre. a – brasilianisch-äthiopischer Kontinent mit indomadagassischer Halbinsel im Jura nach NEUMAYR (1887), b – Archhelenis, Lemuria und Archinotis als einstige Kontinente nach VON IHERING (1927). Verändert umgezeichnet.

Pflanzenreste (z. B. *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Schizoneura*, *Ptilophyllum*) enthalten. Bereits FEISTMANTEL unterscheidet 1876 eine Lower Gondwana-Serie (Talchir, Damuda und Panchet) mit der *Glossopteris*-Flora und eine Upper Gondwana-Serie (Rajmahal, Jabalpur und Kuchh [= Cutch]) mit der *Ptilophyllum*-Flora.

H. F. BLANFORD (1875) war es übrigens, der – wenn man von den Vermutungen von J. MARCOU (1860) (erwähnt von MEHTA 1971) und W. STOW (1871) über einen ehemaligen einheitlichen Südkontinent absieht – einen Indo-Oceania-Kontinent postulierte und damit eine kontinentale Verbindung zwischen Indien und Südafrika sowie auch Australien annahm. BLANFORD stützte seine Auffassung auf die Ähnlichkeiten der fossilen Faunen und Floren (v. a. *Glossopteris*-Flora) sowie auf die von Tiergeographen angenommene einstige Landverbindung zwischen der Äthiopis und Indien (Lemuria). “The affinities between the fossils both animals and plants, of the Beaufort group of Africa and those of the Indian Panchéts and Kámthis are such as to suggest the former existence of a land connexion between the two areas” (BLANFORD 1875: 534). Da für dieses mesozoische Land ein Name wünschenswert erscheint, schreibt BLANFORD (1875: 536): “I would propose that of Indo-Oceania” “This Indo-Oceanic land appears to have existed from at least early Permian time, probably (as Prof. HUXLEY has pointed out) up to the close of the Miocene epoch; and South Africa and Peninsular India are the existing remnants of that ancient land“ (BLANFORD 1875: 538).

Eduard SUESS war es jedoch, der in seinem umfassenden Werk „Das Antlitz der Erde“ erstmalig den Begriff *Gondwana-Land* (1885: 768) schuf (wegen der gemeinsamen Gondwana-Flora), das Afrika, die Arabische Halbinsel, Madagaskar, (Ost-)Indien und Ceylon in Form eines Brückenkontinentes umfaßt haben soll. SUESS spricht (1885: 768, 773) auch von Indo-Afrika und erweitert erst später (1909) den Begriff Gondwana auch auf Südamerika. SUESS wies auf die Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen in der Abfolge der nichtmarinen Serien und ihrer fossilen Flora in Afrika und Indien hin, an deren Basis überdies glaziale Bildungen (Dwyka-Konglomerat bzw. Talchir-beds) auftreten und stützte sich dabei besonders auf die Arbeiten von W. T. BLANFORD (in BLANFORD & THEOBALD 1856), H. F. BLANFORD (1875) und O. FEISTMANTEL (1876, 1877, 1878) in Vorderindien bzw. P. S. SUTHERLAND in Südafrika. Australien wird von E. SUESS auch später in den folgenden Bänden vom „Antlitz der Erde“ (II/1888, III1/1901, III2/1909) nicht ausdrücklich als Teil des „Goldwanalandes“ erwähnt.

E. SUESS hat zwar nicht ausdrücklich von einem Brückenkontinent gesprochen, doch geht aus dem Text (diesbezügliche Abbildungen sind kaum vorhanden) eindeutig hervor, daß Südamerika, (Süd-)Afrika und Indien von ihm als Reste (Horste) eines einstigen Großkontinentes angesehen wurden, die nunmehr durch die abgesunkenen ozeanischen Becken (Atlantik und Indik) getrennt werden. Damit ist eindeutig erwiesen, daß E. SUESS, wie auch nach ihm etwa M. NEUMAYR (1887), einen Brückenkontinent (Abb. 1a) annahm, d. h. eine Verbindung der Kontinente auf einstige Landbrücken und nicht auf einen direkten Kontakt zurückführte. Auch nach E. SUESS soll dieses „Gondwana-Land“ zum großen Teil dem einstigen Lemuria der Tiergeographen entsprochen haben. Lemuria wurde 1874 von P. L. SCLATER als hypothetischer Kontinent zwischen Madagaskar und Indien wegen der Verbreitung von Halbaffen angenommen.

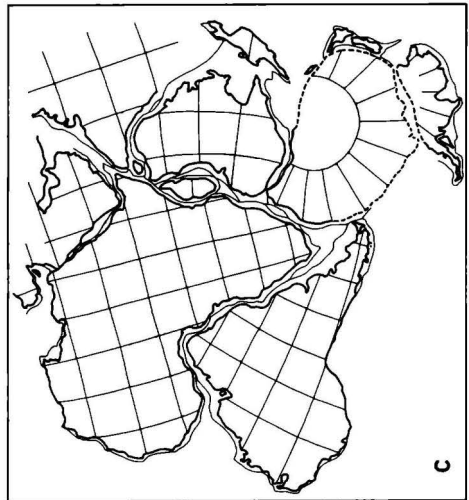
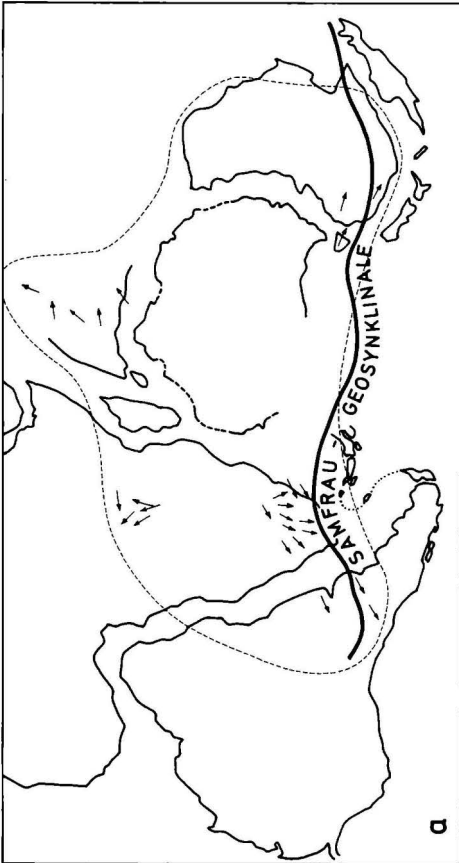
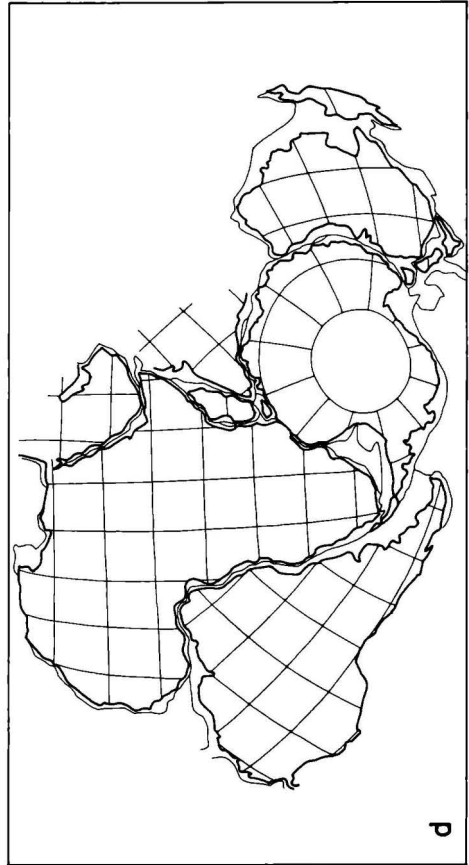
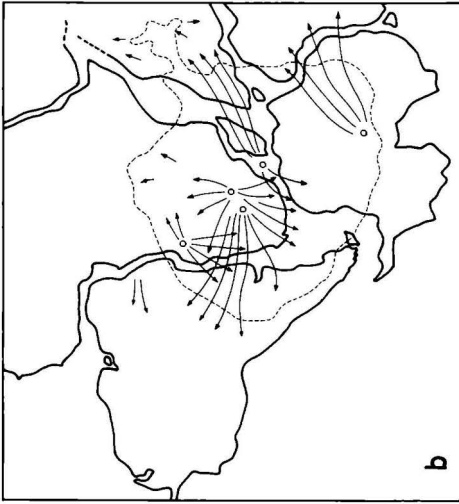
Im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts erfolgte nicht nur der Nachweis der *Glossopteris*-Flora auch in Südamerika (HETTNER 1891)*, sondern es wurde von Tiergeographen eine einstige Landbrücke über den Südatlantik angenommen. Dieser von IHERING als Archhelenis bezeichnete Brückenkontinent soll einst die alten Schilde von Südamerika und Afrika (Archibrasilia und Archafrika) verbunden haben (v. IHERING [1890] 1907) (Abb. 1b). Entscheidend war für VON IHERING die Verbreitung von Süßwassertieren, wie Flußmuscheln, Fischen und Schildkröten. Keine dieser Vorstellungen von Brückenkontinenten (Lemuria, Gondwana, Archhelenis) wurde jedoch allgemein anerkannt.

Das Konzept eines Gondwana-Kontinentes wurde erst wieder 1912 durch A. WEGENER aufgegriffen und im Rahmen seiner Kontinentalverschiebungshypothese einer neuen Deutung zugeführt. WEGENER nahm einen einheitlichen Urkontinent an, den er Pangaea nannte und der im Jung-Paläozoikum aus dem einstigen Nord-(Laurasia) und Südkontinent (Gondwana) bestanden haben soll (WEGENER 1920). Der Gondwanakontinent umfaßte nach WEGENER Südamerika, Afrika, Antarktis, Madagaskar, Vorderindien und Australien. Die heute getrennten (Teil-)Kontinente von Gondwana bildeten damals eine einheitliche Landmasse, die seither zerfiel. Da die von WEGENER angenommenen Ursachen zur Erklärung der Kontinentaldrift (Polfluchtkraft, Polwanderungen) nicht ausreichten, wurden seine Vorstellungen von den Geophysikern nicht anerkannt. Auch die meisten Geologen lehnten die Kontinentalverschiebungstheorie ab. Lediglich Biowissenschaftler griffen die Wegener'sche Hypothese auf, um vor allem disjunkte Verbreitungsbilder zu erklären (vgl. IRMSCHER 1922, 1929).

Inzwischen war die *Glossopteris*-Flora durch SEWARD (1914) aus der Antarktis nachgewiesen worden. Dennoch blieb der Kontinentalverschiebungstheorie die Anerkennung versagt, wenn man von vereinzelt Ausnahmen, wie etwa dem südafrikanischen Geologen A. DU TOIT (1937) absieht. A. DU TOIT brachte u. a. die schon seinerzeit herangezogenen Spuren von einer einstigen jungpaläozoischen Vereisung in Südamerika, Süd- und Zentralafrika, Vorderindien und Australien erneut ins Gespräch und stützte seine Auffassungen durch den übereinstimmenden geologischen Bau Südamerikas und des westlichen Afrikas und durch den einstigen Verlauf eines Geosynklinalsystems, welches sich über das südliche Südamerika, Südafrika, Tasmanien und Ostaustralien erstreckte (Abb. 2a). Damit war auch die Paläoklimatologie in die Diskussion um den Gondwanakontinent einbezogen worden, wobei zunächst nicht entschieden werden konnte, ob es sich nur um Polwanderungen oder um Kontinentalverschiebungen bzw. beides handelte.

Erst in den 50-er Jahren begann sich ein Umschwung abzuzeichnen, der – wie bereits erwähnt – von der Geophysik seinen Ausgang nahm. Dieser Umschwung wurde durch den Paläomagnetismus eingeleitet. Untersuchungen des Gesteinsmagnetismus unter der Leitung von P. M. S. BLACKETT in England und später auch durch RUNCORN in Indien und anderen Kontinenten seit Mitte der 50er Jahre führten zu dem Ergebnis, daß die Lage der Kontinente zueinander während der Erdgeschichte keineswegs konstant war (vgl. BLACKETT & al. 1965, CREER & al.

* Bereits 1869 wurden Reste von *Gangamopteris* aus Brasilien beschrieben.



1957, RUNCORN 1955, 1962, 1970). Dies bedeutet, daß einst Kontinentalverschiebungen stattgefunden haben müssen.

Einen Schritt weiter ging das auf ozeanographischen Befunden beruhende „sea-floor spreading“-Konzept von H. H. HESS, das soviel wie Meeresbodenverbreiterung bedeutet (s. DIETZ 1961). Nach diesem Konzept bildeten sich die heutigen Ozeane (Atlantik, Pazifik, Indik) durch Neubildung des Ozeanbodens im Bereich des sog. „rift valley“ (Zentralgraben) der mittelozeanischen Rücken. Dieses Konzept wurde zwar bereits 1941 durch den österreichischen Geologen O. AMPFERER für den Atlantik (den einzigen Ozean, von dem damals ein mittelozeanischer Rücken durch die Untersuchungen des deutschen Forschungsschiffes „Meteor“ bekannt war) vorweggenommen, doch blieben seine Vorstellungen selbst in Kreisen der Erdwissenschaftler unbekannt und wurden erst kürzlich der Vergessenheit entrissen (THENIUS 1980a). O. AMPFERER und H. H. HESS nahmen Konvektionsströmungen im Erdmantel an, die zur Entstehung des (basaltischen) Ozeanbodens und damit zur Verschiebung der Kontinente geführt haben sollen. Im Jahr 1963 entwickelten die Geophysiker VINE & MATTHEWS eine Hypothese, wonach es in der Vorzeit wiederholt zu Umpolungen des erdmagnetischen Feldes gekommen sei. Sie versuchten damit das damals erst vereinzelt nachgewiesene, zweiseitig symmetrische Muster beiderseits des „rift valley“ zu erklären, eine Deutung, die zugleich das „sea-floor spreading“ beweisen sollte.

Die Bestätigung dieser Auffassungen erbrachten die seit 1968 im Rahmen des DSDP systematisch in allen Weltmeeren durchgeführten Tiefseebohrungsprogramme durch das US-Forschungsschiff „Glomar Challenger“. Diese geophysikalischen, petrologischen, geologischen und paläontologischen Untersuchungen zeigten, daß in sämtlichen Ozeanen mittelozeanische Rücken in Form eines erdumspannenden Systems auftreten und daß der Ozeanboden (basaltisches „basement“ und Meeressedimente) vom Zentralgraben der mittelozeanischen Rücken bis zum Kontinentalsockel an Alter zunimmt und die ältesten Böden der heutigen Ozeane zur Jurazeit entstanden sind.

In den Jahren 1967/68 war überdies von den Geophysikern DAN MC KENZIE & R. L. PARKER aus Cambridge sowie J. MORGAN von der Princeton-Universität in New Jersey das „plate tectonics“-Konzept entwickelt worden. Nach diesem Konzept besteht die Erdkruste (Lithosphäre) aus mehreren, sphärisch gekrümmten Platten, die sowohl Kontinente als auch Ozeane umfassen können. Damit war neuerlich im Prinzip die Kontinentalverschiebung von Seiten der Geophysik anerkannt worden, wenn auch unter anderen Voraussetzungen als WEGENER annahm. Gegenseitiges Verschieben dieser Platten führt zu Gebirgsbildungen, zum Vulkanismus und zur Entstehung vulkanischer Inselbögen. Da diesem Konzept weltweite Gültigkeit zukommt, spricht man auch von der globalen Tektonik. Freilich bestehen auch gegenwärtig noch zahlreiche Probleme, vor allem über Umfang,

Abb. 2: Der Gondwanakontinent in vier verschiedenen Rekonstruktionen. a – nach DU TOIT (1937), b – nach MAACK (1969), c – nach AHMAD (1961), d – nach SMITH & HALLAM (1970). Beachte die unterschiedliche Position der Antarktis, Madagaskars und Vorderindiens. Anordnung der „Kontinente“ nach dem Verlauf der Samfrau-Geosynklinale und den Spuren der jungpaläozoischen Eiszeit (a, b), nach der einstigen Verteilung von Meer und Land (c) sowie nach der Paßform der Kontinentalsockelränder. Pfeile = Eisrichtung, Kreise = Vereisungszentren. Sämtliche Vorlagen meist etwas vereinfacht umgezeichnet.

Zahl und Position der einzelnen Platten, worauf an Hand des Gondwanakontinentes noch konkret zurückgekommen sei. Jene Stellen der Lithosphäre, an denen Ozeanplatten als spezifisch schwerere Schollen in den oberen Erdmantel einsinken (sog. Benioff-Zonen), sind durch Tiefseegräben gekennzeichnet. In größerer Tiefe kommt es zur Aufschmelzung der Ozeanplatten. Diese Tiefseegräben sind echte Verschluckungs- oder Subduktionszonen. Sie bilden zusammen mit den Faltengebirgen richtige Einengungszonen der Erdkruste und dokumentieren zugleich, daß das „Sea-floor spreading“-Konzept nicht unbedingt mit einer Expansion der Erde verbunden sein muß (vgl. THENIUS 1977).

Nach diesem historischen Überblick wollen wir uns nun den erd- und biowissenschaftlichen Befunden zuwenden, die für einen Gondwanakontinent sprechen. Da nach den Ergebnissen der Ozeanographie und Meeresgeologie die *Ozeane* Neubildungen sind und keinen abgesunkenen Kontinentalteilen entsprechen, erübrigt sich die Diskussion der Frage direkte Landverbindung oder Brückenkontinent? Einstige Landbrücken sind praktisch nur im Bereich des Kontinentalschelfes anzunehmen, wie sie etwa der heutigen Nord- und Sundasee oder der Bering- und der Torresstraße entsprechen.

Erdwissenschaftliche Befunde

Die erdwissenschaftlichen Befunde für die einstige Existenz eines Gondwanakontinentes reichen von der Geophysik über die Mineralogie, Petrologie und Geologie bis zur Paläontologie und Ozeanographie. Von einigen war bereits die Rede (z. B. Alter des Ozeanbodens, Paläomagnetismus und wiederholte Umpolungen) (vgl. dazu TARLING & RUNCORN 1973, THENIUS 1977).

Die Teile des Gondwanakontinentes bestehen größtenteils aus alten, präkambrischen Kernen (z. B. Guyana- und Brasilianischer Schild, Alt-Afrika, Madagaskar, Vorderindien, Ost-Antarktis, Australien). Übereinstimmungen ergeben sich nicht nur in der Zusammensetzung und im Alter der präkambrischen Kerne von Afrika und Südamerika, sondern auch nach ihren Strukturen durch eine gemeinsame geologische Geschichte, die vor allem durch den Pan-Afrikanisch-Brasilianischen Gebirgsbildungszyklus im Jung-Präkambrium samt Metamorphose (vor 700–450 Millionen Jahren) deutlich wird (BEURLEN 1974, CAREY 1958, HURLEY & RAND 1969, KING 1958, 1965, MAACK 1964, 1969, DU TOIT 1937, WEGENER 1929). Dementsprechend lassen sich auch gemeinsame Erz- und Mineralprovinzen in den Küstenländern des Südatlantik beobachten (Abb. 3). Ähnliches wird für Vorderindien und Westaustralien angenommen (vgl. DERRY 1980, GROVER 1978, LEUBE 1978, PETRASCHECK 1973, STRUNZ 1980).

Auch die erdgeschichtlich jüngeren (paläo- und mesozoischen) Ablagerungsräume zeigen eine gleichartige Geschichte (CASTER 1952). Dazu kommen die Faltengebirgszonen Argentiniens, der Falkland-Inseln, des Kaplandes und der West-Antarktis sowie Tasmaniens und des östlichen Australien. Sie sprechen für eine einst durchlaufende Geosynklinale, die DU TOIT (1937) als Samfrau-Geosynklinale bezeichnet hat. Die Samfrau-Orogenese ist im wesentlichen auf das Paläozoikum beschränkt. Allerdings reichen die letzteren Befunde nicht zu einer endgültigen Beurteilung der gegenseitigen Position (vgl. Abb. 2) der Einzelkontinente

zueinander aus (vgl. TESSENSOHN 1980). Schließlich ist noch der Vulkanismus als Begleiterscheinung des Zerfalles des Gondwanakontinentes besonders im Bereich von Afro-Amerika zu erwähnen.

Bei der Beurteilung der einstigen Position der Einzelkontinente hat die Paßform („fit“) der Kontinentalschollenränder weitergeholfen. Für Südamerika und Afrika

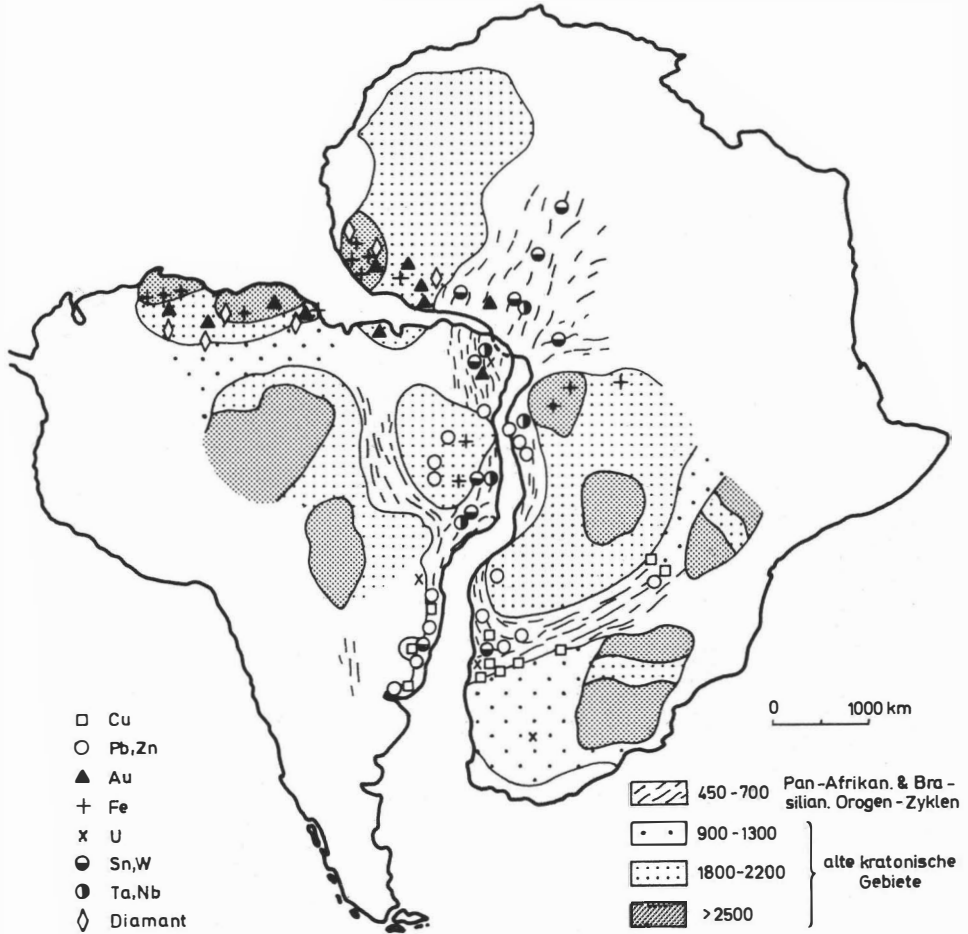


Abb. 3: Die Verteilung der Erzprovinzen im Präkambrium Afrikas und Südamerikas und der Verlauf der pan-afrikanischen und brasilianischen Orogen-Zyklen. Zahlen = Jahrmillionen. Nach LEUBE (1978). Umgezeichnet.

zeigte sich die beste Paßform nicht, wie WEGENER annahm, bei der 200 m Tiefenlinie, sondern bei der 2000 m-Tiefenlinie (s. CAREY 1958). Auch für die Ostantarktis und Südastralien konnte durch die Paßform die einstige Position dieser beiden Kontinente zueinander festgelegt werden (s. SPROLL & DIETZ 1969, SMITH & HALLAM 1970) (Abb. 2d). Nicht eindeutig geklärt ist nach wie vor die einstige Position dieses Doppelkontinentes zu Afro-Amerika sowie die Lage von Mada-

gaskar und von Indien innerhalb des Gondwanakontinentes (vgl. dazu Abb. 2 a-d).

Ein weiterer Befundkomplex, nämlich Spuren jungpaläozoischer Vereisungen wie U-Täler, Gletscherschliffe, Tillite und fluvioglaziale Sedimente, bestätigt zwar die Existenz des Gondwanakontinentes, doch gibt die Richtung der Eisströme keine näheren Hinweise auf die einstige gegenseitige Lage der Kontinente, ganz abgesehen davon, daß die exakte Gleichsetzung der Ereignisse trotz beachtlicher Fortschritte bei der Altersdatierung nicht immer gewährleistet ist bzw. auch die

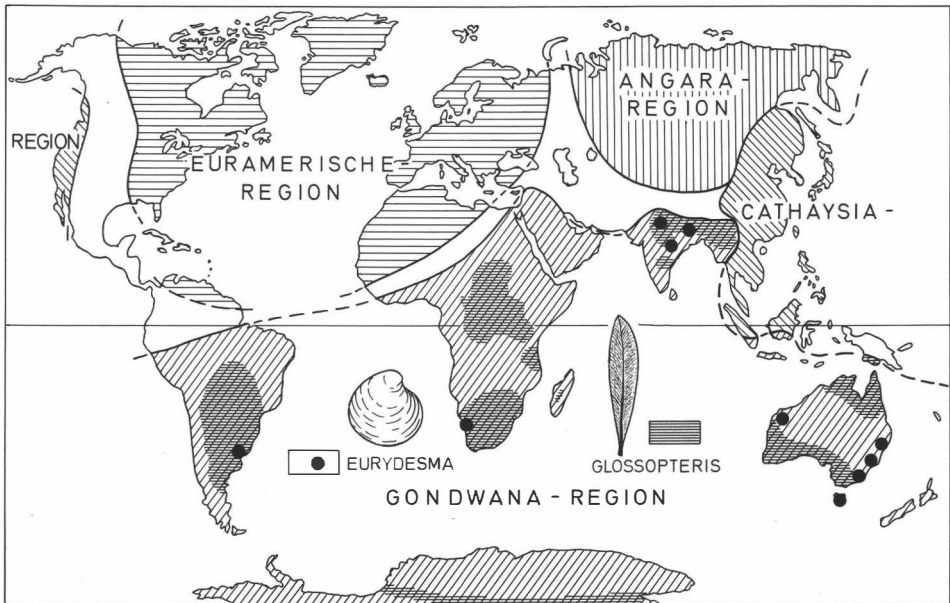


Abb. 4. Die Verbreitung der *Glossopteris*-Flora und der *Eurydesma*-Kaltwasserfauna im Unter-Perm sowie die Florenregionen zur Zeit des Ober-Karbon/Unter-Perm. Die einstige Verbreitung der *Glossopteris*-Flora ist am einfachsten durch einen Gondwana-Kontinent zu erklären. Nach PLUMSTEAD (1973) verändert und ergänzt umgezeichnet. Die *Glossopteris*-Flora ist neuerdings auch aus Südtibet nachgewiesen worden (HSU 1976).

rein glaziale Entstehung mancher Diamiktite (Tillite und Tillioide) keineswegs sicher ist. Wie PLUMSTEAD (1964) betont, war die jungpaläozoische Vereisung des Gondwana-Kontinentes zwar kein einmaliges Ereignis, dennoch löst die Annahme einer einheitlichen Landmasse am besten die paläoklimatologische Problematik. So ist etwa das Karroo-System im Kaokoveld als Randfazies der Gondwana-Schichten des Parana-Beckens anzusehen (AHMAD 1966, AHMAD & AHMAD 1962, BOWEN 1964, CROWELL & FRAKES 1970, FRAKES & CROWELL 1970, FRAKES, KEMP & CROWELL 1975, KING 1962, MARTIN 1961).

Zu diesen Fakten kommen zahlreiche paläontologische Befunde, die nicht nur die einstige direkte Landverbindung zwischen Südamerika und Afrika bestätigen, sondern auch die Möglichkeit eines Austausches von Landtieren bzw. -pflanzen zwischen Südamerika und Afrika einerseits, der Antarktis und Australien ander-

seits erkennen lassen. Dazu kommt, daß durch Fossilien der Zeitpunkt des Auseinanderbrechens einzelner Kontinentalerschollen besser eingengt bzw. erfaßt werden kann.

Das wohl bekannteste Beispiel ist die schon erwähnte *Glossopteris*-Flora, die eigentlich der Anlaß für die Annahme eines einstigen Südkontinentes war. Die

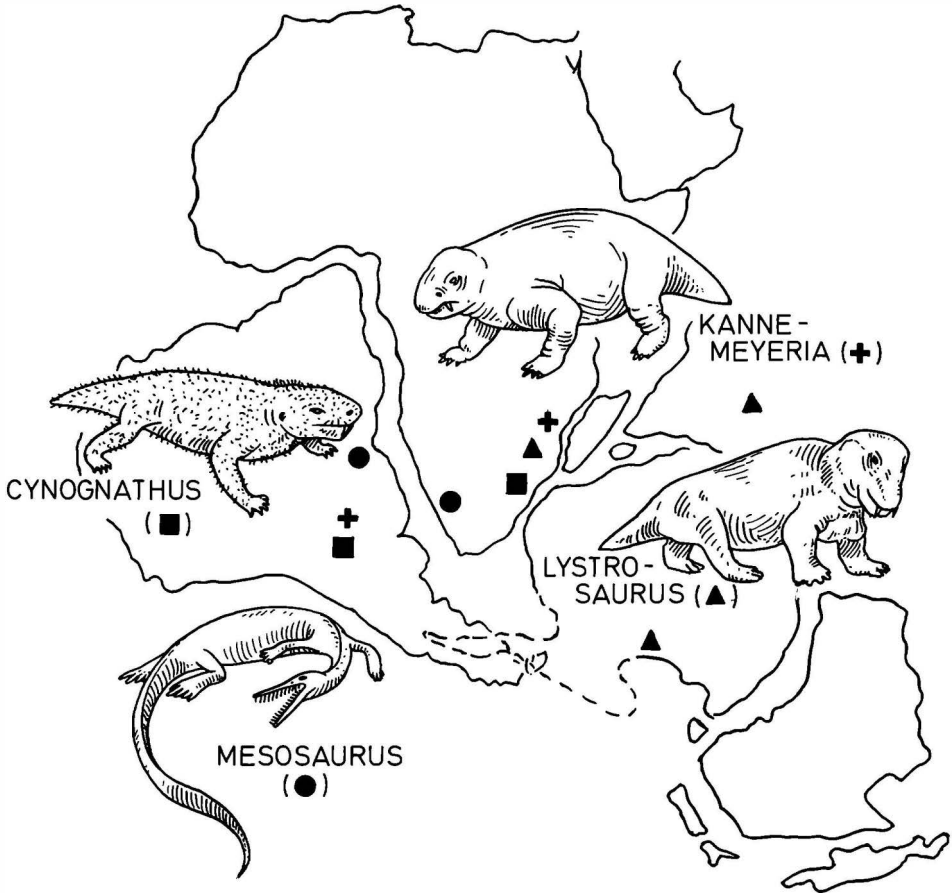


Abb. 5: Der Gondwana-Kontinent und die Verbreitung nichtmariner Reptilien im Unter-Perm (*Mesosaurus*) und zur U-Trias (*Lystrosaurus*, *Kannemeyeria*, *Cynognathus*). *Mesosaurus* = Seebewohner. Aus THENIUS (1976).

Glossopteris-Flora des (älteren) Perm unterscheidet sich nach der Zusammensetzung wesentlich von den Floren der damaligen Nordhemisphäre (euramerische Flora, Angara- und Cathaysia-Flora), was mit der Paläogeographie und dem Klima von einst erklärt werden kann (s. MEYER 1970; vgl. HART 1974). Die *Glossopteris*-Flora, die durch zahlreiche Farnsamer (z. B. *Glossopteris*, *Gangamopteris* und *Palaeovittaria* als Blatt-, sowie *Vertebraria* als Rhizomgattung; *Scutum*, *Hirsutum*, *Ottokaria*, *Lanceolatus* und *Pluma* als Fruktifikationen; vgl. PLUMSTEAD 1964, 1973) charakterisiert ist, wird als Flora der gemäßigten Zone angesehen und

ist aus Südamerika, von den Falkland-Inseln, Afrika, Madagaskar, der Antarktis, Indien, Tibet (HSU 1976) und Australien nachgewiesen (Abb. 4). Lepidophyten treten weitgehend zurück und sind nach EDWARDS (1952) überdies mit Arten der nördlichen Hemisphäre nicht identisch. Auch aus der Antarktis konnte durch neuere Untersuchungen die ganze Abfolge der Gondwana-Serie mit Floren nachgewiesen werden (PLUMSTEAD 1962). *Glossopteris* selbst ist zweifellos eine Formgattung, die nach CHANDRA & SURANGE (1979) mehreren Genera und Familien zuzuordnen ist.

Eine ähnlich begrenzte räumliche Verbreitung wie die *Glossopteris*-Flora zeigt die damalige *Eurydesma*-Fauna (benannt nach einer Muschel) als Meeresfauna. Die *Eurydesma*-Fauna war als Kaltwasserfauna auf die Ränder des damaligen Gondwanakontinentes beschränkt und ist aus Südamerika, Südafrika, Indien und Australien bekannt. Die *Eurydesma*-Schichten verzahnen sich entweder mit glazialen Sedimenten oder überlagern diese. Verbreitung und Begleitfauna unterscheiden diese Marinfrauna stark von den damaligen Warmwasserfaunen mit Fusuliniden und Tethys-Korallen (s. GOBBETT 1973, LEED 1952) (Abb. 4).

Im älteren Perm von Südbrasilien und Südafrika ist *Mesosaurus* (= *Stereosternum*), ein aquatisches Reptil, verbreitet. Es war ein Bewohner des einstigen Binnengewässers, das Teile Südafrikas und des südlichen Südamerikas bedeckte. Weitere fossile Wirbeltiere, welche den einstigen Kontakt zwischen Afrika und Südamerika bzw. der Antarktis bestätigen, sind *Lystrosaurus* und *Thrinaxodon* als Therapsiden, ferner *Procolophon* als Anapside aus der älteren Trias (Abb. 5) sowie *Araripesuchus* und *Sarcosuchus* als Crocodyliden in der älteren Kreide. *Lystrosaurus* als Leitform der *Lystrosaurus*-Zone von Südafrika konnte von COLBERT (1969) in der Antarktis (Fremouw Formation) nachgewiesen werden. *Lystrosaurus* ist auch aus Indien und Südwestchina bekannt (COLBERT 1970, 1972, 1973). Der Nachweis von *Lystrosaurus*, *Procolophon* und *Thrinaxodon* bestätigt, daß die Antarktis zur älteren Trias ein Teil des Gondwanakontinentes war. *Araripesuchus* und *Sarcosuchus* sind Süßwasserkrokodile, die erst kürzlich durch BUFFETAUT (1979) aus dem Apt von Nigerien und Brasilien beschrieben wurden. Auch dieser Nachweis setzt einen landfesten Kontakt und zwar zwischen Südamerika und Westafrika noch zur Unter-Kreide voraus.

Dies wird durch nichtmarine Ostracodenfaunen aus dem „Wealden“ von Nordostbrasilien (Prov. Sergipe) und Westafrika (Gabun, Angola) bestätigt (vgl. GREKOFF 1953, GREKOFF & KRÖMMELBEIN 1967, KRÖMMELBEIN 1965, 1966, KRÖMMELBEIN & WEBER 1971). Durch Erdölbohrungen sind Profile in der Bahia-Serie (Brasilien) und der Cocobeach-Serie (Gabun) mit übereinstimmenden nichtmarinen Ostracodenfaunen nachgewiesen, die den einstigen landfesten Kontakt zwischen Südamerika und Afrika dokumentieren (Abb. 6). Auch Evaporite, die einem proto-atlantischen Stadium entsprechen, können als Belege dafür angesehen werden, daß Afrika und Südamerika noch zur älteren Kreidezeit einen einheitlichen Kontinent bilden.

Wann entstand nun der Südatlantik bzw. wann war die erste durchgehende Meeresverbindung vorhanden? Verschiedentlich ist die Trennung zwischen Südamerika und Afrika bereits für das Perm angenommen worden. Andere Autoren verlegen dieses Ereignis in die Jurazeit. Auch hier geben Fossilien und zwar Am-

moniten-Faunen nähere Hinweise, doch differieren die Altersangaben etwas. Während nach KENNEDY & COOPER (1975) sowie FÖRSTER (1978) eine offene marine Zirkulation erstmalig im Ober-Alb, also bereits zur jüngsten Unter-Kreidezeit existierte, war dies nach REYMENT & TAIT (1972) erst im jüngeren Unter-Turon, also zur älteren Ober-Kreidezeit der Fall (Abb. 7). Ungeachtet dieser Diffe-

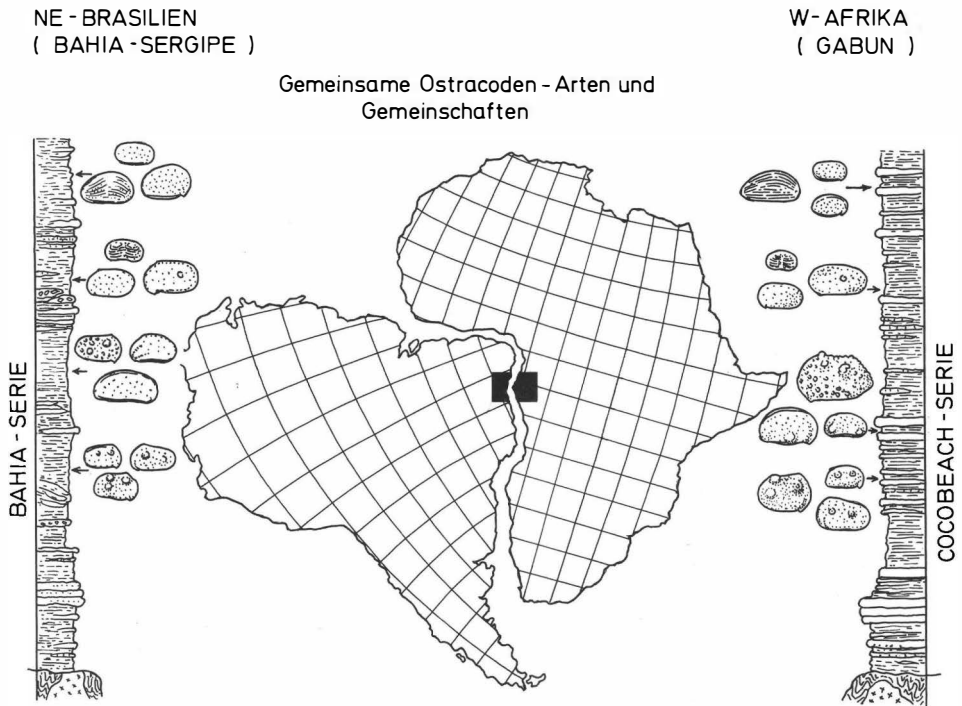


Abb. 6: Paläogeographie und Paläontologie. Übereinstimmende Profile mit nichtmariner Ostracoden-fauna im „Wealden“ (Ober-Jura – Unter-Kreide) NE-Brasiliens und W-Afrikas (Gabun) als Beweis für die Existenz eines afro-amerikanischen Doppelkontinentes noch zur älteren Kreidezeit. Nach Vorlagen von KRÖMMELBEIN (1966, 1971) kombiniert zusammengestellt.

renzen kann angenommen werden, daß die Trennung von Südamerika und Afrika erst zur „mittleren“ Kreidezeit erfolgte, eine für Biogeographen außerordentlich wichtige Feststellung, zumal von geophysikalischer Seite auf Grund von Tiefseebohrungen eine bereits zur frühen Kreidezeit erfolgte Aufspaltung vertreten wird (was lediglich für den südlichen Südatlantik zutrifft) (vgl. MAXWELL & al. 1970).

Zunächst aber noch zu weiteren paläontologischen Befunden. So sind aus dem Paleozän Brasiliens sowohl eine *Xenopus*-Art (*X. romeri*) als auch eine Blindwühle (Gymnophione: *Apodops*) bekannt geworden, welche den heutigen westafrikanischen Formen (*Xenopus tropicalis* als Anure, *Geotrypetes* als Gymnophio-

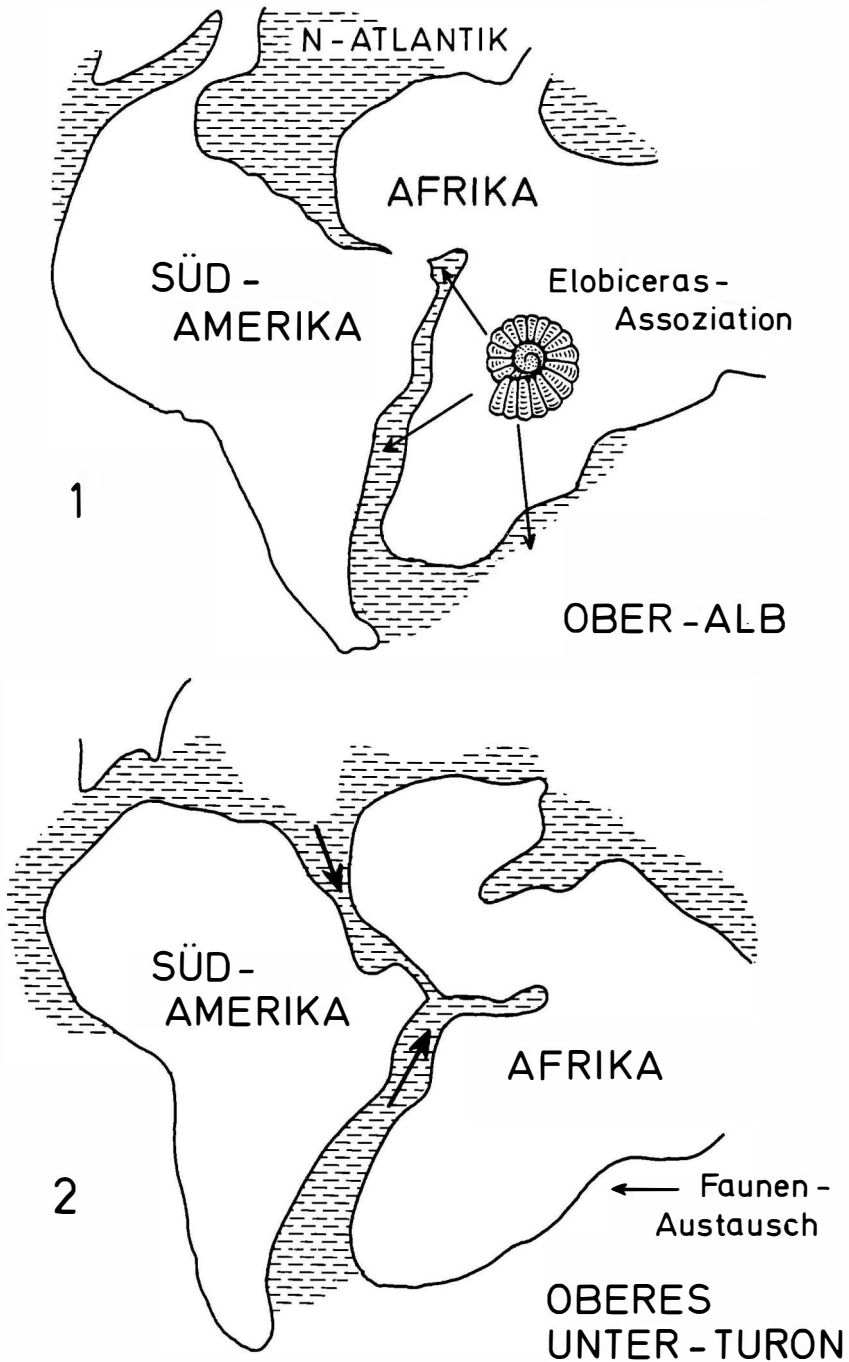


Abb. 7: Paläogeographie und Paläontologie. Erste durchgehende Meeresverbindung zwischen Südamerika und Afrika nach (marinen) Ammonitenfaunen zur älteren Ober-Kreidezeit (oberes Unter-Turon). Nach REYMENT & TAIT (1972) verändert umgezeichnet.

ne) näherstehen als den neotropischen (ESTES 1975, ESTES & WAKE 1972). Sind diese Amphibien durch Meeresströmungen (etwa durch Bauminselfn) nach Südamerika gelangt oder sind die bereits zur Kreidezeit entstandenen Formen lediglich in Südamerika seither wieder ausgestorben?

Nach diesen Hinweisen wollen wir uns den biowissenschaftlichen Befunden zuwenden.

Biowissenschaftliche Hinweise

Zahlreiche Befunde aus dem Bereich der Biowissenschaften sind im Laufe der Zeit zusammengetragen und für die Existenz eines einstigen Südkontinentes herangezogen worden. Dies geht bereits aus den eingangs erwähnten Begriffen wie Lemuria und Archhelenis hervor, die sich jedoch als rein hypothetische Gebilde erwiesen haben. Wie im folgenden Kapitel noch erläutert werden soll, kommt nämlich nur den wenigsten Befunden und zwar nur den apochoren Verbreitungsbildern (im Sinne von KRAUS 1978; vgl. MÜLLER 1974) eine echte Beweiskraft zu. Anlässlich des 1949 in New York abgehaltenen Symposiums über “the role of the South Atlantic basin in biogeography and evolution” wurde zwar auch auf grundsätzliche Fragen hingewiesen, ohne daß jedoch auf Grund der biogeographischen Befunde eindeutige Schlußfolgerungen möglich waren (MAYR 1952; vgl. ferner MEGGERS & al. 1973 und MILOT 1952).

Die bekanntesten Beispiele liefern die gegenwärtig disjunkten Verbreitungsbilder von Knochenfischen (z. B. Lungenfische, Knochenzüngler und Characoidei), Amphibien (Pipiden), Schildkröten (Pelomedusiden) und Straußenvögeln, zu denen Land- und Süßwassermollusken (z. B. Unionacea = Najaden), Oligochaeten (Acanthodrilidae: Benhaminae), Süßwasserkrebse (z. B. Bathynellaceen), verschiedene Insekten (z. B. Chironomidae, Peloridiidae) und andere Arthropoden (z. B. Spirostreptiden) unter den Tieren sowie diverse Pflanzen zu zählen sind (Abb. 8). Eine eingehende Analyse der rezenten Verbreitung der Landwirbeltiere der Südhemisphäre gibt CRACRAFT (1975) an Hand der Fossildokumentation und unter Berücksichtigung der phyletischen Systematik.

Zunächst zur Verbreitung der Lungenfische (Dipnoi) als klassisches Beispiel für eine sog. Gondwana-Verbreitung primärer Süßwasserfische. Sie sind gegenwärtig mit drei Gattungen in Südamerika (*Lepidosiren*), Afrika (*Protopterus*) und Australien (*Neoceratodus*) heimisch. Da die Lungenfische einst – wie Fossilfunde dokumentieren – weltweit (also auch Nordhemisphäre, Antarktis) verbreitet waren, ist das heutige Verbreitungsbild nur als plesiochores oder Schrumppfareal zu bezeichnen. Dennoch belegen die Lungenfische durch das apochore Verbreitungsmuster der Lepidosirenidae (mit *Lepidosiren* und *Protopterus* als Schwestergattungen im Sinne der phyletischen Systematik von HENNIG 1966) die einstige und erdgeschichtlich lang andauernde Verbindung zwischen Südamerika und Afrika, ohne jedoch eine konkrete Aussage über die Art dieser Verbindung zu ermöglichen. Analoge Beispiele bilden die Salmmler (Unterordnung Characoidei, die in der Neotropis und in Afrika heimisch sind, fossil jedoch auch von der Nordhemisphäre

nachgewiesen sind) (Abb. 8) und die zungenlosen Frösche (Pipidae mit *Pipa* in Südamerika und *Xenopus* in Afrika), von denen bereits oben die Rede war. Auch die Pipiden waren einst viel weiter verbreitet.

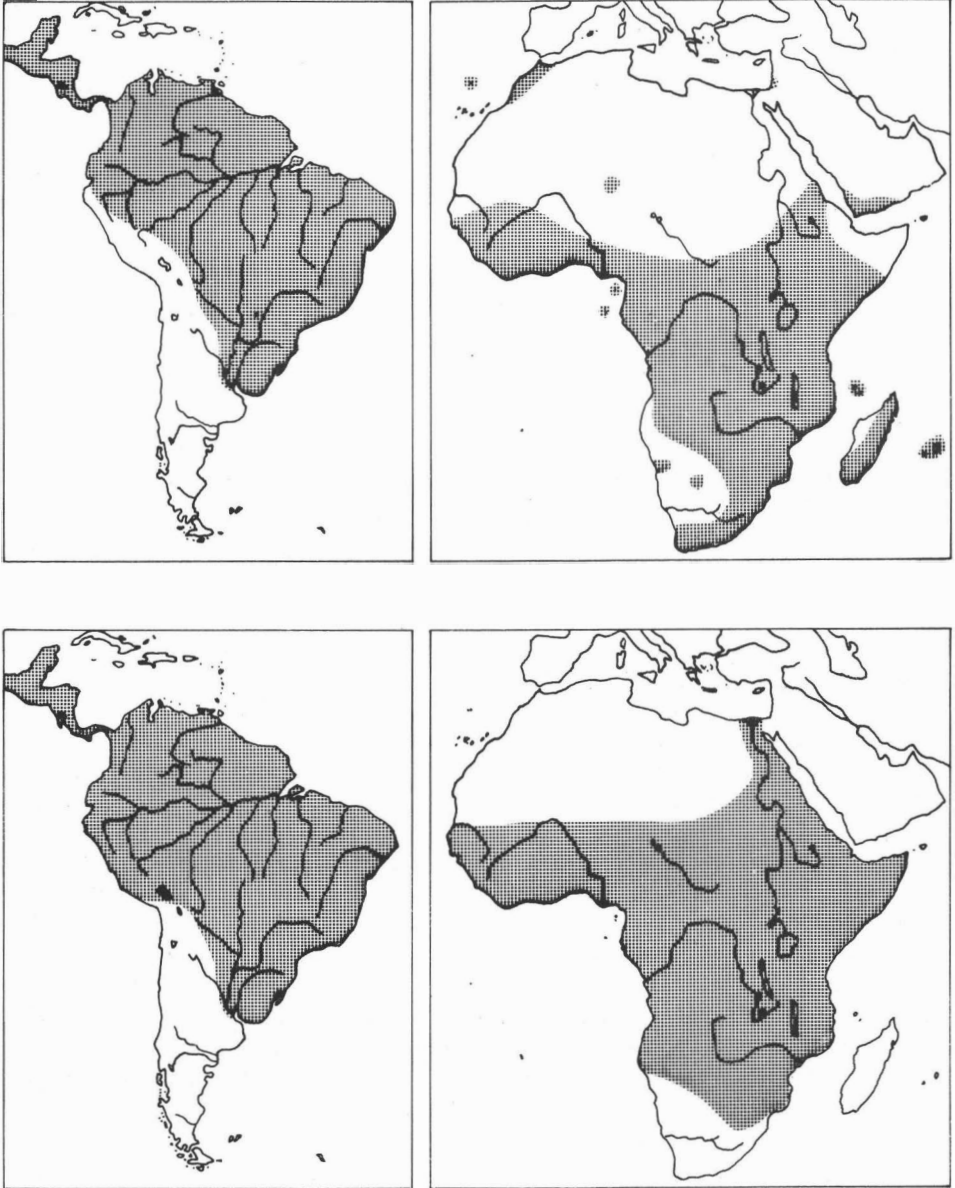


Abb. 8: Zoogeographie: Heutige „Transatlantische“ Verbreitung (oben) der Spirostreptidae (Diplopoda) nach KRAUS (1978) und (unten) der Characoidei (Osteichthyes) nach KLAUSEWITZ (1980). Umgezeichnet.



Abb. 9: Tiergeographie und Paläontologie. Erdgeschichtlich alte Tiergruppen (weiß) durch nah verwandte Formen (meist als Schwestergruppen, wie z. B. *Lepidosiren*: *Protopterus*, *Arapaima*: *Heterotis*, *Pipa*: *Xenopus*, *Podocnemis*: *Pelomedusa*, *Rhea*: *Struthio*), geologisch junge Stämme (schwarz) in Südamerika und Afrika durch konvergent entstandene Elemente (z. B. Kolibri: Nektarvögel; Leguane: Agamen) vertreten. Für die Caviomorpha – Hystricomorpha (*Coendou*: *Hystrix*) und Playrhini – Catarhini (*Saimiri*: *Cercopthecus*) Diskussion noch nicht abgeschlossen. Nach THENIUS (1977).

Unter den Knochenzünglern (Osteoglossidae), die ähnlich den Lungenfischen gleichfalls eine Art Gondwana-Verbreitung zeigen, jedoch einst auch weiter verbreitet waren, bilden nach NELSON (1969) einerseits *Osteoglossum* (Südamerika) und *Scleropages* (Australien, Südostasien), andererseits *Arapaima* (Südamerika) und *Heterotis* (= *Clupisudis*; Afrika) Schwestergattungen. Allerdings stehen *Arapaima* und *Heterotis* (= Heterotinae) einander viel näher als *Osteoglossum* und *Scleropages* (= Osteoglossinae). Erstere dokumentieren die nahen Beziehungen zwischen Südamerika und Afrika.

Weitere Angaben über südamerikanisch-afrikanische Tiergruppen finden sich bei KLAUSEWITZ (1980), KRAUS (1966, 1978), PILSBRY (1911), PILSBRY & BEQUAERT (1927), SCHMINKE (1974) und THENIUS (1977a). Wichtig erscheint, daß nahe verwandtschaftliche Beziehungen nur bei erdgeschichtlich älteren Formen vorhanden sind, während geologisch junge Elemente große Verschiedenheiten zeigen (Abb. 9). Deren Ähnlichkeiten sind Konvergenzerscheinungen (z. B. Kolibris: Nektarvögel; Iguanidae: Agamidae). Diskutiert werden allerdings die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Alt- und Neuweltaffen sowie zwischen den alt- und neuweltlichen Stachelschweinartigen (Hystricomorpha: Caviomorpha), auf die unten noch zurückgekommen sei.

Tiergeographisch interessant ist die Fauna von Madagaskar. Nach MILLOT (1952) ist sie die interessanteste der Erde überhaupt. Ursprünglich wurden sowohl die Halbaffen als auch die Schleickatzen als nahe Verwandte der südasiatischen Formen angesehen. Wie jedoch neuere Untersuchungen gezeigt haben, sind die angeblichen verwandtschaftlichen Beziehungen durch Konvergenz- bzw. Parallelerscheinungen vorgetäuscht, was bei den Säugetieren als erdgeschichtlich jungen Wirbeltieren verständlich erscheint (vgl. STARCK 1974). Die Säugetiere haben Madagaskar durchwegs per Drift vom afrikanischen Festland erreicht, was durch die frühe Trennung verständlich wird.

Demgegenüber sind unter den erdgeschichtlich älteren Reptilien mit der madagassischen Hundskopfboa (*Sanzinia madagascariensis*) als Angehörige der Boinae und mit den Madagaskarleguanen (*Oplurus*, *Chalarodon*) Formen nachgewiesen, deren nächste Verwandte in Südamerika heimisch sind. Bemerkenswert ist das Fehlen von Pythonschlagen und Agamen in Madagaskar. Angaben über die weitere Reptilfauna finden sich bei BLANC (1972) und PAULIAN (1961). Von pflanzengeographischer Seite ist – abgesehen vom hohen Grad an Endemismen, wie etwa den eigenartigen Didiereaceen (z. B. *Didierea*, *Alluaudia*), die von manchen Autoren als nächste Verwandte der fast ausschließlich neuweltlich verbreiteten Cactaceen angesehen werden – das Vorkommen von *Adansonia* und *Nepenthes* bemerkenswert (s. KOEHLIN 1972). Die Gattung *Adansonia* (Affenbrotbaum) als Angehörige der Bombaceen ist in Afrika, Madagaskar und Australien heimisch. Die madagassischen *Nepenthes*-Arten gehören zur primitiven, auf Madagaskar, den Seychellen und Ceylon heimischen Untergruppe, während die südostasiatischen Formen spezialisiert sind (vgl. WEBER 1980).

Eines der ältesten Probleme der Biogeographie ist die Existenz der sogenannten AS-Gruppen (benannt nach ihrer disjunkten Verbreitung in Australien und Südamerika) und damit die Frage der transantarktischen Verbreitung. Besonders be-

kannt ist das gegenwärtige Verbreitungsbild der Beuteltiere (*Marsupialia*) und der Südbüchen (*Nothofagus*).

Die Beuteltiere sind auf die Neotropis (nur *Didelphis* besiedelt als junger [eiszeitlicher] Einwanderer auch weite Teile der Nearktis) und die australische Region (sowie Celebes) beschränkt. Zur Erklärung dieser disjunkten Verbreitung sind im wesentlichen zwei Deutungen herangezogen worden. Die Ostasien-Route, wie sie etwa G. G. SIMPSON vertritt, und die Antarktis-Route, zu deren Anhängern u. a. C. B. COX, R. HOFFSTETTER und E. THENIUS zählen. Eine Diskussion der Befunde und ihre Deutung erfolgt im nächsten Kapitel.

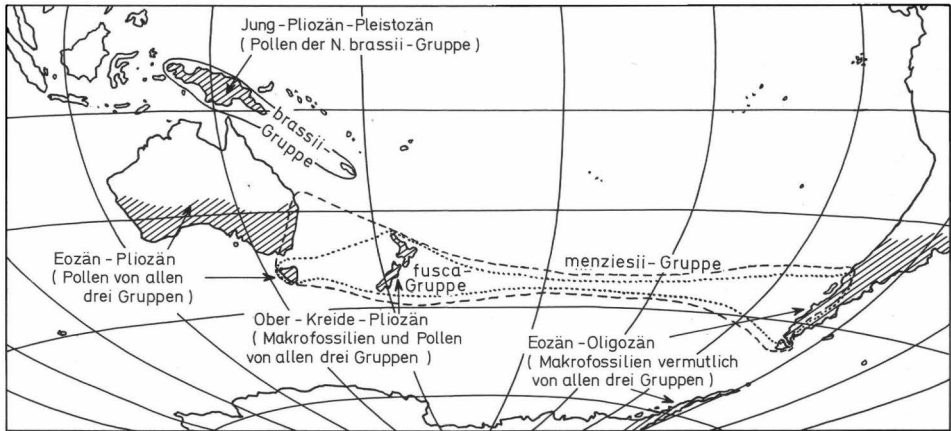


Abb. 10: Einstige und jetzige Verbreitung der Südbüchen (*Nothofagus*) als Beispiel einer AS-Gruppe. Beachte nähere verwandtschaftliche Beziehungen der neuseeländischen Arten (*fusca*- und *menziesii*-Gruppe) zu südamerikanischen als zu jenen von Neuguinea (*N. brassii*-Gruppe). Nach MÜLLER (1974) umgezeichnet.

Ähnlich ist das gegenwärtige Verbreitungsbild von *Nothofagus*. Diese strauch- oder baumförmigen immer- oder sommergrünen Gewächse sind in ungefähr 50 Arten in Neuguinea, Australien, Tasmanien, Neuseeland und im südlichen Südamerika (Chile) verbreitet. Interessant ist, daß sowohl die *menziesii*- als auch die *fusca*-Artengruppe mit nah verwandten Arten in Tasmanien, Neuseeland und Südamerika vorkommen. D. h., daß die australisch-neuseeländischen Arten den chilenischen Arten näherstehen als jenen aus Neuguinea (*N. brassii*-Gruppe) (Abb. 10). Auf weitere Beispiele aus der Pflanzegeographie sei hier nicht eingegangen, da es sich meist um plesiochore Verbreitungsbilder handelt und überdies die Fossildokumentation nicht ausreichend ist (vgl. EHRENDORFER 1981, SCHUSTER 1969, 1976).

Ähnliche Verbreitungsbilder finden sich unter Insekten (z. B. Peloridiidae, Chironomidae [Podonominae], Austroperlidae, Nannochoristidae), Süßwasserkrebsen (Bathynellidae und Parabathynellidae) und Süßwassermuscheln (Unionacea).

Hier sei stellvertretend nur das Verbreitungsbild der Podonominae (Zuckmücken) besprochen, das BRUNDIN (1972, 1975) unter Berücksichtigung der stammesgeschichtlichen Beziehungen untersucht hat. Die Podonominae zeigen eine zir-

kumantarktische Verbreitung, mit den beiden Schwestergruppen Boreochlini (Südafrika) und Podonomini (Australien – Tasmanien, Neuseeland und südliches Südamerika). Unter den letzteren bilden die südamerikanischen und australisch-tasmanischen Arten echte Schwestergruppen, während direkte Beziehungen zu den neuseeländischen Arten nicht vorhanden sind (Abb. 11). Nach BRUNDIN ist die Annahme von zwei getrennten Antarktis-Routen, eine zwischen Neuseeland und Südamerika (über die Westantarktis), die andere zwischen Südamerika und Australien (über die Ostantarktis) notwendig. Ein Ausbreitungsmuster, das vor An-

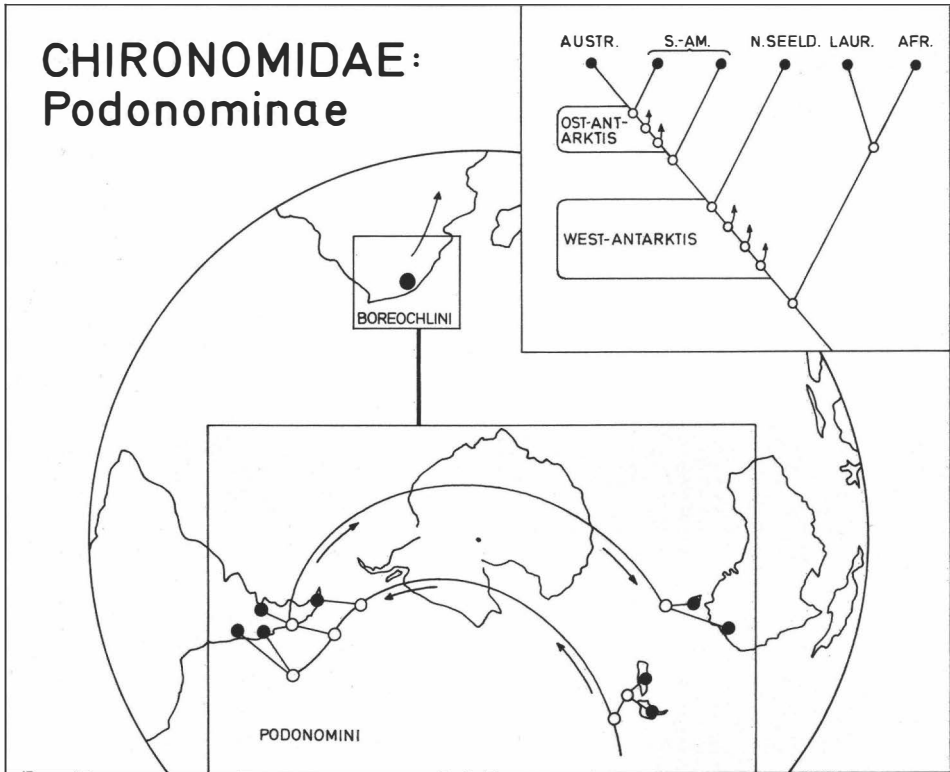


Abb. 11: Zoogeographie: Die heutige Verbreitung der kühl-adaptierten Chironomiden nach BRUNDIN (1972). Nach den stammesgeschichtlichen Zusammenhängen (s. Kladogramm mit Schwestergruppen) Annahme einer transantarktischen Verbreitung der Podonomini notwendig. Austr. = Australien, S.-Am. = Südamerika, N-Seeld. = Neuseeland, Laur. = Laurasia, Afr. = Afrika.

nahme einer Kontinentalverschiebung und damit der Antarktisroute einfach nicht erklärt werden konnte. BRUNDIN stützte sich bei seinen Untersuchungen über Schwestergruppen ausdrücklich auf apomorphe Merkmale.

Diskussion

Wie bereits eingangs des vorigen Kapitels vermerkt, lassen biogeographische Befunde nur beschränkt Aussagen über die paläogeographischen Situationen zu. Ab-

gesehen vom „Nachweis“ direkter verwandtschaftlicher Beziehungen (monophyletische Entstehung der jeweiligen taxonomischen Einheit) spielen die Ausbreitungsmöglichkeiten der Organismen eine entscheidende Rolle. Landpflanzen, Landschnecken, Insekten und Kleinwirbeltiere sind wegen der Möglichkeit passiver Ausbreitung in der Regel weniger gut geeignet, Aussagen über einstige Landverbindungen zu machen, als etwa (primäre) Süßwasserfische, Amphibien, Süßwassermuscheln und Großsäugetiere.

Unter diesen Voraussetzungen müssen die biogeographischen Befunde gesehen und ausgewertet werden. Zunächst zu den Beuteltieren und ihrer Verbreitungsgeschichte (vgl. THENIUS 1980).

Wie bereits oben erwähnt, stehen die Ostasien- und die Antarktisroute zur Erklärung des gegenwärtigen Verbreitungsbildes der Beuteltiere zur Diskussion. Erstere ist nicht nur durch das völlige Fehlen fossiler und rezenter Beuteltiere in Asien äußerst unwahrscheinlich, sondern auch nach der gegenwärtigen Verbreitung der Beuteltiere abzulehnen. Die am weitesten nach Westen hin zur orientalischen „Region“ verbreiteten Beuteltiere sind artlich kaum von Neuguinea-Beutlern zu unterscheiden. Sie haben sich erst in erdgeschichtlich jüngster Zeit von Australien her dorthin ausgebreitet, sie sind also keine altertümlichen Beuteltiere, wie dies zu erwarten wäre, wenn die Einwanderung nach Australien über Südostasien erfolgt wäre.

Die Fossildokumentation spricht übrigens eher für die Antarktisroute. Die ältesten Beutler sind aus der Ober-Kreide Nordamerikas bekannt. Vermutlich haben sie sich zur Oberkreidezeit nach Südamerika und von dort über (?) Inselketten auf die (West-)Antarktis und dann auch nach Australien ausgebreitet. Die Antarktis war damals noch nicht vereist und mit Australien bestand – wie neuere meeresgeologische Untersuchungen zeigen – bis in das Alttertiär (Alt-Eozän) ein direkter Landkontakt. Neuweltliche Beuteltiere (Didelphoidea der Ober-Kreide) bilden die Stammgruppe aller australischen Beutler, sofern man von den Thylaciniden (mit *Thylacinus*, dem australischen Beutelwolf) absieht, die möglicherweise aus Raubbeutlern (Borhyaenidae) des südamerikanischen Tertiärs hervorgegangen sind. Eine Frage, die noch nicht endgültig geklärt ist. Die (übrigen) australischen Raubbeutler (Dasyuridae) stammen zweifellos nicht von Borhyaeniden ab. Mit der Annahme einer erst zur Ober-Kreidezeit erfolgten Besiedlung Südamerikas durch die Beutler läßt sich übrigens auch die Tatsache erklären, daß bisher keine Beuteltiere aus Afrika bekannt wurden.

Für Madagaskar wurde oben das Vorkommen neuweltlicher Reptilien (Boinae und Leguane) lediglich registriert, ohne daß dafür eine Erklärung gegeben wurde. Madagaskar wurde bereits frühzeitig (? Perm, Jura) von Afrika getrennt (vgl. FÖRSTER 1975), war jedoch noch länger Teil des Gondwanakontinentes. Die Entstehung der Schlangen fällt in die Ober-Kreide (vgl. HOFFSTETTER 1961), so daß auch hier eine Ausbreitung von Südamerika über die (West-)Antarktis nach Madagaskar angenommen werden kann und zwar zu einem Zeitpunkt, wo Afrika sowohl von Madagaskar als auch von Südamerika getrennt war. Ob Beuteltiere Madagaskar jemals erreicht haben, können erst Fossilfunde klären. Madagaskar ist – entsprechend der langen Isolation und trotz zahlreicher Affinitäten mit der Fauna Afrikas – jedenfalls ein Refugium für erdgeschichtlich ältere Elemente.

Die Antarktis-Route erklärt außerdem auch die Verbreitung von *Nothofagus*. Die ältesten Fossilfunde von *Nothofagus* stammen aus der Ober-Kreide von Neuseeland. Entsprechend ihres erdgeschichtlichen Alters erscheint das disjunkte Verbreitungsbild der *menziesii*- und der *fusca*-Artengruppe durchaus verständlich, zumal eine Ausbreitung über das offene Meer für *Nothofagus* nicht anzunehmen ist.

Auch für die Verbreitung der Podonominae (Chironomidae) bildet die Existenz des einstigen Gondwana-Kontinentes die Voraussetzung. Bemerkenswert sind auch hier die Affinitäten zwischen neuseeländischen und chilenischen Formen einerseits und chilenischen und australischen Formen andererseits. Sie stehen mit der frühzeitigen Trennung Neuseelands vom australischen Festland in Zusammenhang. Allerdings sind hier noch einige paläogeographische Fragen offen, die nicht nur die einstige Lage Neuseelands, sondern die paläogeographische Geschichte dieser Doppelinsel selbst betreffen.

Bei den Knochenzünglern (Osteoglossidae) bilden die Verbreitung von *Scleropages* in Indonesien und Australien ein Problem. Durch Fossilfunde ist *Scleropages* bereits im Alttertiär (Eozän) von Sumatra nachgewiesen, was bedeutet, daß diese Gattung in Indonesien nicht als erdgeschichtlich junger Einwanderer (aus Australien) angesehen werden kann, sondern vermutlich über Indien, das damals noch Teil des Gondwanakontinentes war, nach Südostasien gelangt ist. Gegen eine derartige Annahme sprechen allerdings die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *S. formosus* (Südost-Asien) und *S. leichhardti* bzw. *S. Güntheri* (Australien).

Nun noch zu Affen und den Stachelschweinartigen Nagetieren (Hystricomorpha und Caviomorpha), deren gegenwärtige Verbreitung seit langem diskutiert wird. Wie neuere morphologisch-anatomische Untersuchungen gezeigt haben (GORGAS 1967), bilden die alt- und neuweltlichen hystricomorphen Nager durch Spezialhomologien eine einheitliche Gruppe. Sie haben sich demnach nicht, wie etwa WOOD & PATTERSON (1959) annehmen, getrennt aus eozänen Paramyiden entwickelt, sondern können von afrikanischen Phiomyiden abgeleitet werden (LAVOCAT 1969, HOFFSTETTER 1970). Somit bildet die Herkunft der neuweltlichen Caviomorpha ein verbreitungsgeschichtliches Problem. Die ältesten Caviomorphen sind aus dem Deseadense Südamerikas (= älteres Oligozän) bekannt. Demnach ist anzunehmen, daß ihre Stammformen spätestens im jüngsten Eozän nach Südamerika gelangt sind. Der Südatlantik hatte damals etwas mehr als ein Drittel seiner heutigen Breite erreicht, also etwa 1.600 km. Eine Entfernung, die auch für driftfähige Kleinsäugetiere, wie es Nagetiere sind, zu groß ist. Nach dem besonderen Verlauf beider Atlantikküsten und auf Grund der Tatsache, daß Afrika keine reine Ostdrift, sondern eine leichte Rotation gegen den Uhrzeigersinn erfahren hat, erscheint die Annahme einer Drift nicht völlig unwahrscheinlich, zumal die damaligen Meeresströmungen von Westafrika gegen Südamerika verliefen und der Minimalabstand der Küsten 400 bis 500 km betragen haben dürfte. Erwähnenswert erscheinen in diesem Zusammenhang die nahen faunistischen Beziehungen der Benthos-Mollusken des nördlichen Südamerika (z. B. Venezuela, Peru) im Paleozän und Eozän mit jenen von Nord- und Westafrika (Ägypten, Nigeria), worauf RUTSCH (1939) hingewiesen hat. Auch wenn hier mit planktotrophen Larvensta-

dien dieser Mollusken gerechnet werden muß, so sind sie doch ein Hinweis auf Meeresströmungen.

Für die Altwelt-(Catarrhini) und Neuweltaffen (Platyrrhini) ist die Situation hinsichtlich der Verbreitung und des ältesten Auftretens der Platyrrhinen in Südamerika (im Deseadense) die gleiche wie bei den Nagern. Allerdings ist die monophyletische Entstehung der Affen (Simiae) nicht völlig gesichert, obzwar serologische Daten keinen Zweifel über ihre stammesgeschichtliche Einheit lassen. Auch die Fossildokumentation steht mit diesen Befunden in Einklang, indem die ältesten Catarrhinen Afrikas (Parapithecidae sowie Pliopithecidae) zahlreiche platyrrhine Merkmale besitzen, die auf eine gemeinsame altweltliche Stammgruppe hinweisen. Demnach wären auch die Stammformen der Platyrrhinen per Drift nach Südamerika gelangt und nicht aus nordamerikanischen alttertiären Halbaffen (Omomyidae) völlig unabhängig von den Catarrhinen entstanden.

Erscheint somit die Frage der Entstehung und Herkunft der Platyrrhinen noch nicht endgültig geklärt, so ist das Vorkommen verschiedener chiropterophiler Angiospermen in Südamerika und Afrika (z. B. *Parkia*) von BAKER (1973) als Beweis für die Existenz der Flughunde (Megachiroptera) bereits vor Entstehung des Südatlantik auf Grund des Fehlens jeglicher Fossildokumentation mit Sicherheit abzulehnen. Überdies ist bei diesen Angiospermen durchaus ein Wechsel von der Entomophilie zur Chiropterophilie möglich (vgl. PAULUS 1978).

Nun aber zu den erdwissenschaftlichen Befunden, denen zweifellos der Vorrang bei der Beurteilung der einstigen paläogeographischen Situation zukommt. Ozeanographische Befunde (einschließlich der Paßform der Kontinentalsockelränder) belegen eindeutig die Existenz eines Gondwanakontinentes im Paläozoikum und älteren Mesozoikum. Damit ist das von E. SUESS angenommene „Gondwana-Land“ – wenn auch in anderem Umfang und Form – aber doch als Realität belegt.

Allerdings gibt es noch zahlreiche Probleme, wie etwa die gegenseitige Position der einzelnen (Teil-)Kontinente zueinander oder der Zeitpunkt ihrer jeweiligen Trennung. Ein Vergleich der Rekonstruktionen bei AHMAD (1961), DIETZ & HOLDEN (1970), SMITH & HALLAM (1970) und PETRASCHECK (1973) läßt die Problematik deutlich werden. Während über die gegenseitige Position von Südamerika zu Afrika und der Ostantarktis zu Australien Einhelligkeit herrscht, wird nicht nur die Lage der beiden Doppelkontinente zueinander verschieden beurteilt, sondern auch die einstige Position von Madagaskar und Indien. Während SMITH & HALLAM nach der Paßform die Ostküste Indiens an die Ostantarktis anlehnen, grenzt nach PETRASCHECK auf Grund der Erzprovinzen Indiens an Westaustralien. Auch die einstige Position von Madagaskar (vor Mozambique oder vor Kenya) läßt sich nicht definitiv beurteilen, da die Meeresgeologie (Paläomagnetik) bisher keine eindeutigen Befunde geliefert hat. Ein Problem für sich bilden die Seychellen, die einer alten Kontinentalscholle entsprechen. Weitere Probleme ergeben sich durch die einstige Lage von Neuseeland und der Entstehung dieser Doppelinsel und bei der Westantarktis, die im Gegensatz zur Ostantarktis keinen starren präkambrischen Schild bildet, sondern erst durch seitherige Gebirgsbildungen geformt wurde und damit auch die endgültige Position zur Ostantarktis erhielt.

Für die Beurteilung des Zeitpunktes des Zerfalls ist nicht nur das Alter der

Ozeanbodensedimente wichtig, sondern auch das Einsetzen von Meeresströmungen, wie etwa der zirkumantarktischen Strömung. Für diese ist der Zeitpunkt der Trennung Australiens von der Antarktis und die Entstehung der Drake-Passage entscheidend (vgl. KENNETT 1980, KNOX 1980). Auch hier bestehen noch deutliche Meinungsverschiedenheiten, auf die hier nur hingewiesen sei. Eine endgültige Klärung muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Ergebnisse

Ein einheitlicher, heute als Gondwana-Kontinent (nach dem Gondwána-Land E. SUESS 1885) bezeichneter Südkontinent hat im Paläozoikum und auch noch im Mesozoikum tatsächlich bestanden. Dies wird durch zahlreiche geowissenschaftliche Befunde, die von der Geophysik bis zur Paläontologie reichen, bestätigt. Allerdings entspricht dieser Gondwanakontinent weder nach dem Umfang noch nach der Art und der Dauer des Zusammenhanges von Vorstellungen von E. SUESS, die jenen ähnlich waren, wie sie bereits von H. F. BLANFORD (1875) vertreten worden waren.

Die präkambrischen Kerne und paläozoische Serien von Südamerika, Afrika, Madagaskar, Vorderindien, der Antarktis und von Australien bildeten einst diesen Superkontinent. Die Lage von Afro-Amerika und Antarkto-Australien zueinander ist allerdings ebensowenig eindeutig geklärt, wie die ursprüngliche Position von Madagaskar und Vorderindien.

Erst ein einheitlicher Gondwanakontinent und seine Lage machen die Klimageschichte im Paläo- und Mesozoikum verständlich, indem der Gondwana-Pol durch die Kontinentalverschiebung vom Ordovizium bis zum Perm über den damaligen Kontinent „wanderte“ und Ursache für paläozoische Eiszeiten war. Erst mit der weiteren „Drift“ und damit dem Übergang des Gondwana-Poles in das offene Meer kam es zu der für das Mesozoikum kennzeichnenden akryogenen Ära (da auch der damalige „Nord“-Pol [= Pazifik-Pol] im Ozean lag).

Der Zeitpunkt des Zerfalls des Gondwanakontinentes wird im einzelnen noch diskutiert. Die Trennung von Südamerika und Afrika erfolgte zweifellos erst während der Kreidezeit, jene von Australien und der Antarktis sogar erst im Alttertiär. Madagaskar war schon frühzeitig (? Perm, Jura) von Afrika getrennt, der indische Subkontinent dürfte sich vermutlich erst zur Kreidezeit vom übrigen Gondwanakontinent gelöst haben und wurde im Alttertiär Teil des asiatischen Kontinentes.

Die einstige Existenz des Gondwanakontinentes löst zahlreiche biogeographische Probleme, von denen nur das Verbreitungsbild der AS-Gruppen und die afro-amerikanischen Disjunktionen sowie die Zusammensetzung der madagassischen Tierwelt genannt seien. Die neuen erdwissenschaftlichen Befunde dokumentieren, daß die Antarktis-Route eine Realität war, die überdies durch das Fehlen einer Eiskappe verständlich wird. Landbrückenkontinente, wie sie als Lemuria oder Archhelenis einst von den Tiergeographen angenommen wurden, waren ebensowenig existent, wie Landbrücken über den heutigen Pazifik, wie sie noch in jüngster Zeit von Botanikern (VAN STEENIS 1963) vertreten wurden.

Danksagung

Für die Mithilfe bei der Literatursuche und -beschaffung sei auch an dieser Stelle Herrn Staatsbibliothekar Dr. H. KRÖLL und Herrn Ing. K. RAUSCHER, für die Umzeichnung der Abbildungsvorlagen Herrn N. FROTZLER, alle Institut für Paläontologie, bestens gedankt.

Literatur

- AHMAD, F.: Palaeogeography of the Gondwana period in Gondwanaland, with special reference to India and Australia and its bearing on the theory of continental drift. – Mem. Geol. Surv. India **90**, 77–80, Calcutta 1961.
- AHMAD, F.: An estimate of the rate of continental drift in the Permian period. – Nature **210**, 81–83, London 1966.
- AHMAD, F. & AHMAD, N.: The age of the Gondwana glaciation. – Proc. Nation. Inst. Sci. India (A) **28** (1), 16–56, New Delhi 1962.
- AMPFERER, O.: Gedanken über das Bewegungsbild des atlantischen Raumes. – Sitz. Ber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. I, **150**, 19–35, Wien 1941.
- BAKER, H. G.: Evolutionary relationships between flowering plants and animals in American and African tropical forests. – In: MEGGERS, B. J. & al. (eds.): Tropical forest ecosystems in Africa and South America: A comparative review. 145–159, Washington (Smiths. Instn. Press) 1973.
- BEURLEN, K.: Die geologische Entwicklung des Atlantischen Ozeans. – Geotekton. Forschg. **46**, 1–69, Stuttgart 1974.
- BIGARELLA, J. J., R. D. BECKER & I. D. PINTO (eds.): Problems in Brazilian Gondwana geology. – I.U.G.S. Symp. Gondw. Strat. 1–344, Buenos Aires 1967.
- BLACKETT, P. M. S., E. BULLARD & S. K. RUNCORN (eds.): A. symposium on continental drift. – Philos. Trans. R. Soc. (A) **258** (1088), X + 323, London 1965.
- BLANC, Ch. P.: Les reptiles de Madagascar et des îles voisines. – In: BATTISTINI, R. & G. RICHARD-VINDARD (eds.): Biogeography and Ecology in Madagascar. – 501–614, The Hague (Junk) 1972.
- BLANFORD, H. F.: The rudiments of physical geography for the use of Indian schools. – 1-169, London (Thacker Spink & Co.) 1873.
- BLANFORD, W. T. & W. THEOBALD: On the geological structure and relations of the Talchir coalfield in the district of Suttack. – Mem. Geol. Surv. India **1** (1), Calcutta 1856.
- BOWEN, R. L.: Isolation of Late Paleozoic glaciations of Eastern Australia. – Intern. Geol. Congr.; Rept. 22nd Sess. India 1964, Pt. IX (Gondwanas), 73–86, New Delhi 1964 (1969).
- BRONGNIART, A.: Histoire des végétaux fossiles. Paris 1828–1838.
- BRUNDIN, L.: Phylogenetics and biogeography. (A reply to Darlington's „practical criticism“ of Hennig-Brundin). – System. Zool. **21**, 69–79, New York 1972.
- BRUNDIN, L.: Circum-Antarctic distribution patterns and continental drift. – Mém. Mus. Nation. Hist. natur. (A) **88**, 19–27, Paris 1975.
- BUFFETAUT, E.: The Evolution of the Crocodylians. – Scientific American **241** (4), 124–132, USA 1979.
- CAREY, S. W. (ed.): Continental Drift – a Symposium. – 1–375, Hobart (Univ. Tasmania) [1956] 1958.
- CAREY, S. W.: A tectonic approach to continental drift. – In: CAREY, S. W. (ed.): Continental drift – a symposium. – 177–355, Hobart (Univ. Tasmania) 1958.
- CASTER, K. E.: Stratigraphic and paleontologic data relevant to the problem of Afro-American ligation during the Paleozoic and Mesozoic. – Bull. Amer. Mus. Natur. Hist. **99** (3), 105–152, New York 1952.
- CHANDRA, Sh. & K. R. SURANGE: Revision of the Indian species of Glossopteris. – Birbal Sahní Inst. Palaeobotany, Monogr. No. **2**, 1–291, Lucknow 1979.
- COLBERT, E. H.: Antarctic Gondwana tetrapods. – 2nd Gondwana Symp., S-Africa 1970, 659–664, Pretoria 1970.
- COLBERT, E. H.: Early Triassic tetrapods and Gondwanaland. – XVII^e Congr. Intern. Zool., Thème 1, 1–27, Monte Carlo 1972.
- COLBERT, E. H.: Wandering lands and animals. – XXI + 323, London (Hutchinson) 1973.
- COX, C. B.: Vertebrate palaeodistributional patterns and continental drift. – J. Biogeogr. **1**, 75–94, Oxford 1974.
- CRACRAFT, J.: Mesozoic dispersal of terrestrial faunas around the Southern end of the World. – Mém. Mus. nation. Hist. natur. (A) **88**, 29–52, Paris 1975.

- CREER, K. J., E. IRVING & S. K. RUNCORN: Geophysical interpretation of palaeomagnetic directions of Great Britain. – *Philos. Trans. R. Soc. (A)* 250, 144–156, London 1957.
- CROWELL, J. C. & L. A. FRAKES: Phanerozoic glaciations and the causes of ice ages. – *Amer. J. Sci.* 268, 193–224, New Haven 1970.
- DERRY, D. R.: *World Atlas of Geology and mineral deposits*. – 1–110, London (J. Wiley) 1980.
- DIETZ, R. S.: Continental and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. – *Nature* 190, 854–857, London 1961.
- DIETZ, R. S. & J. C. HOLDEN: The breakup of Pangaea. – *Scientific American* 223 No. 4, 30–41, New York 1970.
- EDWARDS, W. N.: *Lycopodiopsis*, a Southern-hemisphere Lepidophyte. – *Palaeobotanist* 1, 159–164, Lucknow 1952.
- EHRENDORFER, F.: Gibt es Zusammenhänge zwischen der Verbreitung tropischer Holzpflanzen und der Kontinentaldrift? – Vortrag Symp. Geol. & Botan. Linz, 4. April 1981.
- ESTES, R.: Xenopus from the Palaeocene of Brasil and its zoogeographical importance. – *Nature* 254 (5495), 48–50, London 1975.
- ESTES, R. & M. H. WAKE: The first fossil record of Caecilian amphibians. – *Nature* 239 (5369), 228–231, London 1972.
- FEISTMANTEL, O.: Notes on the age of some fossil floras of India I–II. – *Rec. Geol. Surv. India* 9, 28–42, Calcutta 1876.
- FEISTMANTEL, O.: Palaeontologische Beiträge II. Über die Gattung *Williamsonia* Carr. in Indien, nebst Bemerkungen über die Flora, mit der sie in den Schichten vergesellschaftet vorkommt. – *Palaeontographica*, Suppl. 3, 25–51, Cassel 1877.
- FEISTMANTEL, O.: Palaeontologische Beiträge III. Palaeozoische und mesozoische Flora des östlichen Australien. – *Palaeontographica*, Suppl. 3, 53–130, Cassel 1878.
- FÖRSTER, R.: The geological history of the sedimentary basin of Southern Mozambique, and some aspects of the origin of the Mozambique channel. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 17, 267–287, Amsterdam 1975.
- FÖRSTER, R.: Evidence for an open seaway between northern and southern Proto-Atlantic in Albian times. – *Nature* 272 (5649), 158–159, London 1978.
- FOX, C. S.: The Gondwana system and related formations. – *Mem. Geol. Surv. India* 58, V + 241, Calcutta (1931).
- FRAKES, L. A. & J. C. CROWELL: Late Paleozoic glaciation: Part II, Africa exclusive of the Karroo Basin. – *Bull. Geol. Soc. Amer.* 81, 2261–2284, Boulder 1970.
- FRAKES, L. A., E. M. KEMP & J. C. CROWELL: Late Paleozoic glaciation: Part VI, Asia. – *Bull. Geol. Soc. Amer.* 86, 454–464, Boulder 1975.
- GOBBETT, D. J.: Permian *Fusulinacea*. – In: HALLAM, A. (ed.): *Atlas of Palaeobiogeography*. 151–158, Amsterdam (Elsevier) 1973.
- GORGAS, M.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Magen-Darm-Kanal der Sciuromorpha, Hystricomorpha und Caviomorpha (Rodentia). – *Z. wiss. Zool.* 175, 237–404, Leipzig 1967.
- GREKOFF, N.: Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (Faciès continentaux). – *Rev. Inst. franç. Petrol.* 8, 362–379, Paris 1953.
- GREKOFF, N. & K. KRÖMMELBEIN: Étude comparée des ostracodes mésozoïques continentaux des bassins atlantiques: Série de Cocobeach, Gabon, et série de Bahia, Brésil. – *Rev. Inst. franç. Petrole* 22, 1007–1353, Paris 1967.
- GROVER, B.: Similarities between the banded ironformations of West-Africa and South-Africa – an aspect of continental drift. – *Schr. R. erdwiss. Kommiss. Österr. Akad. Wiss.* 3, 25–35, Wien 1978.
- GUPTA, V. J.: Indian Palaeozoic stratigraphy. – IX + 207, Jawahar Nagar (Hindustan Publ. corpor.) 1973.
- HART, G. F.: Permian palynofloras and their bearing on continental drift. – In: ROSS, A. (ed.): *Palaeogeographic provinces and provinciality*. 148–164, Tulsa 1974.
- HAUGHTON, S. H. (Org.): Second Gondwana symposium South Africa 1970. – *Proc. & Pap.*, V + 689, Pretoria 1970.
- HENNIG, W.: *Phylogenetic systematics*. – Urbana (Illinois Press) 1966.
- HETTNER, A.: Das südlichste Brasilien. – *Z. Ges. f. Erdkunde* 26, 85–144, Berlin 1891.
- HOFFSTETTER, R.: Nouveaux restes d'un serpent boidé (*Madtsia madagascariensis* n. sp.) dans le Crétacé supérieur de Madagascar. – *Bull. Mus. Nation. Hist. natur.* (2) 33 (2), 152–160, Paris 1961.
- HOFFSTETTER, R.: L'histoire biogéographique des marsupiaux et la dichotomie marsupiaux-placentaires. – *C. R. Acad. Sci. (D)* 271, 388–391, Paris 1970.
- HSU, J.: On the discovery of a *Glossopteris* flora in southern Xizang and its significance in geology and paleogeography. – *Scientia Geol. Sinica* 4, 323–352, (chin.) China 1976.
- HURLEY, P. M. & J. R. RAND: Pre-Drift continental nuclei. – *Science* 164, 1229–1242, Washington 1969.

- IHERING, H. v.: The geological distribution of the fresh-water mussels. – *The New Zealand J. Sci.* 1, 151–154, Dunedin 1891.
- IHERING, H. v.: Archhelenis und Archinotis. *Ges. Beitr. z. Gesch. d. neotropischen Region.* – 1–350, Leipzig (Engelmann) 1907.
- IHERING, H. v.: Die Geschichte des Atlantischen Ozeans. – IX + 237, Jena (Fischer) 1927.
- IHERING, H. v.: Land-Bridges across the Atlantic and Pacific Oceans during the Cainozoic Era. – *Quart. J. geol. Soc.* 87, 376–391, London 1931.
- IRMSCHER, E.: Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. *Studien zur genetischen Pflanzengeographie.* – *Mitt. Inst. allg. Botanik* 5, 1–235, Hamburg 1922.
- IRMSCHER, E.: Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente II. Weitere Beiträge zur genetischen Pflanzengeographie mit besonderer Berücksichtigung der Laubmoose. – *Mitt. Inst. allg. Botanik* 8, 173–374, Hamburg 1929.
- KENNEDY, W. J. & M. COOPER: Cretaceous ammonite distributions and the opening of the South Atlantic. – *J. Geol. Soc.* 131 (3), 283–288, London 1975.
- KENNETT, J. P.: Paleocceanographic and biogeographic evolution of the southern ocean during the Cenozoic, and Cenozoic microfossil datums. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat. & Palaeoecol.* 31, 123–152, Amsterdam 1980.
- KING, L. C.: Basic palaeogeography of Gondwanaland during the late Palaeozoic and Mesozoic eras. – *Quart. J. Geol. Soc.* 114, 47–78, London 1958.
- KING, L. C.: Morphology of the Earth. – 1–699, Edingburgh-London (Oliver & Boyd) 1962.
- KING, L. C.: Geological relationship between South Africa and Antarctica. – *Geol. Soc. S-Africa Du Toit Memor. Lect. No. 9*, 1–32, Johannesburg 1965.
- KLAUSEWITZ, W.: Die Zoogeographie und die Kontinentalverschiebungs-Theorie. – *Natur & Museum* 110 (11), 332–341, Frankfurt/M. 1980.
- KNOX, G. A.: Plate tectonics and the evolution of intertidal and shallow-water benthic biotic distribution patterns of the southwest Pacific. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat. & Palaeoecol.* 31, 267–297, Amsterdam 1980.
- KOECHLIN, J.: Flora and Vegetation of Madagascar. – In: BATTISTINI, R. & G. RICHARD-VINDARD (eds.): *Biogeography and Ecology in Madagascar.* 145–190, The Hague (Junk) 1972.
- KRAUS, O.: Phylogenie, Chorologie und Systematik der Odontopygoideen (Diplopoda, Spirostreptomorpha). – *Abh. Senckenbg. naturf. Ges.* 512, 143 S. Frankfurt/M. 1966.
- KRAUS, O.: Zoogeography and Plate tectonics. Introduction to a general discussion. – *Abh. Verh. naturw. Ver. Hamburg n. F.* 21/22, 33–41, Hamburg 1978.
- KRÖMMELBEIN, K.: Neue, für Vergleiche mit West-Afrika wichtige Ostracoden-Arten der brasilianischen Bahia-Serie (Ober-Jura?/Unter-Kreide in Wealden-Fazies). – *Senckenbergiana leth.* 46a, 177–213, Frankfurt/M. 1965.
- KRÖMMELBEIN, K.: Probleme des Gondwanalandes. – *Zool. Anz.* 177, 1–39, Leipzig 1966.
- KRÖMMELBEIN, K. & R. WEBER: Ostracoden des „Nordost-Brasilianischen Wealden“. – *Beih. Geol. Jb.* 115, 1–93, Hannover 1971.
- LASKAR, B. & C. S. RAJA RAO: Fourth Intern. Gondwana Symposium. Calcutta 1977. – XIII + 944 S. Delhi (Hindustan Press) 1979.
- LAVOCAT, R.: La systématique des rongeurs hystricomorphes et la dérivée des continents. – *C. R. Acad. Sci. (D)* 269, 1496–1497, Paris 1969.
- LEED, H.: Permian corals of the New Zealand. – XIX^e Congr. géol. internat. Alger Symp. *Séries de Gondwana*, 26–27, Alger 1952.
- LEUBE, A.: A review of African and South American ore provinces separated by continental drift. – *Schr. R. erdwiss. Kommiss. Österr. Akad. Wiss.* 3, 9–23, Wien 1978.
- MAACK, R.: Probleme des Gondwanalandes im Sinne tangentialer Krustenverschiebungen. – Intern. Geol. Congr., Rept. 22nd Sess. India 1964, 243–264, New Delhi 1964 (1969).
- MAACK, R.: Kontinentaldrift und Geologie des Südatlantischen Ozeans. – 1–164, Berlin (de Gruyter) 1969.
- MARCOU, J.: Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères. – XXIV + 364, Paris (Klincksieck Libr.) 1857–1860.
- MARTIN, H.: The hypothesis of Continental-Drift in the light of recent advances of geological knowledge in Brazil and in South West Africa. – *Alex. L. du Toit Memor. Lect. No. 7, Annex 10, Trans. Geol. Soc. S-Afr.* 64, 1–47, Johannesburg 1961.
- MAXWELL, A. E., R. P. VON HERZEN, K. J. HSU, J. E. ANDREWS, T. SAITO, St. F. PERCIVAL, E. D. MILOW & R. E. BOYCE: Deep sea drilling in the South Atlantic. – *Science* 168, 1047–1059, Washington 1970.
- MAYR, E. (ed.): The problem of land connections across the South Atlantic, with special references to the Mesozoic. – *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 99, 85–258, New York 1952.
- McKENZIE, D. P. & R. L. PARKER: The North Pacific: an example of tectonics on a sphere. – *Nature* 216, 1276–1280, London 1967.

- MEGGERS, B. J., E. S. AYENSU & W. D. DUCKWORTH (eds.): Tropical forest ecosystems in Africa and South America: A comparative review. – VIII + 350, Washington (Smiths. Inst. Press) 1973.
- METHA, D. R. S.: Geschichte des Gondwana-Systems und der daran gebundenen Kohlenlagerstätten in Indien. – *Geologie* 20 (6/7), 691–702, Berlin 1971.
- MEHTA, D. R. S. & F. AHMAD (eds.): Gondwanas. – Intern. geol. Congr., Rept. 22nd. Session India 1964, Pt. IX, 1–340, New Delhi 1964.
- MEYEN, S. V.: Permian floras. – In: VAKHRAMEYEV, V. A. & al. (eds.): Paleozoic and Mesozoic floras and phytogeography of Eurasia. *Trudy Akad. Nauk SSSR, Geol. Inst.* 208, 111–157, Moskau 1970.
- MILLOT, J.: La faune malgache et le mythe gondwanien. – *Mém. Inst. Scient. Madagascar (A)* 7 (1), 1–36, Tananarive 1952.
- MORGAN, W. J.: Rises, trenches, great faults, and crustal blocks. – *J. geophys. Res.* 73, 1959–1982, Richmond 1968.
- MÜLLER, P.: Aspects of Zoogeography. – VII + 208, The Hague (Junk Publ.) 1974.
- NELSON, G. J.: Infraorbital bones and their bearing on the phylogeny and geography of osteoglossomorph fishes. – *Amer. Mus. Novitates* 2394, 1–37, New York 1969.
- NEUMAYR, M.: Erdgeschichte II. Beschreibende Geologie. – XII + 880, Leipzig (Bibl. Inst.) 1887.
- PAULIAN, R.: La zoogéographie de Madagascar et des îles voisines. – *Publ. Inst. Rech. scient.* 1–483, Tananarive 1961.
- PAULUS, H. F.: Co-Evolution zwischen Blüten und ihren tierischen Bestäubern. – *Sd. Bd. naturwiss. Ver. Hamburg* 2, 51–81, Hamburg 1978.
- PETRASCHECK, W. E.: Some aspects of the relation between continental drift and metallogenic provinces. – In: TARLING, D. H. & S. K. RUNCORN: Implications of continental drift to the Earth Sciences I. 567–573, London (Acad. Press) 1973.
- PILSBRY, H. A.: Non-marine mollusca of Patagonia. – In: W. B. SCOTT (ed.): Reports on the Princeton University expeditions to Patagonia, 1896–1899. 3 (2) *Zool.*, Pt. 5, 513–633, Princeton 1911.
- PILSBRY, H. A. & J. BEQUAERT: The aquatic molluscs of the Belgian Congo, with a geographical and ecological account of Congo malacology. – *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 53, 69–602, New York 1927.
- PLUMSTEAD, E. P.: Fossil floras of Antarctica. *Trans-Antarctic Exped. 1955–1958.* – *Scient. Rept. No.* 9, 1–154, London 1962.
- PLUMSTEAD, E. P.: Gondwana floras, geochronology and glaciation in South Africa. – Intern. geol. Congr., Rept. 22nd Sess. India 1964, 303–318, New Delhi 1964 (1969).
- PLUMSTEAD, E. P.: The late Palaeozoic Glossopteris flora. – In: HALLAM, A. (ed.): Atlas of Palaeobiogeography, 187–205, Amsterdam (Elsevier) 1973.
- REYMENT, R. A. & E. A. TAIT: Biostratigraphical dating of the early history of the South Atlantic ocean. – *Philos. Trans. R. Soc. London (B)* 264 (858), 55–95, London 1972.
- RUNCORN, S. K.: Rock magnetism – geophysical aspects. – *Advances in Physics* 4, 244–291, 1955.
- RUNCORN, S. K. (ed.): Continental drift. – Intern. geophys. Ser. 3, 1–338, New York (Acad. Press) 1962.
- RUNCORN, S. K. (ed.): Palaeogeophysics. – XV + 518, London & New York (Acad. Press) 1970.
- RUTSCH, R.: Entwicklung tropisch-amerikanischer Tertiärfaunen und Kontinentalverschiebungs-Hypothese. – *Geol. Rundschau* 30, 362–372, Stuttgart 1939.
- SCHMINKE, H. K.: Mesozoic intercontinental relationships as evidenced by Bathynellid crustacea (Syn-carida: Malacostraca). – *Syst. Zool.* 23 (2)- 157–164, USA 1974.
- SCHUSTER, R. M.: Problems of antipodal distribution in lower landplants. – *Taxon* 18, 46–91, Utrecht 1969.
- SCHUSTER, R. M.: Plate tectonics and its bearing on the geographical origin and dispersal of Angiosperms. – In: BECK, Ch. B. (ed.): Origin and early evolution of angiosperms. 48–138, New York & London (Columbia Univ. Press) 1976.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. – 3., neubearb. Aufl. VIII + 380 S. Stuttgart (Enke) 1974.
- SCHWARZBACH, M.: Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. – *Große Naturforscher Bd.* 42, 1–160 S. Stuttgart (Wiss. Verlagsges.) 1980.
- SCLATER, P. L.: The geographical distribution of mammals. – *Manchester Sci. Lect.* 5 & 6, 202–219, Manchester 1874.
- SEWARD, A. C.: Antarctic fossil plants. – *Brit. Antarct. Terra Nova Exped. (Geol.)* 1, 1–49, London 1914.
- SMITH, A. G. & A. HALLAM: The fit of the Southern Continents. – *Nature* 225 (5228), 139–144, London 1970.
- SPROLL, W. P. & R. S. DIETZ: Morphological Continental drift fit of Australia and Antarctica. – *Nature* 222, 345–348, London 1969.
- STARCK, D.: Die Säugetiere Madagaskars, ihre Lebensräume und ihre Geschichte. – *Sitz. Ber. wiss. Ges. Goethe-Univ.* 11, 65–124, Frankfurt/M. 1974.

- STEENIS, C. G. J. VAN: Transpacific floristic affinities, particularly in the tropical zone. – In: GRESSITT, J. L. (ed.): Pacific Basin Biogeography. 219–231, Honolulu (Bishop Mus. Press) 1963.
- STOW, W.: On the probable existence of an ancient Southern Continent. Appendix to: On some points in South-African geology 497–546. – Quart. J. Geol. Soc. 27, 546–548, London 1871.
- STRUNZ, H.: Plattentektonik, Pegmatite und Edelsteine in Ost und West des Südatlantik. – Nova Acta Leopold. n. F. 51 (237), 107–112, Halle (Saale) 1980.
- SUESS, E.: Das Antlitz der Erde I–III/2. – Prag & Leipzig (Tempus & Freytag) 1885–1909.
- TARLING, D. H. & S. K. RUNCORN: Implications of Continental drift to the Earth Sciences I–II. – XVI + 1134 S. London & New York (Acad. Press) 1973.
- TEICHERT, C. (Red.): Symposium sur les séries de Gondwana. – XIXe Congr. géol. internat., 1–399, Alger 1952.
- TEICHERT, C.: A brief history of the Gondwanaland concept and of the International Gondwana Commission. – 19. Intern. geol. Congr. (Symp. Sér. Gondwana), 7–12, Alger 1952.
- TESSENHORN, F.: Geologie des Südens: Gondwanaland und Ur-Pazifik. – Umschau 81 (2), 35–38, Frankfurt/M. 1981.
- THENIUS, E.: Allgemeine Paläontologie. – Univ. Lehr- u. Studienbücher, 1–157, Wien–Eisenstadt (Prugg) 1976.
- THENIUS, E.: Meere und Länder im Wechsel der Zeiten. – Verstdl. Wiss. 114, X + 200 S. Berlin–New York (Springer) 1977.
- THENIUS, E.: Biogeographie auf „neuen“ Wegen. Ergebnisse der Paläogeographie und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Pflanzen und Tieren. – Schr. Ver. Verbr. naturwiss. Kenntn. 116, 69–110, Wien 1977a.
- THENIUS, E.: Grundzüge der Faunen- und Verbreitungsgeschichte der Säugetiere. – 2. Aufl. 1–375 S. Stuttgart & New York (Fischer) 1980.
- THENIUS, E.: Der Beitrag österreichischer Geowissenschaftler zum „sea-floor spreading“- und „plate tectonics“-Konzept. – Verh. Geol. B.-Anst., Jg. 1979, 407–414, Wien 1980 (1980a).
- TOIT, A. L. DU: Our wandering continents. An hypothesis of continental drifting. – XIII + 366 S. Edinburgh & London (Oliver & Boyd) 1937.
- VINE, F. J. & D. H. MATTHEWS: Magnetic anomalies over oceanic ridges. – Nature 199, 947–949, London 1963.
- WEBER, A.: Grundzüge der Vegetation Madagaskars. Vortrag Zool.-Botan. Ges. 14. Nov. 1980. – Wien 1980.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente. – Petermanns Mitt. 58, 185–195, 253–256 u. 305–309, Gotha 1912.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – 2. Aufl. Die Wissenschaft 66, 1–135, Braunschweig (Vieweg) 1920.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – Die Wissenschaft 66, 4. Aufl., X + 231, Braunschweig (Vieweg) 1929.
- WOOD, A. E. & B. PATTERSON: The rodents of the Deseadense Oligocene of Patagonia and the Beginnings of South America rodent evolution. – Bull. Mus. Compar. Zool. 120, 279–428, Cambridge 1959.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 9. April 1981.

Die paläozoische Tethys: Fakten, Fiktionen, Fragen

Von Helmut W. FLÜGEL *

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

Zusammenfassung

Die Arbeit versucht der Frage nachzugehen, was von der Idee von Eduard SUESS einer paläozoischen Tethys, speziell im südeuropäischen Raum aus plattentektonischer Sicht geblieben ist. Vor allem großräumige, paläomagnetische Daten des Jungpaläozoikums sind eine starke Stütze für die Ansicht von E. SUESS. Im einzelnen erschwert in diesem Raum jedoch die alpidische Plattendrift die Rekonstruktion der paläogeographischen Entwicklung des Paläozoikums sehr. Paläobiogeographische Daten sind oft mehrdeutig und lassen keinen gesicherten Schluß zu, während paläomagnetische Untersuchungen vor allem in den älteren Schichtfolgen weitgehend fehlen. Dazu kommt, daß wir auch mit variszischer Plattendrift und Plattentektonik rechnen müssen, was schon während des Paläozoikums zu einer räumlichen Verlagerung der heute innerhalb des alpin-mediterranen Gebirgsgürtels eingebauten variszischen Areale geführt haben dürfte. Die von E. SUESS aufgeworfene Frage der Existenz einer paläozoischen „Proto-Tethys“ erlangt so im Lichte der Plattentektonik große aktuelle Bedeutung.

Summary

In connection with the question of the Variscic plate tectonics in Europe emerged the problem of the existence of a Paleozoic oceanic Tethys separating Laurasia and Baltica in the North from Gondwana in the South. The biogeographic data allow no clear evidence in this respect. Palaeomagnetic hints point strong to the existence of an ocean during the Ordovician, Silurian and partly Devonian time. At present the main problem is the position of the central and south parts of Europe during this time. More than one models were published to clear this question. They are different in the position of this regions, in the number of the oceans (Tab. 2, 3), in the questions of the existence of a subduction-zone and their dip (Fig. 1), the course of a Variscic suture and so on. On the other side strong objects exist against the opinion of such a Mid-European ocean in the first

* Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Helmut W. FLÜGEL, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, Heinrichstr. 26, A-8010 Graz

line, advocate by geologist, who know by their own work the German part of the Variscic geosyncline.

Unsolved is also the problem of the existence of a Proto-Tethys between Central-Europe or South-Europe and Gondwana during the Devonian and partly Carboniferous time and the question of the position of a possible Variscic suture within the Alpine Mediterranean mountain belt. The Alpine plate-drift and nappe tectonics complicate these problems. Therefore different opinions exist about the Prealpidic, Late Paleozoic position of the Variscic folded areas, within this belt (Fig. 2). Even if we had an answer on this question we would however not yet know the primary position of the Paleozoic areas before the Variscic plate drift and tectonics. Therefore we must wait for new and exact facts. In the first line we need more palaeomagnetic hints about the Older Paleozoic sequences, before it will be possible to replace the present fictions by a new paradigm.

Inhalt

Vorwort	84
Historisches zum Begriff Tethys	85
Grundsätzliches zur Rekonstruktion von Paläoozeanen	86
Die Entwicklung der Vorstellungen über die paläozoische Tethys	87
Das Problem der plattentektonischen Deutung des mitteleuropäischen Variszikums	90
Zur Frage der variszischen Plattentektonik im südeuropäischen Raum	91
Zusammenfassende Übersicht	94
Literaturverzeichnis	96

Vorwort

Eingeladen vom Herausgeber des „Natural Science“, seine Ansichten zur Frage der Permanenz großer Ozeantiefen darzulegen, gab E. SUESS 1893 einem einstigen mediterranen „Great and deep ocean“ den Namen Tethys. In den letzten Jahren wurde verschiedentlich diskutiert, ob Mitteleuropa während einzelner Zeitschnitte des Paläozoikums durch einen derartigen Ozean geteilt war bzw. ob ein (weiterer) Ozean Südeuropa von Gondwana trennte. Letztgenannte Frage berührt auch die Entwicklung des alpinen Europa. Bereits 1972 wurde daher mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt 1588, 2207, 3326) mit Untersuchungen zur Klärung einiger damit zusammenhängender Probleme begonnen. Da sich rasch zeigte, daß hierfür internationale Zusammenarbeit nötig ist, entwickelte sich aus diesem Programm das IGCP-Projekt Nr. 5 „Correlation of the Prevariscan and Variscan events of the Alpine-Mediterranean mountain belts“. An ihm sind derzeit 16 Staaten (Algerien, Bulgarien, ČSSR, die Deutsche Bundesrepublik, England, Frankreich, Griechenland, Italien, Österreich, Rumänien, die Schweiz, die Sowjetunion, Spanien und die Türkei) mit rund 180 Mitarbeitern beteiligt. Ziel dieser Arbeiten ist es, zu einem Bild der paläogeographischen Entwicklung dieses Raumes vor und bis zur Bildung der Pan-

gea – falls diese durch die variszische Orogenese erfolgte – zu kommen und die Frage der Natur und Bedeutung einer „Proto-Tethys“ zu klären (FLUGEL 1978b).

Historisches zum Begriff Tethys

Zoogeographische Überlegungen führten NEUMAYR 1883 zur Vorstellung, daß während des Jura und der Kreide meridionale Faunenprovinzen existierten. Dies war Ausgangspunkt für eine paläogeographische Karte des Jura, in der NEUMAYR 1887 zwischen einem südlichen und einem nördlichen Kontinent ein „zentrales Mittelmeer“ annahm, welches vom Pazifik über Europa zum Indik verlief. Es ist dies die Tethys von E. SUESS 1893 (vgl. JENKYN 1980), der in ihr „A great ocean which once stretched across part of Eurasia“ sah. 1901 verknüpfte er diesen „großen paläozoischen, mesozoischen und tertiären Ozean“ zwischen Gondwana und dem Angara-Kontinent mit der Entwicklung des alpinen Gebirges. Diese zeitliche Bindung an ein Orogen führte dazu, daß die Tethys meist als eine mesozoische Geosynklinale aufgefaßt wurde. Eine Ausnahme hiervon machte STILLE, der, der ursprünglichen Vorstellung folgend, dieses Meer als eine durch den „algonkischen Umbruch“ entstandene Urgeosynklinale zwischen Gondwana und Laurentia betrachtete (STILLE 1949: 159), die durch die kaledonische, variszische und alpidische Faltung eingeengt wurde. In diesem Zusammenhang sprach er 1951: 103 für den variszischen Zeitabschnitt von einer „Paläotethys“. Er griff damit unbewußt auf einen Begriff von F. KAHLER 1939 zurück, den dieser für die permischen Wanderwege der ostasiatischen Faunen geprägt hatte.

Mit dem Durchbruch mobilistischer Ideen änderte sich neben dem zeitlichen auch der räumliche Inhalt des Tethysbegriffes, vor allem nachdem BULLARD et al. 1965 durch das Aneinanderverschieben der Kontinente den „Urkontinent Pangäa“ als eine hufeisenförmige Großplatte darstellte, die gestaltlich an die Insel „Utopia“ von Thomas MORUS von 1516 erinnerte. Damit wurde die mesozoische Tethys von einem „zentralen Mittelmeer“ zu einer im Westen geschlossenen keilförmigen Ozeanbucht.

Das Paradigma entstehender und vergehender Ozeane von WILSON 1966 führte bald zu nomenklatorischen Problemen, da sich zeigte, daß auch die Tethys möglicherweise nur ein Ozean unter mehreren räumlich und zeitlich verschiedenen war. Die Folge davon war eine Verwirrung der Begriffe, wobei oft gleiche Namen für Verschiedenes und verschiedene Namen für Gleiches verwendet wurden (vgl. Tabelle 1).

Zu Beginn der siebziger Jahre tauchte die Frage auf, ob diese Pangea tatsächlich ein vormesozoischer „Urkontinent“ sei (ENGEL & KELM 1972, BOUCOT & GRAY 1976; vgl. auch S. 87), oder ob eine prämesozoische Tethys mit einer variszischen Entstehung der Pangäa durch Plattenkollision und teilweiser bzw. völliger Konsumation dieses älteren Ozeans zu verknüpfen sei. Die Anregungen hierzu kamen von der Paläobiogeographie bzw. der Paläomagnetik.

Bereits 1966 hatte WILSON den Unterschied zwischen der atlantischen und pazifischen Trilobitenfauna mit der Existenz eines präkambrischen bis kambrischen „Proto-Atlantik“ (= Iapetus HARLAND & GAYER 1972) erklärt, dessen Subduktion zur Bildung der Kaledoniden bzw. Appalachen führte (DEWEY 1969). In ähn-

lichem Sinn konnte WHITTINGTON 1966, gleichfalls gestützt auf Trilobitenfaunen, für das Ordovizium Europas eine nördliche und eine südliche Faunenprovinz wahrscheinlich machen. 1972 erklärte WHITTINGTON & HUGHES dies durch die Annahme einer Südeuropa von Gondwana trennenden „Proto-Tethys“. (Unabhängig davon verwendete im gleichen Jahr FLÜGEL 1972 diesen Namen in der Diskussion der paläozoischen Paläogeographie des vorderasiatischen Raumes aus plattentektonischer Sicht. Erstmals finden wir den Begriff bei DEWEY et al. 1970 für einen mit dem Proto-Atlantik im Raum der heutigen Ostsee sich vereinigenden ordovizischen Ozean.)

	Paläozoikum	Ozeane ab Trias	O. Trias/Jura
Dewey et al. 1973 Smith 1973 Stöcklin 1974 Herz & Savu 1974 Aubouin 1976 Frisch 1977 Laubscher & Bernoulli 1977; Hsü 1978; Argyriadis 1978; Bernoulli & Lemoine 1980	Tethys Paläotethys	Tethys 1 Tethys permanent Mesogea Tethys Paläotethys	Tethys 2–9 Proto-Mediterranean Neotethys Siret ocean recreated Mesogea = Tethys S-penn. Ozean N-penn. Ozean Tethys

Tabelle 1: Die zeitlich unterschiedenen mesozoischen Ozeane und ihre Bezeichnung im Bereich der „Proto-Tethys“ (vgl. Tab. 2 und S. 89)

Grundsätzliches zur Rekonstruktion von Paläoozeanen

Die Frage, wieweit Paläoozeane sich in biogeographischen Provinzen widerspiegeln (BURRETT 1973), ist ebenso umstritten wie das Problem ihrer Interpretation. Während etwa BURRETT & RICHARDSON 1980 für das Kambrium bzw. Ordovizium und BERRY 1972 für das tiefere Ordovizium die Annahme vertraten, daß die genannte Verteilung der Trilobitenfaunen nicht ohne die Annahme eines Proto-Atlantik erklärbar ist, glaubten z. B. TAYLOR & FORESTER 1979 diese Unterschiede auf Temperaturschichtungen des Wassers zurückführen zu können. Widersprüche in der Literatur lassen kein sicheres Bild gewinnen. So zeigen zum Beispiel im Silur – für das vielfach die Dominanz kosmopolitischer Faunen angenommen wird (BOUCOT 1974, PICKETT 1975) – die Acritarchen Europas deutliche Unterschiede zwischen einer nördlichen und einer südlichen Provinz (CRAMER 1969), wohingegen nach JAEGER 1976 und BERRY 1976 die Graptolithenfaunen ein einheitliches Muster lieferten, was nach DEWEY et al. 1970 im Ordovizium noch nicht der Fall sein soll. Heute noch wenig diskutierte und untersuchte Faktoren, die bei der larvalen Verbreitung und damit der Entwicklung von Faunenprovinzen eine wichtige Rolle spielen, wie Wassertemperatur und Temperaturschichtung, Sauerstoffschichtung (vgl. BERRY & WILDE 1978), Kalt- und Warmwasserströmungen und ihre Veränderungen (vgl. BERGGREN & HOLLISTER 1977), die Windrich-

tung in ihrem Einfluß auf Strömungen (vgl. DREWRY et al. 1974), lokale Festlandsbarrieren und Meeresstraßen, nicht zuletzt die Lebensdauer von Larven usw. usw. spielen bei der Frage kosmopolitischer Besiedlung oder Provinzialismus eine wichtige Rolle.

Die Schwierigkeiten, die eine Berücksichtigung und Erkennung dieser und ähnlicher Faktoren mit sich bringen, zeigen Versuche in dieser Richtung, wie etwa die von JELL 1974 und ROSS 1973 für das Kambrium, ORMISTON & ROSS 1976 für das Ordovizium, ZIEGLER et al. 1977 für das Silur oder HECKEL & WITZKE 1979 bzw. ELDREDGE & ORMISTON 1976 für das Devon. Es ist daher verständlich, wenn BABIN et al. 1980 zur Vorsicht hinsichtlich der Aussagekraft biogeographischer Angaben bei der Rekonstruktion vergangener Meere und Ozeane mahnen. Darüber hinaus sagt der Nachweis von durch Paläomeere getrennter einstiger Faunenprovinzen nichts darüber aus, ob es sich hierbei um ein Meer über kontinentaler Kruste handelte, oder ob dieses Meer ein später subduzierter Ozean war. (BURRETT 1973 wies auf die Notwendigkeit hin, begrifflich zwischen Ozean über ozeanischer Kruste und Meer – sea – über kontinentaler Kruste zu unterscheiden, was freilich nicht leicht sein dürfte.)

Die Entwicklung der Vorstellungen über die paläozoische Tethys

Auch in den Kreisen der Paläomagnetik entwickelte sich in den späten sechziger Jahren die Diskussion, ob die Pangäa erst im Jungpaläozoikum durch Plattendrift entstanden sei (BULLARD 1964), oder ob sie bereits seit dem frühen Paläozoikum existierte (CREER 1970). Die zunehmende Datenzahl führte dazu, daß die erstgenannte Vorstellung rasch an Boden gewann. Damit wuchs auch die Ansicht, daß die Grundlage paläogeographischer Karten der vormesozoischen Zeit nicht die mesozoische Pangäa in der Rekonstruktion von BULLARD et al. 1965 und schon gar nicht die heutige Kontinentalverteilung sein kann und daß es daher notwendig ist, für die verschiedenen Zeitabschnitte des Paläozoikums andere Kartenunterlagen zu schaffen. Versuche in dieser Hinsicht stammen von SMITH et al. 1970, SEYFERT & SIRKIN 1973, BRIDGE et al. 1973, SCOTese 1976, IRWING 1977, KANASEWICH et al. 1978 MORRELL & IRWING 1978, SCOTese et al. 1979, ZIEGLER et al. 1979, SCOTese 1979 sowie HECKEL & WITZKE 1979. Grundlagen für diese Karten waren nicht allein paläomagnetische Anhaltspunkte, sondern auch paläoklimatologische, paläobiogeographische sowie geotektonische Überlegungen.

Im europäischen Raum zeigen diese Karten einen Ozean zwischen Gondwana und Nordeuropa, der im Karbon durch Plattenkollision mit Bildung der Pangäa teilweise oder völlig eliminiert wurde. Dieser Ozean wird – soweit dies die Entwürfe erkennen lassen – zwischen Nordeuropa und einem mit Gondwana vereinigten Südeuropa angenommen. Er entspricht damit einem mitteleuropäischen Ozean. Prüft man jedoch die paläomagnetischen Daten, die den Autoren für ihre Rekonstruktionen zur Verfügung standen (vgl. SCOTese et al. 1979, MORRELL & IRWING 1978), dann zeigt sich, daß für das Altpaläozoikum aus dem südeuropäischen Bereich fast keine Angaben vorlagen. Umso wichtiger ist daher die Untersuchung von VAN DER VOO et al. 1980, nach der das armorikanische Massiv, welches während des späten Präkambriums noch zu Gondwana gehörte, bereits im

höheren Devon nördlich eines Baltica und Gondwana trennenden Ozeans gelegen war. Dies würde bedeuten, daß nach dem Kambrium und vor dem höheren Devon sich eine Platte von Gondwana löste und als selbständige Einheit gegen Baltica driftete. Für diesen Zeitraum wäre demnach ein nördlicher, mitteleuropäischer und ein südlicher, südeuropäischer Ozean anzunehmen. Ersterer verschwand im höheren Devon, letzterer durch Kollision von Gondwana mit der vergrößerten baltischen Platte im Karbon, wobei die „Paläotethys“ vielleicht als nicht subduzierter Rest dieses paläozoischen Ozeans aufgefaßt werden könnte.

Diese Vorstellung trifft sich mit verschiedenen plattentektonischen Spekulationen über die Entwicklung der europäischen Varisziden, die während des letzten Dezenniums geäußert wurden. Bereits 1969 hatte DEWEY, 1970 BIRD & DEWEY 1971 SCHENK die Vorstellung eines Proto-Atlantik zu einem plattentektonischen Modell für die Kaledoniden und Appalachen ausgebaut. In ähnlichem Sinn hatte 1970 HAMILTON den Ural und 1971 OVERSBY die Tasman-Geosynklinale Australiens zu deuten versucht. Es lag daher nahe, auch für das europäische Variszikum ähnliche Überlegungen durchzuführen. Dies erfordert jedoch die Annahme eines variszisch subduzierten paläozoischen Ozeans. Bei der Suche nach einer, dessen Position andeutenden Sutur (DEWEY 1977), boten sich zwei, bei ihrer Verknüpfung auch drei Möglichkeiten an, wobei die früher genannten biogeographischen und paläomagnetischen Indizien eine Stütze derartiger Überlegungen waren.

Die eine Möglichkeit ergab sich aus der Gliederung des mitteleuropäischen Variszikums durch KOSSMAT 1927, die zwischen dem Rhenoherynikum und dem Saxothuringikum respektive der Mitteldeutschen Schwelle eine als Sutur deutbare Diskontinuität der Entwicklung zeigte, während die andere Möglichkeit die war, die gesuchte Sutur in den Bereich des alpidischen Europas zu verlegen. Dies entloh vor allem die Autoren genauer nach ihrer Lage zu suchen. Die einzelnen angebotenen Modelle unterschieden sich dabei vor allem hinsichtlich des Alters der Ereignisse, der genauen Lage der Suturen sowie der Art und Richtung der Subduktion und des entstehenden Gebirgstypus. Die dabei diskutierten Möglichkeiten ergeben sich aus Tabelle 2 bzw. Abbildung 1.

1. Ein Ozean-Modell

A. Mitteleuropäischer Ozean:

Burrett 1972, Mc Kerrow & Ziegler 1972, Burne 1973*, Johnson 1973, Anderson 1975, Burke et al. 1977, Burrett & Griffiths 1977, Crowell 1978, Sawkind & Burke 1980

B. Südeuropäischer Ozean („Proto-Tethys“)

Nicolas 1972, Floyd 1972, Nicholls & Lorenz 1973, Carvalho 1973*, Bard et al. 1973, Hurley et al. 1974*, Bebiën et al. 1977, Bard 1977*, Vai 1979, Lefort 1979*

2. Zwei-Ozean-Modelle

Laurent 1970, Laurent 1972, Dewey & Burke 1973, Riding 1974, Badham & Halls 1975, Lorenz 1976, Lorenz & Nicholls 1976, Johnson 1978, Bard et al. 1980

Tabelle 2: Plattentektonische Modelle zur Entstehung des europäischen Variszikums (* Sonderfälle).

Diese Überlegungen führten ähnlich wie bei der mesozoischen Tethys auch für die paläozoischen Ozeane zu einer nomenklatorischen Verwirrung (Tabelle 3).

Die in den beiden Tabellen 1 und 3 gezeigte uneinheitliche Begriffsfassung sollte einer klaren Nomenklatur weichen. Der historischen Entwicklung und dem meist verwendeten Gebrauch Rechnung tragend, wird im folgenden der Name Tethys (SUESS 1893) als Sammelbezeichnung für die im Zuge der alpidischen Entwicklung, vor allem im Jura, sich neu entwickelnden Ozeane verwendet. Entsprechend der

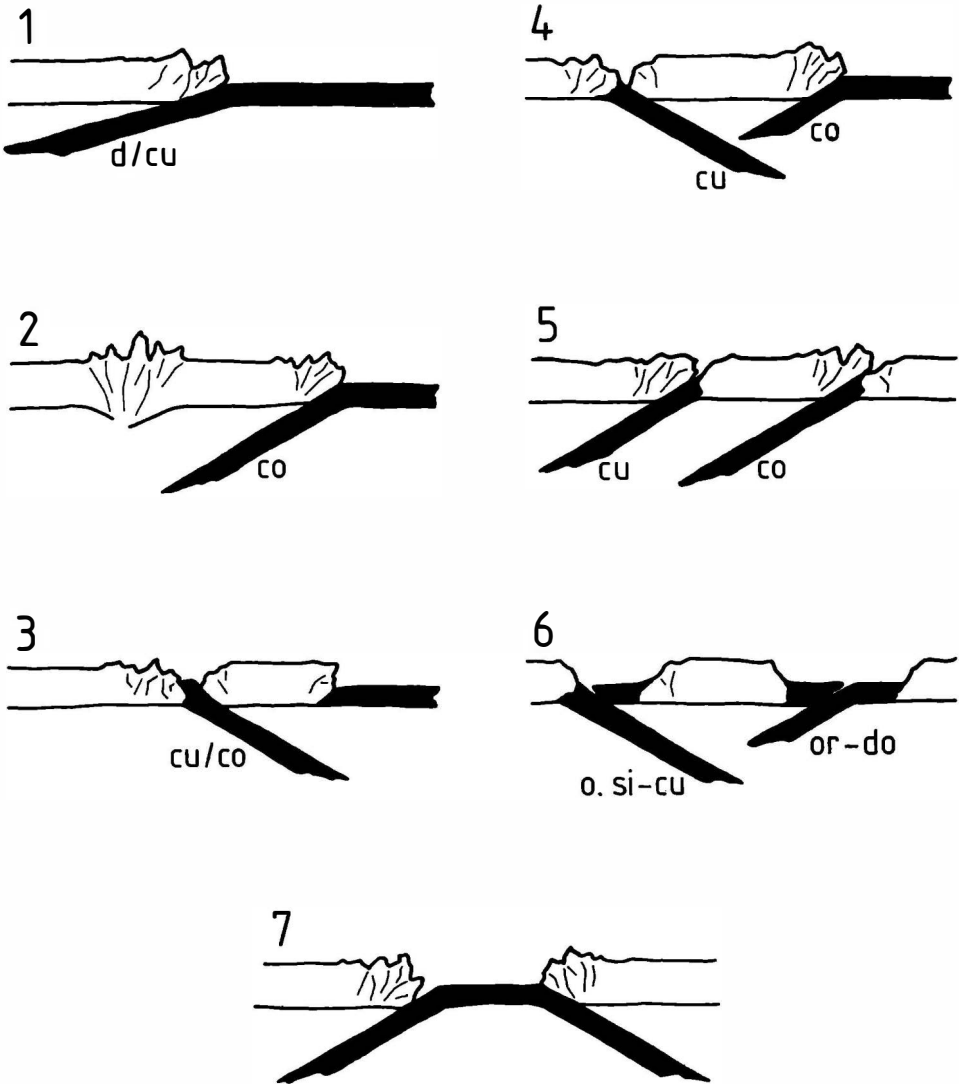


Abb. 1: Modelle variszischer Plattentektonik in Europa: 1. Floyd 1972, Nicollas 1972. 2. Vai 1979. 3. Johnson 1973, Anderson 1975. 4. Laurent 1972, Dewey & Burke 1973, Bardham & Halls 1975, Lorenz 1976, 5. Riding 1974, 6. Bard et al. 1980. 7. Burrett 1972, Burrett & Griffiths 1977.

ursprünglichen Vorstellung könnte die Bezeichnung Paläo-Tethys (KAHLER 1939) für die älteren Anteile des mesozoischen Ozeans ab der Permotrias Anwendung finden. Für das paläozoische Mittelmeer nördlich des Gondwana-Kontinents sollte der Begriff Proto-Tethys (DEWEY et al. 1970) vorbehalten sein, wobei man für einen eigenständigen ozeanischen Gürtel im Bereich der variszischen Geosynklinale südlich von „Paläoeuropa“ auf den Namen „Mitteleuropäischer Ozean“ (WHITTINGTON & HUGHES 1972) zurückgreifen könnte.

	Ozean in nördlicher Position	Ozean in südlicher Position
Laurent 1970	Saxo-Thuringian	Old Indian Ocean
Laurent 1972	Ocean	Proto-Mediterranean
Floyd 1972	—	Tethys
Whittington & Hughes 1972	Mid European	Proto-Tethys
Nicols 1972	—	Tethys
Burnett 1972	Mid European Ocean	—
Mc Kerrow & Ziegler 1972	Rheic Ocean	—
Ziegler 1972	Mid European Ocean	Tethys
Johnson 1973	—	Tethys
Lorenz & Nicholls 1976	Mid European Ocean	Tethys
Burgett & Griffiths 1977	Mid European Ocean	Tethys
Irving 1979	Hercynian Ocean	Tethys
Tomcykova & Tomcyk 1979	Hercynian Ocean	Proto-Tethys
Vai 1979	—	Palaeo-Tethys
Bebien et al. 1977	Mer Medio-Européenne bzw. Rheic Ocean	Proto-Tethys

Tabelle 3: Die paläozoische Tethys: Vorstellung und Nomenklatur

Bereits 1970 hatten DEWEY et al. darauf hingewiesen, daß die geotektonische Geschichte des Paläozoikums sich in einem mobilen Belt zwischen der laurentischen, der baltischen und der afro-europäischen Platte abspielte, wobei im Bereich des heutigen Ostseeraums ein Triple junction des Iapetus westlich von Laurentia und einer Proto-Tethys zwischen baltischer und afrikanischer Platte lag. SCHMIDT 1977 übernahm diese Vorstellung einer Y-förmigen mobilen Zone zwischen Europa, Gondwana und Amerika, wobei er im Sinne von BURKE & DEWEY 1973 den hohen geothermalen Gradient, der das Variszikum Mitteleuropas auszeichnet, durch die Annahme eines hot spot im Bereich dieser Triple junction erklärte. Dieses Modell wurde von ZWART & DORNSPIELEN 1978 weiter ausgebaut, wobei sie die cadomische, kaledonische und variszische Tektogenese als eine Folge von zeitlich und räumlich verschiedenen Bewegungen der drei genannten Platten mit Spreading und Kollision im Bereich des mobilen Belts erklärten. (In Weiterverfolgung wird dieser Gedanke im Sinne von SENGÖR et al. 1978 zur Vorstellung, daß das mitteleuropäische Variszikum aus einem atypischen, aulakogenen Seitenast des Iapetus entstanden sein könnte.)

Das Problem der plattentektonischen Deutung des mitteleuropäischen Variszikums

Das Problem der Einfügung des mitteleuropäischen Variszikums in ein plattentektonisches Konzept liegt vor allem darin, daß die meisten Modelle versuchten,

Vorstellungen, die an jungen Kettengebirgen erarbeitet worden waren, mehr oder minder kritiklos auf das Variszikum von Europa zu übertragen, obgleich dagegen mehrere Kriterien zu sprechen scheinen (ZWART 1967, 1976, ZWART & DORNSIEPEN 1978):

1. Eine sehr große ursprüngliche Breite des Orogens, die DORNSIEPEN 1978 auf 3000–5000 km schätzte, was weit über dem Betrag liegt, der auch unter Ein-schluß einer subduzierten ozeanischen Kruste für das alpine Orogen veranschlagt wird.
2. Das Auftreten einer relativ flachen Niederdruck-Metamorphose bei hohem geothermale Gradient, vor allem in Gebieten mit älterer Metamorphose, sowie das weitgehende Fehlen von Hinweisen auf eine entsprechende Hochdruck-Metamorphose, d. h. die Existenz eines paired metamorphic belt.
3. Eine starke Massierung von Migmatiten und seicht liegenden Intrusivgraniten (PERESKALINA 1978).
4. Ein weitgehendes Zurücktreten gesicherter variszischer Ophiolitfolgen, die als ozeanische Kruste deutbar wären.

Diese Schwierigkeiten führten neben Versuchen, den variszischen Bau Mitteleuropas durch Vertikaltektonik zu erklären (vgl. KREBS & WACHENDORF 1973), zu Überlegungen, das mitteleuropäische variszische Orogen im Sinne von STILLE als eine intrakontinentale Geosynklinale aufzufassen, jedoch mobilistisch durch intrakontinentale ensialische Subfluenz zu deuten (BEHR 1978, BEHR et al. 1980, WAL-LISER 1977, WEBER 1978), wodurch das Fehlen eines subduzierten, mitteleuropäischen Ozeans erklärbar wäre. Hierbei wurde von BEHR 1980 auch südlich der zwischen Moldanubikum und Zentralplateau sich erstreckenden polymetamorphen Kristallinzone eine nordfallende Subfluenzzone angenommen, die teilweise von den Alpen überdeckt sei. Dies würde bedeuten, daß auch südlich dieser Zone kein Ozean im Sinne einer Proto-Tethys existierte. Damit erhebt sich die Frage, ob für einen derartigen Ozean direkte Hinweise in Form einer Sutur, von Ophioliten oder erkennbaren Kontinentalrändern vorhanden sind.

Auch innerhalb des alpinen Paläozoikums fehlen ebenso wie im mitteleuropäischen Variszikum gesicherte Hinweise auf eine paläozoische Hochdruck-Metamorphose, einen paired metamorphic belt bzw. variszische Ophiolite. Als einziges Indiz für eine variszische Sutur wäre nach deutlichen Diskontinuitäten beiderseits erkennbaren oder durch die alpidische Tektonik maskierten Lineamenten zu fragen. In diesem Sinn wurde von HÖLL 1977 die Periadriatische Naht gedeutet, während FLÜGEL 1980 in der ursprünglichen Grenze Mittel-/Oberostalpin einen Anhaltspunkt auf eine durch den alpidischen Deckenbau verschleierte variszische Sutur für möglich hielt. Wir müssen jedoch bedenken, daß auch der Nachweis einer derartigen Sutur im Bereich des alpinen Paläozoikums nicht bedeutet, daß damit die Position eines einstigen Kontinentalrandes im Süden des mitteleuropäischen Kristallins bewiesen wäre.

Zur Frage der variszischen Plattentektonik im südeuropäischen Raum

Wir dürfen nicht außer Acht lassen, daß die alpidische Plattendrift das ursprüngliche Bild stark verändert und verzerrt haben kann und daß die Reste des

„paläodinarischen Gürtels“ von KOSSMAT, eingebaut in die alpinen Ketten, Bruchstücke eines Raumes sind, der vor der alpidischen Plattentektonik eine andere Position eingenommen hat als heute. Es ist daher notwendig, sich bei den Fragen Proto-Tethys und variszische Plattentektonik im südeuropäischen Raum auch mit dem alpidischen Geschehen zu beschäftigen. Dies macht nicht allein die Rückführung des alpidischen Deckenbaues notwendig, sondern darüber hinaus auch die Beachtung der alpidischen Plattendrift. Studiert man die umfangreiche Literatur über letztere, dann zeigt sich, daß hinsichtlich der permotriadischen Ausgangssituation der alpidischen Entwicklung, d. h. hinsichtlich der paläogeographischen Konfiguration, die durch das variszische Geschehen im mediterranen Raum geschaffen wurde, keine einheitliche Ansicht existiert.

Die geäußerten Vorstellungen zerfallen in vier Gruppen. Die erste umfaßt Arbeiten, die das variszisch gefaltete Areal als den einstigen Nordsaum der Paläotethys betrachteten. Ein Vertreter dieser Meinung ist VARGA 1978. Nur in diesem Fall würde eine nachgewiesene variszische Suture auch einen Hinweis auf den einstigen Kontinentalrand im Süden von Europa geben. Eine zweite Gruppe, zu der CHANNELL & HORVATH 1976 gehören, vermutet umgekehrt, daß der größte Teil des „paläodinarischen“ Paläozoikums im Süden der Tethys am Nordrand von Gondwana bzw. eines gegen Norden vorstoßenden afrikanisch/adriatischen Promontory beheimatet war. Eine dritte Gruppe mit FRISCH 1977 etc. ist der Auffassung, daß zur Zeit der Trias das Paläozoikum, welches heute in den alpinen Bau eingegliedert ist, vor allem um die westliche Krümmung der Paläotethysbucht angeordnet war, während TOLLMANN 1978 den Gedanken äußerte, daß das Paläozoikum eine Insel innerhalb der Paläotethys bildete (vgl. Abb. 2).

Diese ungelöste Problematik der ursprünglichen Position des alpinen Paläozoikums läßt es geraten erscheinen, bei der Suche nach Hinweisen auf einen etwaigen ursprünglichen Kontinentalrand südlich des mitteleuropäischen Kristallins den alpinen Bereich vorerst auszuklammern und sich auf den außeralpinen Raum westlich und östlich der Alpen zu konzentrieren. Sichere Suturen sind jedoch auch hier nicht nachweisbar. Wir sind daher gezwungen, nach indirekten Indizien zu suchen, wie es etwa die sedimentäre Entwicklung im Bereich subduzierter Kontinentalränder ist (vgl. DEWEY & BIRD 1970, READING 1972, DICKINSON 1974). Dabei wird davon ausgegangen, daß Sedimente, die den Schluß auf Tiefwasser sedimentation erlauben, ein Hinweis – wenn auch kein Beweis – für Kontinentalböschungen sind. In diesem Sinn lassen sich die in der Montagne Noire über den Seichtwasserablagerungen des Silur und Devon ab dem Unterkarbon folgenden Lydite, Grauwacken, Turbidite, kanalisierte Konglomerate und Olistolithe (ENGEL et al. 1978, FEIST 1977) als Hinweis auf eine in diesem Raum vorhandene submarine Canyon- und Fächerfolge (GORSLINE 1980) deuten, wobei die bis zur Entwicklung von Gleitdecken gehenden Massenbewegungen auf einen aktiven Kontinentalrand deuten.

Die östliche Fortsetzung dieser Zone könnte Sardinien in Prärotationsposition (ALVIEREZ 1972) sein, wo ähnlich der Montagne Noire und dem Massiv von Moutoumet das Karbon durch eine Flyschentwicklung mit Tiefwasserturbiditen, Konglomeraten und Slumps charakterisiert ist (VAI & COCOZZA 1974).

Der alpine Bogen läßt die weitere Fortsetzung dieser Zone gegen Osten unsi-

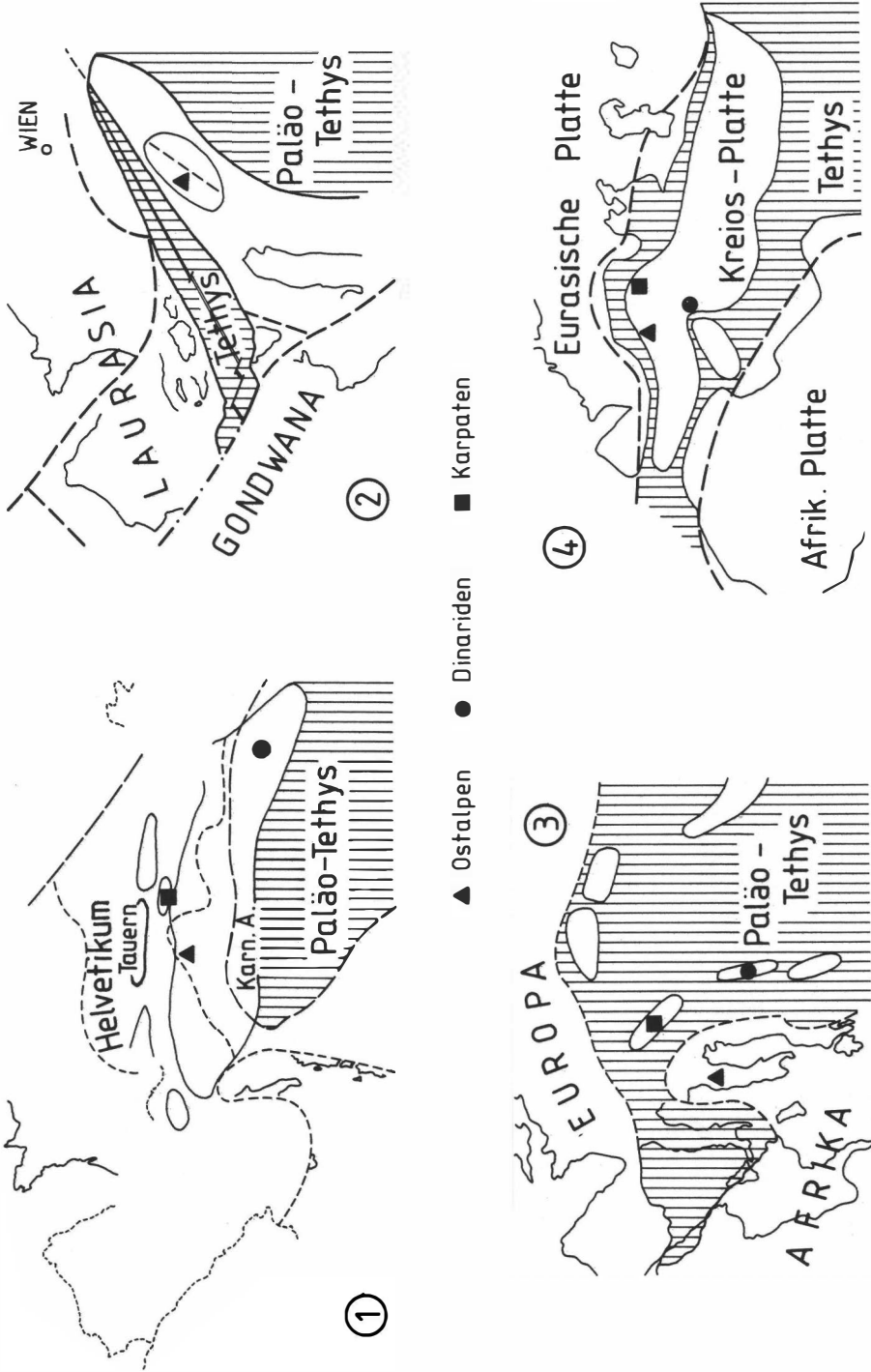


Abb. 2: Modelle der alpidischen Plattenposition im Jura mit Lage von Ostalpen, Dinariden und Karpaten: 1. Nach Varga 1978. 2. Nach Frisch 1977. 3. Nach Channell & Horvath 1976. 4. Nach Tollmann 1978.

cher erscheinen. Sicher scheint, daß die Kristallinkörper des Basements des Helvetikums noch Bestandteil der polymetamorphen Zentralzone sind. Ungeklärt ist dies für die bisweilen hiermit verglichenen „Altkristallin“-Anteile des Penninikums (vgl. FLÜGEL 1978 a, THIELE 1980). Bisher fehlt in ihnen ein Nachweis für eine präkambrische Metamorphose, wie dies für die metamorphe Zentralzone charakteristisch ist (JÄGER 1977).

Deutlichere Hinweise für einen paläozoischen Kontinentalrand finden sich erst wieder nordöstlich des alpinen Bereiches in den Flyschfolgen von Mähren und unter der karpatischen Vortiefe (DVORAK 1973, KOLAROVA & ROTH 1977), womit die Anknüpfung an Paläoeuropa gegeben wäre.

In Zusammenhang mit der Frage nach einem Kontinentalrand im Süden der zentraleuropäischen Kristallinzone steht die Frage nach direkten Hinweisen auf eine Proto-Tethys im Bereich des alpinen Paläozoikums. In den letzten Jahren erschienen zahlreiche Arbeiten, die versuchten, die in den paläozoischen Schichtfolgen weit verbreiteten basischen Eruptiva hiermit in Zusammenhang zu bringen. Die Untersuchungen stützten sich vor allem auf geochemische Parameter. Die Ergebnisse differieren auffallend. So deuteten COLINS et al. 1980 die Vulkanite der westlichen Grauwackenzone mit einigem Vorbehalt vorwiegend als Abkömmlinge tholeiitischer Magmen und faßten sie als Ozeanboden-Basalte auf. Dagegen sprach KOLMER 1978 die Spilite des Grazer- und Murauer Paläozoikums als alkalische „within plate basalte“ an, während LOESCHKE 1970, 1973, 1975, 1977 die Alkaligesteine der Karawanken und des Klagenfurter Beckens als Inselbogen-Vulkanite auffaßte. In den Gemeriden deuteten BAJANIK & REICHWALD 1979 die basischen Gesteine der Gelnica-Gruppe als kalkalkalische Vulkanite eines aktiven Kontinentalrandes, während sie die Gesteine der jüngeren Racovec-Gruppe als alkalische Magmen von vermutlich ozeanischem Typus auffaßten.

Diese verschiedenen Deutungen könnten – sofern sie reell sind – mehrere Erklärungen haben. So wäre es möglich, daß darin Altersverschiedenheiten der Vulkanitfolgen sich ausdrücken, wie dies in den Karpaten der Fall zu sein scheint. Es wäre aber auch möglich, daß diese Unterschiede teilweise durch die metamorphe Umprägung der Gesteine zu erklären ist. Diese spielt wie GRACIA 1978 zeigte, bei Paläovulkaniten eine große Rolle. Völlig offen ist dabei die Frage wieweit die ultrabasischen Gesteine des ostalpinen „Altkristallins“ im Sinne von EL AGEED 1979 als variszische Ophiolitkomplexe gedeutet werden können.

Daß jedoch die Suche nach Resten paläozoischer Ophiolite im alpinen Europa notwendig ist, zeigt die Arbeit von SAPOUNTZIS 1980, in der er aus der nordgriechischen Vardar-Zone aufgrund absoluter Altersdatierung die Existenz derartiger Folgen wahrscheinlich machen konnte.

Zusammenfassende Übersicht

Vor allem paläomagnetische Indizien sprechen für die Existenz eines vormesozoischen europäischen Ozeans und für Plattendrift im süd- und mitteleuropäischen Raum. Paläobiogeographische Daten sind diesbezüglich weniger eindeutig. Hinsichtlich der Frage, ob eine derartige Drift auch variszische Subduktion bedeutet, herrscht keine einheitliche Meinung. Die Schwierigkeit liegt vor allem in

der schweren Vergleichbarkeit des europäischen Variszikums mit den alpidischen Gegebenheiten und damit die Übertragung von Modellen, die für die jüngeren Gebirgsketten entwickelt wurden. Aus der verschiedenen Wertung der Gegenheiten ergaben sich zwei Grundvorstellungen für den geotektonischen Werdegang des Variszikums in unterschiedlichen Abwandlungen.

Das erste Modell lehnt eine Plattendrift größeren Stils mit Entwicklung eines Ozeans und variszischer Subduktionszonen ab. Nach ihm entwickelte sich das Variszikum Mitteleuropas aus einer intrakontinentalen Geosynklinale ohne ozeanische Kruste, wobei die polymetamorphe kristalline Zentralzone Europas einen Rest des prävariszischen Basements darstellt. In diesem Modell wird die Art des Südrandes dieses Basements kaum diskutiert, jedoch für wahrscheinlich erachtet, daß auch südlich der Zentralzone eine intrakontinentale Geosynklinale existierte, die sich in den südeuropäischen Varisziden manifestiert.

Andererseits gibt es Vorstellungen, nach denen das mitteleuropäische polymetamorphe Basement im Süden von einem paläozoischen Kontinentalrand begrenzt war, der die mitteleuropäische kontinentale Kruste mit einer Proto-Tethys verknüpfte, wobei das alpine Paläozoikum entweder am Südsaum dieser kontinentalen mitteleuropäischen Kruste abgelagert wurde oder aber südlich der Proto-Tethys im Nordbereich von Gondwana. Die Existenz einer derartigen Proto-Tethys bedeutet jedoch, daß wir eine variszische Subduktion anzunehmen haben, die bis zur Kollision mit Gondwana und damit der Entwicklung einer einheitlichen Pangäa führte. Eine Stütze für diese Ansicht ist möglicherweise die unterkarbone Flyschzone Südfrankreichs und Sardinien in ihrer Interpretation als südliche Kontinentalböschung Europas bzw. die Deutung der devon-karbonen Flyschentwicklung zwischen dem Rif und den Kabylen im Sinne einer nördlichen Kontinentalböschung von Gondwana (BOURROUILH & GORSLEIN 1979, BUCHROITHNER et al. 1980a, 1980b).

Geht dieses Grundmodell von der Annahme einer einheitlichen Nord- und Südeuropa umfassenden Platte aus, so nimmt das zweite Modell an, daß zwischen der nördlichen baltischen Platte und einer südeuropäisch-afrikanischen Platte eine Proto-Tethys existierte. Je nach der Position des Nordrandes von Gondwana, wird während des variszischen Orogens entweder nur die Subduktion dieses (mitteleuropäischen) Ozeans gegen Süden angenommen, oder aber man nimmt eine Abspaltung des südeuropäischen Teils von Gondwana, die Drift dieser Mikroplatte gegen Norden, ihre Kollision mit Nordeuropa sowie eine jüngere karbone Kollision der beiden Großplatten an, wodurch eine einheitliche Pangäa entstand. Auch in diesem Modell ist die paläogeographische Zuordnung des alpinen Paläozoikums problematisch, umso mehr als einige Hypothesen der alpidischen Entwicklung davon ausgehen, daß dieses Paläozoikum Teil von Gondwana war.

Die aufgezeigten Schwierigkeiten und Widersprüche lassen uns HALLAM 1979 und SUESS 1893 zustimmen, wenn sie feststellten „Problems indeed remain in reconstructing continental positions in the mesozoic and kenozoic but they seem to be a childplay in comparison to earlier periods of time“ (HALLAM). „Our scholars will some day know more than their masters do now; so let us patiently continue our work and remain friends“ (SUESS).

Literaturverzeichnis

- ALVAREZ, W.: A former continuation of the Alps. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **87**, 891–896, 2 Figs., Tulsa 1976.
- ANDERSON, T. A.: Carboniferous Subduction Complex in the Harz Mountains, Germany. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **86**, 77–82, 4 Figs., Tulsa 1975.
- ARGYRIADIS, I.: Le permien alpine-méditerranéen a la charnière entre l'hercynien et l'alpin. – These l'Univ. Paris-Sud, „Central d'Orsay“, **2**, 190 S., 16 Abb., Paris 1978.
- AUBOUIN, J.: Alpine tectonics and plate tectonics: thoughts about the eastern mediterranean. – In: Ager, D. V. & Brooks, M. (Hrsg.), *Europe from Crust to Core*, 143–158, 6 Abb., London 1976 (Wiley).
- BABIN, C., COCKS, L. R. M. & WALLISER, O. H.: Faciès, faunes et paléogéographie antécarbonifère de l'Europa. – 26. CGI, Coll. C6, *Geology of Europe*, 191–202, 3 Abb., Paris 1980.
- BADHAM, J. P. N. & HALLS, C.: Microplate tectonics, oblique collisions, and evolution of the Hercynian orogenic systems. – *Geology*, **3**, 373–376, 2 Abb., Boulder 1975.
- BAJANIK, St. & REICHWALDER, P.: Outline of the paleotectonic development of the gemeric and its relation to adjacent tectonic units. – In: Mahel, M. & Reichwalder, P. (Hrsg.), *Czechoslovak geology and global tectonics*, 141–154, 7 Abb., Bratislava 1979.
- BARD J. P.: Signification tectonique des métatholites d'affinité abyssale de la ceinture métamorphique de basse pression d'Aracena (Huelva, Espagne). – *Bull. Soc. geol. France*, **19**, 385–393, Paris 1977.
- BARD, J. P., BURG, J. P., MATTE, Ph. & RIBEIRO, A.: La chaîne hercynienne d'Europe occidentale en termes de tectonique des plaques. – 26. CGI, Coll., C6, *Geology of Europe*, 233–246, 4 Abb., Paris 1980.
- BARD, J. P., CAPDEVILA, R., MATTE, P. & RIBEIRO, A.: Geotectonic Model for the Iberian Variscan Orogen. – *Nat. Phys. Sci.*, **241**, 50–52, 2 Abb., London 1973.
- BEBIEN, J., ROCCI, G., FLOYD, P. A., JUTEAU, Th. & SAGON, J. P.: Le volcanisme devono-dinantien élément déterminant dans la reconstitution du cadre géotectonique de l'Europe moyenne varisque. – *Coll. intern. CNRS*, **243**, 275–291, 6 Abb., Paris 1977.
- BEHR, H. J.: Subfluenz-Prozesse im Grundgebirgs-Stockwerk Mitteleuropas. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**, 283–318, 9 Abb., Hannover 1978.
- BEHR, H. J.: Polyphase shear zones in the granulite belts along the margins of the Bohemian Massif. – *J. Structur. Geol.*, **2**, 249–254, 6 Abb., 1979.
- BEHR, H. J., WALLISER, O. H. & WEBER, K.: The development of the Rheno-hercynian and Saxothuringian zones of the mid-European Variscides. – 26. CGI, Coll., C 6, *Geology of Europe*, 77–89, 3 Abb., Paris 1980.
- BERGGREN, W. A. & HOLLISTER, C. D.: Plate tectonics and paleocirculation – commotion in the ocean. – *Tectonophysics*, **38**, 11–48, 10 Abb., Amsterdam 1975.
- BERNOULLI, D. & LEMOINE, M.: Birth and early evolution of the Tethys: the overall situation. – 26. CGI, Coll. C 5, *Geology of the Alpine chains born of the Tethys*, 168–179, 4 Abb., Paris 1980.
- BERRY, W. B. N.: Early Ordovician bathyurid province lithofacies, biofacies, and correlations – their relationship to a proto-Atlantic Ocean. – *Lethaia*, **5**, 69–83, 3 Abb., Oslo 1972.
- BERRY, W. B. N.: Graptolite Biogeography: A Biogeography of Some Lower Paleozoic Plankton. – In: Gray, J. & Boucot, A. J. (Hrsg.), *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment*, *Proc.*, **37**. *Ann. Biol. Coll.*, 105–115, 2 Abb., Oregon 1979.
- BERRY, W. B. N. & WILDE, P.: Progressive ventilation of the oceans – an explanation for the distribution of the lower paleozoic black shales. – *Amer. J. Sci.*, **278**, 257–275, 3 Abb., New Haven 1978.
- BIRD, J. M. & DEWEY, J. F.: Lithosphere Plate-Continental Margin Tectonics and the Evolution of the Appalachian Orogen. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **81**, 1031–1060, 10 Abb., New York 1970.
- BOUCOT, A. J.: Early Paleozoic Evidence of Continental Drift: Pro and Con. – *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, *Memoir*, **23**, 273–294, 1 Abb., Oregon 1972.
- BOUCOT, A. J. & GRAY, J.: Epilogue: A Paleozoic Pangaea?. – In: Gray, J. & Boucot, A. J. (Hrsg.), *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment*, *Prov.*, **37**. *Ann. Biol. Coll.*, 465–482, 7 Abb., Oregon 1979.
- BOURROUILH, R. & GORSLINE, D. S.: Pre-Triassic fit and alpine tectonics of continental blocks in the western Mediterranean. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **90**, 1074–1083, 5 Abb., New York 1979.
- BOURROUILH, R. et al.: Essai sur l'évolution paléogéographique, structurale et métamorphique du Paléozoïque du Sud de la France et de l'Ouest de la Méditerranée. – 26. CGI, Coll., C 6, *Geology of Europe*, 157–188, 11 Abb. Paris 1980.
- BRIDEN, J. C.: Applicability of Plate Tectonics to Pre-Mesozoic Time. – *Nature*, **244**, 400–405, 2 Abb., London 1973.
- BRIDEN, J. C., DREWRY, G. E. & SMITH, A. G.: Phanerozoic equal-area world maps. – *J. Geol.*, **82**, 555–574, 18 Abb., Chicago 1974.

- BUCHROITHNER, M. F., FLUGEL, E., FLUGEL, H. & STATTEGGER, K.: Die Devongerölle des paläozoischen Flysch von Menorca und ihre paläogeographische Bedeutung. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **159**, 172–224, 13 Abb., Stuttgart 1980, (1980a).
- BUCHROITHNER, M. F., FLUGEL, E., FLUGEL, H. & STATTEGGER, K.: Mikrofazies, Fossilien und Herkunft der Kalk-Gerölle im Karbon-, „Flysch“ der Betsichen Kordilleren, Spanien. – Facies, **2**, 1–54, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–8, Erlangen 1980, (1980b).
- BULLARD, E. C.: Continental drift. – Quart. J. geol. Soc. Lond., **120**, 1–33, 15 Abb., London 1964.
- BULLARD, E. C., EVERETT, E. & SMITH, A. G.: The fit of the continents around the Atlantic. – In: Blackett, P. M. et al. (Hrsg.), A symposium on continental drift, 41–51, 8 Abb., London 1965.
- BURKE, K. & DEWEY, J. F.: Plume-generated triple junctions: key indicators in applying plate tectonics to old rocks. – J. Geol., **81**, 406–433, Chicago 1973.
- BURKE, K., DEWEY, J. F. & KIDD, W. S. F.: World distribution of sutures – the sites of former oceans. – Tectonophysics, **40**, 69–99, Amsterdam 1977.
- BURNE, R. V.: Palaeogeography of South West England and Hercynian Continental Collision. – Nat. Phys. Sci., **241**, 130–131, 1 Abb., 1 Taf., London 1973.
- BURRETT, C. F.: Plate Tectonics and the Hercynian Orogeny. – Nature, **239**, 155–156, 3 Abb., London 1972.
- BURRETT, C. F.: Reply. – Nature, **244**, 91–92, 1 Abb., London 1973.
- BURRETT, C.: Ordovician biogeography and continental drift. – Palaeogeography, Palaeoclimatol., Palaeoecol., **13**, 161–201, 3 Abb., Amsterdam 1973.
- BURRETT, C. & GRIFFITHS, J.: A case for a mid-european ocean. – Coll. intern. CNRS, **243**, 313–328, 9 Abb., Paris 1977.
- BURRETT, C. & RICHARDSON, R.: Trilobite biogeography and cambrian tectonic models. – Tectonophysics, **63**, 155–192, 5 Abb., Amsterdam 1980.
- CARVALHO, D.: The metallogenetic consequences of plate tectonics and the upper paleozoic evolution of southern portugal. – Estud. Not. Trabalh. S. F. M., **20**, 297–320, 7 Abb., Lissabon 1972.
- CHANNELL, J. E. T. & HORVATH, F.: The african/adriatic promontory as a palaeogeographical premise for alpine orogeny and plate movements in the carpatho-balkan region. – Tectonophysics, **35**, 71–101, 9 Abb., Amsterdam 1976.
- COLINS, E., HOSCHER, G. & MOSTLER, H.: Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone unter besonderer Berücksichtigung der Metabasite. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72**, 343–378, 17 Abb., 4 Tab., Wien 1980.
- CRAMER, F. H.: Distribution of selected silurian acritarchs. – Rev. Esp. Micropal., **203** S., 63 Abb., 23 Taf., Madrid 1969.
- CREER, K. M.: A review of palaeomagnetism. – Earth-Sci. Rev., **6**, 369–466, 18 Abb., Amsterdam 1970.
- CROWELL, J. C.: Gondwanan glaciation, cyclothem, continental positioning, and climate change. – Amer. J. Sci., **278**, 1345–1372, 6 Abb., New Haven 1978.
- DEWEY, J. F.: Evolution of the Appalachian/Caledonian Orogen. – Nature, **222**, 124–129, 4 Abb., London 1969.
- DEWEY, J. F.: Suture zone complexities: a review. – Tectonophysics, **40**, 53–67, 5 Abb., Amsterdam 1977.
- DEWEY, J. F. & BIRD, J. M.: Mountain Belts and the New Global Tectonics. – J. Geophys. Research, **75**, 2625–2647, 15 Abb., Washington 1970.
- DEWEY, J. F. & BURKE, K. C. A.: Tibetan, variscan, and precambrian basement reactivation: products of continental collision. – J. Geol., **81**, 683–692, 5 Abb., Chicago 1973.
- DEWEY, J. F., PITMAN, W., RYAN, K. & BONIN, J.: Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine System. – Geol. Soc. Amer. Bull., **84**, 3137–3180, 19 Abb., Tulsa 1973.
- DEWEY, J. F., RICKARDS, R. B. & SKEVINGTON, D.: New light on the age of Dalradian deformation and metamorphism in western Ireland. Norsk Geologisk Tidsskrift, **50**, 19–44, 4 Abb., Oslo 1970.
- DICKINSON, W. R.: Plate tectonics and sedimentation. – Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ. **22**, 1–27, 10 Abb., Tulsa 1974.
- DORNSIEPEN, U. F.: Ein Überblick über die europäischen Varisziden. – Z. dt. geol. Ges., **129**, 521–542, 5 Abb., Hannover 1978.
- DREWRY, G. E., RAMSAY, A. T. S. & SMITH, A. G.: Climatically controlled sediments, the geomagnetic field, and trade wind belts in phanerozoic time. – J. Geol., **82**, 531–553, 14 Abb., Chicago 1974.
- DVORAK, J.: Syndimentary tectonics of the palaeozoic of the drahany upland (sudeticum, moravia, czechoslovakia). – Tectonophysics, **17**, 359–391, 15 Abb., Amsterdam 1972.
- EL AGEED, E.: The Hochgrößen Ultramafic-mafic Association. Its Associated Mineralization and Petrogenetic Significance. – 245 S., Köln. 1979.
- ELDREDGE, N. & ORMISTON, A. R.: Biogeography of Silurian and Devonian Trilobites of the Malvi-

- nokaffric Realm. – In: Gray, J. & Boucot, A. J. (Hrsg.), *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment*, Proc., 37. Ann. Biol. Coll., 147–166, 1 Abb., Oregon 1979.
- ENGEL, A. E. J. & KELM, D. L.: Pre-Permian Global Tectonics: A. Tectonic Test. – Geol. Soc. Amer. Bull., 83, 2325–2340, 7 Abb., Tulsa 1972.
- ENGEL, W., FEIST, R. & FRANKE, W.: Synorogenic Gravitational Transport in the Carboniferous of the Montagne Noire (S-France). – Z. dt. geol. Ges., 129, 461–472, 3 Abb., Hannover 1978.
- FEIST, R.: Das Altpaläozoikum Südfrankreichs. – Österr. Akad. Wiss., Schriften Erdwiss. Komm., 3, 191–199, 2 Abb., Wien 1978.
- FLOYD, P. A.: Geochemistry, Origin and Tectonic Environment of the Basic and Acidic Rocks of Cornubia, England. – Proc. Geol. Ass., 83, 385–404, 4 Abb., Colchester 1972.
- FLÜGEL, H. W.: Zur Entwicklung der „Prototethys“ im Paläozoikum Vorderasiens. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 10, 602–610, 1 Abb., Stuttgart 1972.
- FLÜGEL, H. W.: Mesoeuropa und alpines Variszikum. – Z. angew. Geol., 24, 505–510, 3 Abb., Berlin 1978 (1978 a).
- FLÜGEL, H. W.: Correlation of pre-Variscan and Variscan events of the Alpine-Mediterranean mountain belts: Project 5. – Geol. Corr. Spec. iss., 50–51, 1 Abb., 1978 (1978b).
- FLÜGEL, H. W.: Zur variszischen Verbindung von Ober- und Mittelostalpin. – Carinthia II, 170/90, 133–141, Klagenfurt 1980.
- FRISCH, W.: Die Alpen im westmediterranen Orogen – eine plattentektonische Rekonstruktion. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 24, 263–275, 5 Abb., Wien 1977.
- GARCIA, M. O.: Criteria for the Identification of Ancient Volcanic Arcs. – Earth-Sci.Rev., 14, 147–165, 8 Abb., Amsterdam 1978.
- GORSLINE, D. S.: Deep-water sedimentologic conditions and models. – Mar. Geol., 38, 1–21, Amsterdam 1980.
- HALLAM, A.: A decade of plate tectonics. – Nature, 279, 478, London 1979.
- HAMILTON, V.: The Uralides and the Motion of the Russian and Siberian Platforms. – Geol. Soc. Amer. Bull., 81, 2553–2576, 7 Abb., Boulder 1970.
- HARLAND, W. B. & GAYER, R. A.: The Arctic Caledonides and earlier Oceans. – Geol. Mag., 109, 289–384, 4 Abb., London 1972.
- HECKEL, P. H. & WITZKE, B. J.: Devonian world palaeogeography determined from distribution of carbonates and related lithic palaeoclimatic indicators. – Spec. Pap. Palaeont., 23, 99–123, London 1979.
- HERZ, N. & SAVU, H.: Plate Tectonics History of Romania. – Geol. Soc. Amer. Bull., 85, 1429–1440, 12 Abb., Boulder 1974.
- HÖLL, R.: Early Paleozoic Ore Deposits of the Sb-W-Hg Formation in the Eastern Alps and their Genetic Interpretation. – In: Klemm, D. D. & Schneider, H.-J. (Hrsg.), *Time- and Strata-Bound Ore Deposits*, 169–198, 3 Abb., Berlin (Springer-Verlag) 1977.
- HSU, K. J. & BERNOULLI, D.: Genesis of the tethys and the mediterranean. – Int. Rep. Deep Sea Drilling Proj., 42, 943–949, 3 Abb., Washington 1978.
- HURLEY, P. M. et al.: A Plate Tectonics Origin for Late Precambrian-Paleozoic Orogenic Belt in Morocco. – Geology, 2, 343–344, 3 Abb., London 1974.
- IRVING, E.: Drift of the major continental blocks since the Devonian. – Nature, 270, 304–309, 5 Abb., London 1977.
- JAEGER, H.: Das Silur und Unterdevon vom thüringischen Typ in Sardinien und seine regionalgeologische Bedeutung. – Nova Acta Leopoldina, N. F., 224, 45, 299 S., 130 Abb., davon 16 farbig und 12 Tab., 4 Taf., Halle 1976.
- JÄGER, E.: The evolution of the central and west european continent. – Coll. intern. CNRS, 243, 227–239, Paris 1977.
- JELL, P. A.: Faunal provinces and possible planetary reconstruction of the middle cambrian. – J. Geol., 82, 319–350, Chicago 1974.
- JENKYN, H. C.: Tethys: past and present. – Proc. Geol. Ass., 91, 107–118, 5 Abb., London 1980.
- JOHNSON, G. A. L.: Closing of the Carboniferous Sea in Western Europe. – Impl. Cont. Drift, Earth Sci., 2, 843–850, 4 Abb., London 1973.
- JOHNSON, G. A. L.: European Plate Movement During the Carboniferous. – In: Tarling, D. (Hrsg.), *Evolution of the Earth's Crust*, 343–360, 4 Abb., London 1978 (Academic Press).
- KAHLER, F.: Entwicklungsräume und Wanderwege der Fusuliniden am eurasiatischen Kontinent. – Geologie, 4, 178–188, 2 Abb., Berlin 1955.
- KANASEWICH, E. R., HAVSKOV, J. & EVANS, M. E.: Plate tectonics in the Phanerozoic. – Can. J. Earth Sci., 15, 919–955, 22 Abb., Ottawa 1978.
- KOLAROVA, M. & ROTH, Z.: Geology of the platform entering below the Carpathian Foredeep and the Carpathian nappes in SE Moravia. – Vestnik Ustred. Ustav. Geol., 52, 257–265, 4 Abb., Prag 1977.

- KOLMER, H.: Die Verteilung von Ti, Sr, Y und Zr in spilitischen Gesteinen der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **108**, 31–43, 5 Abb., Graz 1978.
- KOSSMAT, F.: Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. – Abh. Sächs. Geol. Landesamt, **1**, 3–41, 2 Abb., 2 Taf., Leipzig 1927.
- KREBS, W. & WACHENDORF, H.: Proterozoic-Paleozoic Geosynclinal and Orogenic Evolution of Central Europe. – Geol. Soc. Amer. Bull., **84**, 2611–2630, 4 Abb., Boulder 1973.
- LAUBSCHER, H. & BERNOULLI, D.: Mediterranean and tethys. – In: Nairn, A. E. M., Kaner, W. H. & Stehli, F. G. (Hrsg.), The Ocean basins and margins, **4A**, 1–28, 9 Abb., New York 1977.
- LAURENT, R.: A Model for the Origin of Hercynian Granites and Vulcanics of the Alps. – Schweiz. Min. Petr. Mitt., **50**, 547, Bern 1970.
- LAURENT, R.: The Hercynides of South Europe, a Model. – 24. Igc, **3**, 363–370, 2 Abb., Montreal 1972.
- LEFORT, J.-P.: Iberian-Armorican arc and Hercynian orogeny in western Europa. – Geology, **7**, 384–388, 2 Abb., London 1979.
- LOESCHKE, J.: Zur Geologie und Petrographie des Diabaszuges westlich Eisenkappel (Ebriachtal/Karawanken/Osterreich). – Oberrhein. Geol. Abh., **19**, 73–100, Karlsruhe 1970.
- LOESCHKE, J.: Zur Petrogenese paläozoischer Spilite aus den Ostalpen. – N. Jb. Miner. Abh., **119**, 20–56, Stuttgart 1973.
- LOESCHKE, J.: Spurenelement-Daten von paläozoischen Spiliten aus den Ostalpen und ihre Bedeutung für geotektonische Interpretationen. – Geol. Rundsch., **64**, 62–74, Stuttgart 1975.
- LOESCHKE, J.: Kaledonischer eugeosynklinaler Vulkanismus Norwegens und der Ostalpen im Vergleich mit rezentem Vulkanismus unterschiedlicher geotektonischer Positionen: Eine Arbeitshypothese. – Z. dt. geol. Ges., **128**, 185–207, Hannover 1977.
- LORENZ, V.: Formation of Hercynian subplates, possible causes and consequences. – Nature, **262**, 374–377, 2 Abb., London 1976.
- LORENZ, V. & NICHOLLS, I. A.: The permocarboniferous basin and range province of Europe. An application of plate tectonics. – In: Falke, H. (Hrsg.), The Continental Permian in Central, West and South Europe, 313–342, Dordrecht 1976.
- McKERRON, W. S. & ZIEGLER, A. M.: Palaeozoic Oceans. – Nat. Phys. Sci., **240**, 93–94, 1 Abb., London 1972.
- MOREL, P. & IRVING, E.: Tentative paleocontinental maps for the early phanerozoic and proterozoic. – J. Geol., **86**, 535–561, 3 Abb., Chicago 1978.
- NEUMAYR, M.: Über klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit. – Akad. Wiss. Wien, Denkschr. math.-naturw. Cl., **47**, 1–34, 1 Kte, Wien 1883.
- NEUMAYR, M.: Erdgeschichte. – 2. Bd. Beschreibende Geologie, 581 Abb., 12 Taf., 2 Kte, Leipzig 1887.
- NICOLAS, A.: Was the Hercynian Orogenic Belt of Europe of the Andean Type?. – Nature, **236**, 222–223, London 1972.
- NICHOLLS, I. A. & LORENZ, V.: Origin and Crystallization History of Permian Tholeiites from the Saar-Nahe Trough, SW Germany. – Contr. Mineral. and Petrol., **40**, 327–344, 5 Abb., Berlin 1973.
- ORMISTON, A. R. & ROSS, Monorakos in the Ordovician of Alaska and Its Zoogeographic Significance. – In: Gray, J. & Boucot, A. J. (Hrsg.), Historical Biogeography, Plate Tectonics, and the Changing Environment, Proc. 37. Ann. Biol. Coll., 53–59, 5 Abb., Oregon 1979.
- OVERSBY, B.: Palaeozoic Plate Tectonics in the Southern Tasman Geosyncline. – Nat. Phys. Sci., **234**, 45–47, 2 Abb., London 1971.
- PEREKALINA, T. V.: Der Magmatismus des varizischen Europa. – Z. dt. geol. Ges., **129**, 543–555, 2 Abb., Hannover 1978.
- PICKETT, J.: Continental Reconstructions and the Distribution of Coral Faunas During the Silurian. – J. Proc. Roy. Soc. New South Wales, **108**, 147–156, 2 Abb., 2 Tab., Sydney 1975.
- READING, H. G.: Global Tectonics and the Genesis of Flysch Successions. – 24. IGC., **6**, 59–66, 2 Abb., Montreal 1972.
- RIDING, R.: Model of the hercynian foldbelt. – Earth Planet. Sci. Lett., **24**, 125–135, 4 Abb., Amsterdam 1974.
- ROSS, R. J. Jr.: Early Paleozoic trilobites, sedimentary facies, lithospheric plates, and ocean currents. – Fossils and Strata, **4**, 307–329, Oslo 1975.
- SAPOUNTZIS, E. S.: On the age of the ophiolitic sequence in the southeastern part of the Axios (Vardar) zone (North Greece). – N. Jb. Miner. Abh., **138**, 39–48, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1980.
- SAWKINS, F. J. & BURKE, K.: Extensional Tectonics and Mid-Paleozoic Massive Sulfide Occurrences in Europa. – Geol. Rundsch., **69**, 349–360, Stuttgart 1980.
- SCHENK, P. E.: Southeastern Atlantic Canada, Northwestern Africa, and Continental Drift. – Can. J. Earth Sci., **8**, 1218–1251, 12 Abb., 1 Taf., Ottawa 1971.
- SCHMIDT, K.: Der alpaläozoische Magmatismus und seine Stellung in der tektonischen Geschichte Mittel- und Südwesteuropas. – Z. dt. geol. Ges., **128**, 121–141, 4 Abb., Hannover 1977.

- SCOTESE, Ch. R.: Continental drift; 1. Aufl., Chicaco 1976, 2. Aufl. Chicago 1979.
- SCOTESE, Ch. R. et al.: Paleozoic base maps. – *J. Geol.*, **87**, 217–277, 43 Abb., Chicago 1979.
- SENGOR, A. M., BURKE, K. & DEWEY, J. F.: Rifts at high angles to orogenic belts: tests for their origin and the upper rhine graben as an example. – *Amer. J. Sci.*, **278**, 24–40, 4 Abb., New York 1978.
- SEYFERT, C. K. & SIRKIN, L. A.: Earth History and Plate Tectonics; An Introduction to Historical Geology. – 504 S., New York (Harper).
- SMITH, A. G.: The So-called Tethyan Ophiolites. – In: Tarling, D. H. & Runcorn, S. K. (Hrsg.), Implications of Continental Drift to the Earth Sciences. **2**, 977–986, 3 Abb., London & New York 1973 (Academic Press).
- STILLE, H.: Uralte Anlagen in der Tektonik Europas. – *Z. dt. geol. Ges.*, **99**, 150–174, 8 Abb., Stuttgart 1949.
- STILLE, H.: Das mitteleuropäische variszische Grundgebirge im Bilde des gesamteuropäischen. – *Beih. Geol. Jb.*, **2**, 138 S., 15 Abb., 2 Taf., Hannover 1951.
- STOCKLIN, J.: Possible Ancient Continental Margins in Iran. – In: Burk, C. & Drake, C. (Hrsg.), The Geology of Continental Margins, 873–887, 4 Abb., Berlin–Heidelberg–New York (Springer-Verlag), 1974.
- SUESS, E.: Are Great Ocean Depths Permanent? – *Nat. Sci.*, **2**, 180–187, London 1893.
- SUESS, E.: Das Antlitz der Erde. – 3/1. Bd., 508 S., 23 Abb., 6 Taf., 1 Kte., Prag–Wien–Leipzig 1901.
- TAYLOR, M. E. & FORESTER, R. M.: Distributional model for marine isopod crustaceans and its bearing on early Paleozoic paleogeography and continental drift. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **90**, 405–413, 5 Abb., 1 Taf., Boulder 1979.
- THIELE, O.: Das Tauernfenster. – In: Oberhauser, R. (Hrsg.), Der geologische Aufbau Österreichs, 300–314, Abb. 77–81, Wien 1980.
- TOLLMANN, A.: Plattentektonische Fragen in den Ostalpen und der plattentektonische Mechanismus des mediterranen Orogens. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, **69**, 291–351, 11 Abb., Wien 1978.
- TOMCZYKOWA, E. & TOMCZYK, H.: Stratigraphy of the polish silurian and lower devonian and development of the proto-tethys. – *Acta Palaeont. Polonica*, **24**, 165–183, Warschau 1973.
- VAL, G. B.: Tracing the hercynian structural zones across neo-europa a model for correlation purposes within IGCP Project No. 5. – In: Sassi, F. P. (Hrsg.), IGCP. Nr. 5, Newsletter 1, 141–149, 4 Abb. Padua 1979.
- VAL, G. B. & COCOZZA, T.: Il postgotlandiano sardo, unita sinorogenica ercinica. – *Boll. Soc. Geol. It.*, **93**, 61–72, 9 Abb., Bologna 1973.
- VARGA, I.: Palealpine geodynamics of the Western Carpathians. – *Miner. slovac*, **10**, 385–441, 16 Abb., Bratislava 1978.
- VAN DER VOO, R., BRIDEN, J. C. & DUFF, B. A.: Late Precambrian and Paleozoic paleomagnetism of the Atlantic-bordering continents. – 26. CGI, Coll., **C6**, Geology of Europe, 203–212, 4 Abb., Paris 1980.
- WALLISER, O. H.: Probleme der geotektonischen Einordnung der Varisziden. – *Z. angew. Geol.*, **23**, 459–463, Wiesbaden 1977.
- WEBER, K.: Das Bewegungsbild im Rhenohertzynikum – Abbild einer varistischen Subfluenz. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**, 249–281, 11 Abb., 1 Taf., Hannover 1978.
- WILSON, J. T.: Did the atlantic close and then re-open?. – *Nature*, **211**, 676–681, 5 Abb., London 1966.
- WHITTINGTON, H. B.: Presidential address phylogeny and distribution of ordovician trilobites. – *J. Paleont.*, **40**, 696–737, 16. Abb., Tulsa.
- WHITTINGTON, H. B., F. R. S. & HUGHES, C. P.: Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution. – *Philos. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B*, **263**, Biol. Sci., 235–278, 12 Abb., London 1972.
- ZIEGLER, A. M. et al.: Silurian continental distributions, paleogeography, climatology, and biogeography. – *Tectonophysics*, **40**, 13–51, 5 Abb., Amsterdam 1977.
- ZIEGLER, A. M. et al.: Paleozoic, Paleogeography. – *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, **7**, 473–502, 8 Abb., Chicago 1979.
- ZWART, H. J.: The duality of orogenic belts. – *Geol. Mijnbouw.*, **46e**, 283–309. 12 Abb., Leiden 1967.
- ZWART, H. J.: Regional metamorphism in the Variscan orogeny of Europe, *Nova Acta Leopoldina*, N. F. **224**, 45, 361–367, 4 Abb., Halle 1976.
- ZWART, H. J. & DORNSIEPEN, U. F.: The tectonic framework of central and western europe. – *Geol. Mijnbouw.*, **57**, 627–654, 16 Abb., Leiden 1978.