

Wegener — Ampferer — Schwinner Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie in Österreich *

Von Helmut W. FLÜGEL **

Mit 1 Abbildung

In der Geschichte der Geologie in Österreich ist die Auseinandersetzung mit WEGENERS Theorie und ihre Weiterentwicklung eines der interessantesten, gleichzeitig aber auch eines der am wenigsten bekannten Kapitel. Viele Ideen, die in diesem Zusammenhang diskutiert wurden, bilden heute wichtige Teile unseres Erdbildes. Trotzdem stellen diese Überlegungen keinen direkten Beitrag zur Plattentektonik dar. Sie zeigen vielmehr, mit welchen Schwierigkeiten sich ein Paradigmawechsel in der Wissenschaft vollziehen kann.

1901—1912: Die Drift der Kontinente

Das Sommersemester 1901 verbrachten Alfred WEGENER und sein Bruder Kurt in Innsbruck. Er lernte hier unter Führung von J. BLAAS, dem Ordinarius für Geologie und Paläontologie, auf Exkursionen die Geologie der Tiroler Alpen kennen. Vermutlich besuchte er auch dessen Kolleg „Geologische Streitfragen“. Dabei wurde der 21jährige Berliner Student der Meteorologie und Astronomie mit einigen ungelösten Problemen bekannt, die zehn Jahre später für ihn wichtig werden sollten. Dazu gehörten die Fragen der Permanenz der Ozeane und Kontinente, die Kontraktionstheorie und die beginnende Erkenntnis eines Deckenbaues in den Alpen. Bei erstgenanntem Problem standen sich zwei Anschauungen gegenüber. Nach der ersten hatte sich die Konfiguration der Ozeane und Kontinente seit ihrer Entstehung nicht wesentlich verändert. Es ist dies eine Vorstellung, die – zurückgehend auf den Schöpfungsgedanken des dritten Tages der Genesis – über Jahrhunderte das Erdbild des christlichen Abendlandes geprägt hatte. Demgegenüber stand die Auffassung einer Beständigkeit der Kontinente bei Veränderung der Ozeane durch den Zusammenbruch ehemaliger Landbrücken. Prägnant wurde dies ausgedrückt in dem Satz von Eduard SUESS 1885 „Der Zusammenbruch des Erdballes ist es, dem wir beiwohnen“. Möglicherweise hat WEGENER in diesem Zusammenhang auch etwas über „geographische Homologie“ gehört, d. h. die Übereinstimmung im Verlauf einander gegenüberliegender Küstenlinien, etwa der von Afrika und Amerika, eine Erscheinung, die man durch die Existenz paralleler Bruchscharen erklärte.

Weniger problemreich schien 1901 die Frage nach der Ursache der Gebirgsbildungen. Hier war für die meisten Geologen mit der Kontraktionstheorie das

* Erweiterte Fassung eines am 26. 9. 1980 im Rahmen der 3. Jahrestagung der Österreichischen Geologischen Gesellschaft in Graz gehaltenen Vortrags.

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

Finalstadium wissenschaftlicher Erkenntnis erreicht. Hinter dieser Theorie standen die großen Autoritäten, wie Eduard SUESS und Alfred HEIM. Andere, daneben noch existierende Vorstellungen, etwa die von REYER, nach der Gebirge auf Hebungen und Gleitvorgänge zurückzuführen wären, wurden meist als Kuriosum abgetan. Viel weniger sicher war man sich über die Existenz großer einseitiger Überschiebungen in den Kettengebirgen, ohne dabei zu erkennen, daß mit dieser Frage die Kontraktionstheorie in eine Krisensituation geraten war, die letztlich ihr Ende einleitete.

Zur Zeit als WEGENER diese Probleme, die ihn kaum berührt haben dürften, hörte, hatte ein anderer Schüler von BLAAS, Otto AMPFERER, bereits seit zwei Jahren sein Geologiestudium abgeschlossen und war im März 1901 in die Geologische Reichsanstalt in Wien eingetreten. Er hatte ursprünglich Physik studieren wollen (KLEBELSBERG 1947, HEISSEL 1977), sich jedoch als begeisterter Bergsteiger bald der Geologie zugewandt. Dieses dreifache Interesse – Physik, Geologie und Alpinismus – prägten sein Lebenswerk. Schon während seines Studiums – möglicherweise durch die früher genannte und immer wieder gebrachte Lehrveranstaltung von BLAAS angeregt – begann er sich mit der Frage der „Mechanik der Alpen“ zu beschäftigen. Die Auseinandersetzung um die Glarner „Doppelfalte“ war gerade vorbei, die „unerhörte Träumerei“ von Marcel BERTRAND war zur anerkannten Realität geworden und „man begann von Verfrachtungen von 80 oder 100 km zu sprechen“. Eduard SUESS (1916) war „der Überzeugung, daß die allgemein nordwärts gerichtete Bewegung für die Westalpen anerkannt (war), daß (sie) jedoch in ihrem Ausmaß noch weit über die Annahmen hinausging“, die man vermutete. Diese neuen Erkenntnisse waren schwer mit dem „Mechanismus der Gebirgsbildung“ wie ihn HEIM 1878 vertrat, zu erklären. Vor allem als sich – u. a. durch die im Herbst 1901 erfolgte Entdeckung der Karwendel-Überschiebung durch AMPFERER – zeigte, daß das Phänomen des Deckenbaues bedeutend größer war, als man es zur Zeit seines Studiums vermutete und sich erwies, daß der gesamte Gebirgszug, von den Westalpen bis in die Karpaten, Deckenland war. In dieser sich in wenigen Jahren vollziehenden Veränderung der Meinung erkannte AMPFERER 1906 die Konfliktsituation, in die die Kontraktionstheorie geraten war, und er begann nach einer Erklärung des „Bewegungsbild von Faltengebirgen“ zu suchen, die diesen neuen Erkenntnissen gerecht wurde. Dies führte ihn zur Vorstellung, daß anstelle einer globalen Kontraktion regional wirksame, thermisch bedingte Massenverlagerungen unterhalb der Faltungszonen existieren. Er bezeichnete sie als Unterströmungen. Durch sie würden Hebungen und Senkungen des „Untergrundes“ hervorgerufen, wodurch sich im Erdinneren Gleitbahnen entwickeln, die zur Faltung und Überschiebung der darüberliegenden „Erdhaut“ führen.

Selbstverständlich wurde dieser Theorie von den Autoritäten „eine stille Beerdigung“ oder „eine grobe Verhöhnung“ zuteil. Dieses Verhalten ließ AMPFERER „auf Jahre hinaus seine Freude an einer Weiterarbeit“ verderben (AMPFERER 1939), bis er erkannte, daß man „große Männer ehren, aber ihnen nicht glauben soll“ (Berthold BRECHT) und er merkte, „daß sich so tiefe Gegensätze meist nur durch den Tod besiegen lassen“ (AMPFERER 1937).

Im Juli dieses Jahres 1906 brach Alfred WEGENER, der 1904 sein Studium beendet hatte, als Meteorologe zu seiner ersten Grönland-Expedition auf (SCHWARZBACH 1980). Zurückgekehrt habilitierte er sich 1909 in Marburg a. d. Lahn für Astronomie, Meteorologie und Kosmische Physik. Zeit seines Lebens waren die beiden letztgenannten Fächer sein eigentliches Forschungsgebiet. Auch als er Professor für Geophysik in Graz geworden war, hatte er sich – sieht man von den diesbezüglichen Abschnitten in seiner Kontinentalverschiebungs-Theorie ab – nie mit der „Geophysik der festen Erde“ beschäftigt. Neben verschiedenen anderen Themen, die Atmosphäre betreffend, untersuchte WEGENER in diesen Jahren auch Wolken-Probleme. Diese Arbeiten zur Atmosphäre brachten ihm das Interesse von Emanuel KAYSER, Ordinarius für Geologie und Paläontologie ein, der eine Kontroverse mit ARRHENIUS über Schwankungen des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre und ihren Einfluß auf die Eiszeiten hatte. Dies erklärt, weswegen KAYSER (1911) die Arbeiten von WEGENER in der Geologischen Rundschau referierte und 1912 in der neuen Auflage seines Lehrbuches aufnahm. Dadurch ergaben sich aber zwischen KAYSER und WEGENER Berührungspunkte, die nicht ohne Bedeutung waren.

In dieser Situation fiel WEGENER in den Weihnachtstagen des Jahres 1910 beim Durchblättern des neuen ANDREE-Handatlas die geographische Homologie zwischen Afrika und Südamerika auf, auf die er bereits während seiner Studienzeit 1903 gestoßen war (GEORGI 1962). Vielleicht aus der früher genannten Beschäftigung mit sich auflösenden Wolkenfeldern heraus, kommt ihm schlagartig die Idee des Auseinanderreißen und Verdriftens von Kontinenten. „Dem Gedanken muß ich nachgehen“ (Brief an E. KÖPPEN Jänner 1911, E. WEGENER 1960).¹ Andere Arbeiten lassen vorerst die Überlegungen in den Hintergrund treten, jedoch im Herbst 1911 stößt er in der Naturwissenschaftlichen Rundschau des Jahres 1910 auf ein Referat von ARLTD über eine 1909 erschienene Publikation von SCHARFF „Über die Beweisgründe für eine frühere Landbrücke zwischen Nordeuropa und Amerika“. Es handelt sich um eine biogeographische Notiz. Beim Lesen dieses kurzen Artikels erkennt WEGENER sogleich den Konflikt zwischen den Theorien der Brückenkontinente und der Isostasie. Seiner Überlegungen der Weihnachtstage sich erinnernd, erfaßt er, daß die Annahme einer Drift der Kontinente nicht nur diesen Konflikt beseitigen würde, sondern daß sie auch eine Erklärung für die biogeographischen Beziehungen zwischen Europa und Afrika auf der einen, Amerika auf der anderen Seite ist. Da er Mitte 1912 an der Danmark Grönland-Expedition teilnehmen möchte, steht WEGENER bei der Verfolgung dieser Vorstellungen unter Zeitdruck. Er beschließt daher möglichst noch vor seiner Abreise seine Ideen einem Fachpublikum vorzulegen, überzeugt von der Richtigkeit der Theorie und dem Glauben, „daß die alten Vorstellungen noch 10 Jahre zu leben haben“ (Brief an W. KÖPPEN vom 6. 12. 1911 in E. WEGENER 1960). Für die Präsentation bietet sich die Tagung der Geologischen Vereinigung in Frankfurt im Jänner 1912 an. Dies wird

¹ Ein Vergleich mit dem fallenden Apfel, der angeblich Isaac NEWTON zum Gravitationsgesetz führte, ist insofern irreführend, als NEWTON sich bereits zwei Jahrzehnte mit dem Problem der Gravitation beschäftigt hatte, während WEGENER plötzlich auf ein für ihn völlig neues Problem stieß.

erleichtert, da KAYSER Vorsitzender der Vereinigung ist. Im Dezember 1911 wird der Vortrag angekündigt. Am 6. Jänner hält WEGENER in Frankfurt, am 10. Jänner 1912 in Marburg sein Referat. Dann folgt die Ausarbeitung der Publikation.

WEGENER hat das Glück, daß er sich auf zwei den modernen Wissensstand wiedergebende Lehrbücher stützen kann. Es sind dies die 1909 erschienene 4. Auflage des Buches von KAYSER und die Übersetzung des Werkes von RUDZKI „Die Physik der Erde“ (1911). Dazu kommt wertvolle Hilfe von geologischer Seite, die „alles aufstöbern was ich brauche“ (Brief an W. KÖPPEN vom 29. 1. 1912 in E. WEGENER 1960). Es muß sich hierbei um Karl ANDREE gehandelt haben, der Privatdozent für Geologie und Paläontologie in Marburg war. Er beschäftigte sich zu dieser Zeit mit marinen Sedimenten, über die er im gleichen Band der Geologischen Rundschau, in dem WEGENER die Darstellung seiner Theorie gab, eine Besprechung „Über Sedimentbildung am Meeresboden“ vorlegte. Diese Arbeit muß noch vor dem Vortrag WEGENERS geschrieben worden sein. Trotzdem finden sich in ihr einige Gedanken über Isostasie und Sedimentbildung, die auch bei WEGENER anzutreffen sind. Dies und die Tatsache, daß ANDREE im Oktober 1912 vor der mathematisch-naturwissenschaftlichen Gruppe des 4. Marburger Oberlehrer-Ferienkurses Vorträge „Über die Bedingungen der Gebirgsbildung“ hielt, in denen er sich sehr eingehend mit Alfred WEGENER auseinandersetzte (ANDREE 1914), lassen erkennen, daß er es war, den WEGENER in seinem Brief meinte. Am 24. Februar sandte WEGENER ein Exemplar des Manuskriptes an den Verlag, ein anderes erhielt KAYSER (E. WEGENER 1960). Gleichzeitig begann er mit der Ausarbeitung eines Manuskriptes für die Geologische Rundschau. Im April 1912 erschien in Petermanns Mitteilungen der erste Teil der Publikation, im Juli die verkürzte Fassung mit Streichung mehrerer Absätze in der Geologischen Rundschau. Diesen Strichen fiel eine aus heutiger Sicht wesentliche Passage zum Opfer. Sie lautet: „Diese (gemeint sind „relativ geringfügige Niveaudifferenzen der großen ozeanischen Becken untereinander“) scheinen es auch nahezulegen, die mittelatlantische Bodenschwelle als diejenige Zone zu betrachten, in welcher bei der noch immer fortschreitenden Erweiterung des atlantischen Ozeans der Boden desselben fortwährend aufreißt und frischem, relativ flüssigem und hochtemperiertem Sima aus der Tiefe Platz macht“. Auf diesen Satz, auf den WEGENER niemihr zurückkam und der vergessen wurde, machte erst 1980 JACOBY aufmerksam. Die Ähnlichkeit dieser Vorstellung mit der Idee des Sea-Floor-Spreading liegt nahe, wengleich WEGENER darin nicht die Ursache der Kontinentalverschiebung, sondern ihre Auswirkung sah. Die Gründe für die Weglassung dieses Satzes wissen wir nicht. Entweder maß er ihm keine größere Bedeutung zu, was schwer zu glauben ist, oder er wurde hiezu von jemandem angeregt. War letzteres der Fall, so muß dies nach Absendung des Manuskriptes erfolgt sein, was dafür sprechen würde, daß dies Emanuel KAYSER war.

In diesen frühen Arbeiten WEGENERS spielt die Gebirgsbildung nur eine zweitrangige Rolle. Er spricht zwar davon (1912a), daß es sich bei den Geosynklinalen um „alte Schelfe“ gehandelt hat und „daß beim Zusammenschub vorzugsweise die schwächste Stelle nachgeben wird“. Wie jedoch der Zusammen-

hang zwischen Drift und Gebirgsbildung ist, bleibt weitgehend offen. Wenn WEGENER in dieser Arbeit BERTRAND, SCHARDT und LUGEON zitiert und vom „eigentümlichen Deckenfaltenbau der Gebirge“ spricht, dann ist dies Erinnerung an die Innsbrucker Tage und die Exkursionen mit BLAAS. Es sind die Alpen und ihre Fortsetzung bis in den Himalaya, die er vor Augen hat, wenn er an Kettengebirge, eingespannt zwischen zwei Kontinentplatten, deren Bewegung diese Gebirge erzeugen, denkt. Auffallenderweise trat diese Bezugnahme auf die Alpen in seinen späteren Publikationen gegenüber der auf andere Gebirgsketten deutlich zurück. Auch sein Aufenthalt in Österreich führte nicht dazu, aus seiner Sicht zum Alpenbau Stellung zu nehmen. Vermutlich spielen hierbei die scharfen Gegensätze in den Auffassungen, die über diesen Bau gerade zwischen Graz und Wien existierten, eine nicht unwesentliche Rolle, umsomehr als WEGENER den speziellen Problemen der Alpentektonik fremd gegenüberstand.

1912—1939: Die Mechanik der Faltengebirge

Vom 19. August bis 7. September 1912 fand in den Bündner Alpen und den Hohen Tauern eine Exkursion der Geologischen Vereinigung statt. Am 29. August traf man sich in Innsbruck. An dieser Zusammenkunft nahm auch der bereits 81jährige große alte Mann der Geologie Österreichs, Eduard SUESS, teil. TERMIER (1913) meinte, daß diese Tagung „in der Geschichte der Alpengeologie den endgültigen Sieg der großen Decken bezeichnet, den Eintritt dieser Theorie in den Unterricht“, nachdem die Teilnehmer „fast einstimmig konstatierten, daß diese Lehre der Wirklichkeit entspricht“. Kaum drei Jahre später verknüpfte ARGAND 1915 ursächlich diesen Bau mit Nordbewegungen der Afrikanischen Tafel, wengleich er von der „Glaubwürdigkeit der Verschiebungstheorie“ noch nicht zur Gänze überzeugt war. Erst 1924 stellte er sich bezüglich der Entstehung der Alpen konsequent auf den Boden WEGENERS. Im gleichen Jahr meinte R. STAUB in seiner Alpensynthese „damit gelangen wir auf neuen Wegen zu einer glänzenden Bestätigung der großartigen Idee WEGENERS“. Selbst Albert HEIM, der sich lange gegen Überschiebungen gewehrt hatte, meinte an seinem 80. Geburtstag am 12. April 1929 an der Stelle, die zum Ausgangspunkt aller Überlegungen geworden war, am Lochseiten: „Wir suchen nach anderen ergiebigeren Ursachen: Wanderung der Kontinente, Ursache für solche? Die Zukunft wird lehren“ (M. BROCKMANN-JEROSCH, A. & H. HEIM 1952). Doch 1912 war es noch nicht so weit. Ganz im Gegenteil.

In diesem Jahr reichte Robert SCHWINNER an der Universität Graz sein ein Jahr zuvor bei Albert HEIM in Zürich erworbenes Doktorat zur Nostrifizierung ein (FLÜGEL 1977). Er war damals bereits 34 Jahre alt. Drei Jahre später habilitierte er sich in Graz für Geologie und wurde 1919 Assistent am dortigen Institut. So wie AMPFERER hatte auch SCHWINNER ursprünglich Physik bzw. Mathematik studieren wollen – auch für Meteorologie hatte er sich zeitweise inskribiert – und das Interesse an diesen Fächern blieb ihm zeit seines Lebens. Ähnlich wie AMPFERER begann er sich im Frühjahr 1914 mit der mechanischen Seite der Gebirgsbildungs-Theorien zu beschäftigen (SCHWINNER 1915). Dabei stieß er auf das Problem eines Zusammenhanges von Gebirgsbildung

und Vulkanismus. Dieser ist für uns etwas Selbstverständliches, war es jedoch zur Zeit SCHWINNERS keineswegs. Der Erste Weltkrieg unterbrach diese Gedanken und erst im Frühjahr 1919 kam SCHWINNER dazu, dem Problem weiter nachzugehen. Dies führte ihn zur Ansicht einer engen Verknüpfung beider Phänomene. Sich auf AMPFERER 1906 stützend, lehnte er dabei die Kontraktionstheorie als Ursache der Gebirgsbildung ab (SCHWINNER 1920). Diese sind vielmehr „Konvektionsströmungen“ innerhalb einer „Tektonosphäre“, deren aufsteigende Äste zum Vulkanismus, deren absteigende, krustenverengende zur Gebirgsbildung führen. Er übernahm hierbei einen Gedanken, den AMPFERER 1911 in Fortführung seiner Unterströmungstheorie geäußert hatte. Es handelt sich um die Idee von Verschluckungszonen, d. h. um strömungsbedingte Absaugnarben unter den Gebirgen, die zur Verschluckung breiter Krustenteile führen. Ähnlich wie bei AMPFERER sind auch die Konvektionsströmungen SCHWINNERS ein regionales Phänomen, eng verknüpft mit den Faltegebirgen. Dies ist ein deutlicher Gegensatz zur global wirkenden Kontinentaldrift. AMPFERER 1921 stand diesem Gedanken von SCHWINNER jedoch zunächst abwartend gegenüber.

Bereits einige Jahre zuvor, 1915, hatte WEGENER in Weiterführung seiner Arbeiten von 1912 die Möglichkeit erwogen, daß neben einer aktiven Drift der Kontinente „die Scholle passiv von einer Simaströmung fortgetragen wird“. Als Beispiel führte er Madagaskar an, „welches von Afrika nach Nordosten mit derselben Simaströmung abwandert, die ... Vorderindien im Himalaya zusammenschiebt und das ganze östliche Asien bis zur Beringstraße hinauf unterströmt und runzelt“. Hier taucht mit der Vorstellung, daß eine „Simaströmung ... Asien unterströmt und durch Reibung mit sich schleppt“ zum ersten Mal bei WEGENER die Idee auf, daß Unterströmungen eine aktive Rolle beim Transport der kontinentalen Platten haben. Noch 1912 vermissen wir jeden Hinweis darauf. Wenn jedoch WEGENER meinte (1915: 75) „Man beachte, wie nahe diese Vorstellung mit derjenigen der ‚Unterströmung‘ von AMPFERER zusammenfällt“, dann ist dies ein Mißverständnis, da AMPFERER 1906 – im Gegensatz zu 1919 – in derartigen Strömungen nur ein lokales Phänomen als Ursache der Bildung von Faltegebirgen sah.

Die Anregung zu diesen Überlegungen dürfte auf WEGENERS engen Kontakt mit Hans CLOOS, der seit dem Frühjahr 1914 Privatdozent an der Universität Marburg war, zurückgehen. Als WEGENER zwischen Jänner und März 1915 an der ersten Auflage seiner „Entstehung der Kontinente und Ozeane“ arbeitete, entwickelte sich zwischen beiden eine Freundschaft (E. WEGENER 1960), wengleich CLOOS 1937: 344 zurückblickend feststellte, „so sehr ich WEGENERS Gedankenbau und seine Fortentwicklung begrüßt, und so gern ich gerade an seinen ersten Anfängen mitgearbeitet habe, habe ich mich ihm doch auch früher niemals anschließen können“. CLOOS war einige Jahre jünger als WEGENER. Er war nach seiner Promotion ein Jahr nach Südafrika gegangen, hatte die „Sphinx Erongo“ im Hereroland kennengelernt und hier erstmals das Phänomen des Fließens aufsteigender plutonischer Schmelzen, aufgezeichnet im Gefüge, erkannt. Wir wissen aus der Feder von CLOOS (1954: 337), daß dieses südafrikanische Erlebnis in seinen Gesprächen mit WEGENER eine große Rolle spielte. Es kann daher mit gewisser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es diese Ge-

sprache waren, die WEGENER veranlaßten, sich mit der Unterströmung als Motor der kontinentalen Drift auseinanderzusetzen. Aber WEGENER war im Gegensatz zu CLOOS und AMPFERER Geophysiker. Daher war für ihn die Frage, ob derartige Strömungen möglich sind, keine Angelegenheit der Interpretation von Gesteinsgefügen oder intuitiver Spekulation, sondern eine Frage physikalischer Bedingungen und Möglichkeiten. Diesbezüglich mußte er jedoch noch 1929 resigniert feststellen, „daß wir heute in Bezug auf den Zähigkeitskoeffizient des Erdinnern und namentlich der einzelnen Erdschichten nicht dogmatisch sein dürfen. Wir wissen noch gar nichts über ihn“. Es war diese Unsicherheit, die WEGENER zeit seines Lebens davor zurückschrecken ließ, seine Theorie mit den Vorstellungen von AMPFERER und SCHWINNER zu einem in Ursache und Wirkung einheitlichen Bild zu verbinden. Noch 1928: 184 meinte er, „daß die relativ große Leichtflüssigkeit des Simas, die hier vorausgesetzt wird, von der Mehrzahl der Autoren bisher für unwahrscheinlich gehalten wird“. Er setzt jedoch dann fort: „Bei der Betrachtung der Erdoberfläche läßt sich aber nicht verkennen, daß die Aufspaltung von Gondwanaland und auch die der ehemaligen nordamerikanischen-europäischen-asiatischen Kontinentalscholle sich als Wirkung einer solchen Zirkulation des Simas auffassen läßt. Auch bietet diese anscheinend eine gute Erklärung für die Öffnung des atlantischen Ozeans. Sie kann also nicht aus dem Grund abgelehnt werden, weil die Erscheinungen der Erdoberfläche ihr widersprechen. Wenn sich die theoretische Grundlage dieser Vorstellungen als tragfähig erweist, was sich gegenwärtig noch nicht überblicken läßt, so werden sie jedenfalls als mitwirkend bei der Gestaltung der Erdoberfläche in Betracht kommen“. So kommt es, daß nicht WEGENER, sondern AMPFERER die Möglichkeit einer ursächlichen Verknüpfung von Unterströmung und Drift konsequent durchdacht hat. Das Ergebnis legte er in einem Vortrag am 4. April 1919 vor der Geologischen Gesellschaft in Wien dar, in der er am Ende dieses Referates feststellte: „Nach meiner heutigen Einsicht möchte ich glauben, daß man auch damit nicht das Auslangen finden kann (gemeint sind die Überschiebungen innerhalb der Alpen), sondern außerdem mit Verschiebungen größeren Stils und zwar mit breit angelegten Verfrachtungen zu rechnen hat, die nicht nur die Faltenstränge, sondern auch die angrenzenden Schollen ergriffen und in eine Art von ‚Landtrift‘ zu versetzen vermochten. Die Unterströmung ist eben nicht auf die Räume der Faltenstränge allein beschränkt geblieben, sondern hat wenigstens zeitweise weit ausgedehntere Bereiche der Erdhaut in Bewegung gebracht“.

Im selben Jahr wurde WEGENER als Nachfolger seines Schwiegervaters W. KÖPPEN Abteilungsleiter für Theoretische Meteorologie beim Wetterdienst an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Ein Jahr später, 1920, erschien die zweite, 1922 die dritte Auflage seines jeweils erweiterten und neu bearbeiteten Buches. Im April 1924 wurde Alfred WEGENER als Ordinarius für Meteorologie und Geophysik nach Graz berufen (FLÜGEL 1980). Im November desselben Jahres hielt er in der Physikalischen Sektion des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark zwei Vorträge und einen Diskussionsabend über seine Theorie. BENNDORF 1931 berichtete hierüber. In einem Notizbuch WEGENERS findet sich mit Eintragung vom 13. 12. 1924 ein Liedertext, der die Situation schildert.

(Nach einer entgegenkommenden Mitteilung von Frau E. WEGENER wurde das Gedicht von Frau E. BERSA verfaßt und anläßlich einer kleinen Weihnachtsfeier des Physikalischen Institutes in einem Gasthaus in Kroisbach gesungen. Für die Überlassung dieses Gedichtes darf ich Frau Lotte WEGENER, München, aufrichtig danken.) Dieses Gedicht – zu singen nach der Melodie: „Der Papst lebt herrlich in der Welt“ – lautet:

- 1) Papst Franz lebt herrlich in der Welt
In Steiermark am Grazer Feld
Und schicket jeden in die Höll
Der nicht so will, wie er wohl wöll.
- 2) Doch weh! Er ist ein böser Wicht
An die Verschiebung glaubt er nicht,
Sie paßt ihm nicht in sein System,
Drum weg damit, was unbequem.
- 3) Die Tiefsee irritiert ihn sehr,
Daß sie ein Berg geworden wär.
Ne Mücke fischt er sich heraus
Und macht nen Elefanten draus.
- 4) Sein Kardinal in langem Bart
Ist auch von keiner bess'ren Art,
Steckt voller Bissigkeit, oh Graus!
Und blies ihr gern das Leb'nslicht aus.
- 5) Kilauea (A-we)-o-we-o-weh
Benamset ist der Lavasee
Am Maunaloa fern im Meer,
Dort stört's die Theorie nicht sehr.
- 6) Was endlos er noch bringen mag,
Er fördert doch nichts mehr zu Tag,
Als daß es jedem sicher sei,
Daß blind und taub die Klerisei.
- 7) Als dritter diesem Bunde naht,
Sich ein Regent von hohem Grad,
Vereint durch alten Glaubens Band,
und auch besonders elegant.
- 8) Die Gletscherzungen spitz und kalt
Versetzt er an den Tropenwald,
Und wie es Geologenbrauch,
Das Kohlespalten kann er auch.
- 9) Und jeder von den Dreien schrie,
Erpicht doch nach der Energie.
Jedoch samt ihren bösen Klag'n,
Wurden sie bald zurückgeschlag'n.
- 10) Und wir stehen alle wie ein Mann
Gegen Kaiser, Papst und Jedermann.
Es tönt der Schlachtruf weit und breit:
Hie gut Wegener alle Zeit.

Von den Genannten sind Franz HERITSCH und Robert SCHWINNER leicht zu erkennen. Ersterer war wenige Monate zuvor Ordinarius für Geologie und Paläontologie in Graz geworden. Wie wir wissen, lehnte er zu dieser Zeit die

Theorie WEGENERS strikt ab (FLÜGEL 1977), begann jedoch später seine Meinung zu revidieren und kam 1927 zu dem Schluß, daß – bezogen auf den Alpenbau – „als Ursache dieser großen Bewegungen man WEGENERS kühne Idee heranziehen kann, oder man kann an die von AMPFERER begründete und von SCHWINNER ausgebaute Unterströmungstheorie denken, die ja wie AMPFERER gezeigt hat, keineswegs mit den Kontinentalverschiebungsvorstellungen WEGENERS unvereinbar ist“. 1931 stellte er fest, man weiß, „daß die Schollen der Festländer bedeutende Verschiebungen in waagrechter Richtung ausführen können“ und 1939 meinte er bei der Untersuchung der biogeographischen Verbreitung jungpaläozoischer Korallenfaunen „schließlich wären alle diese Überlegungen wesentlich leichter einzusehen, wenn man sich auf den Standpunkt der Hypothese WEGENERS stellte“.

Unklar ist, wen WEGENER als Dritten meinte und wem er die Attribute Regent, elegant und Kohlengeologie gab. Auf die damals in der Steiermark tätigen B. GRANIGG, W. PETRASCHECK, H. MOHR, A. TORNQUIST, V. HILBER und J. STINI treffen diese Charakteristika nicht oder nur teilweise zu. Andererseits ist es nicht wahrscheinlich, bedenkt man die damaligen Gegebenheiten, daß die Veranstaltung von auswärts besucht wurde. In diesem Fall könnte man an Fritz KERNER von MARILAUN denken, der aus paläoklimatologischen Gründen die Idee einer Kontinentaldrift ablehnte und 1918 eine Arbeit geschrieben hatte, in der er sich mit der Möglichkeit „einer Vergletscherung im äußeren Tropengürtel mit bis zum Meer vorstoßenden Eiszungen“ auseinandersetzte. Eine andere Möglichkeit wäre Bruno KUBART, der in Graz Professor für Phytopaläontologie war. Er hat sich in Zusammenhang mit der Theorie WEGENERS kritisch mit dessen Deutung der Karbonflora als Indikator eines Tropenklimas auseinandergesetzt (KUBART 1926), kann aber wohl kaum als „Regent von hohem Grad“ bezeichnet werden.

Fast auf den Tag ein Jahr nachdem WEGENER seine Antrittsvorlesung „Die Theorie der Kontinentalverschiebung und ihre Bedeutung für die systematischen und exakten Naturwissenschaften“ gehalten hatte, fand am 15. Mai 1925 in der Geologischen Gesellschaft in Wien eine Vortragsveranstaltung zum gleichen Thema statt. Hierbei sprachen Otto AMPFERER „Zu Wegeners Hypothese der Kontinentalverschiebung“ und KERNER-MARILAUN „Über WEGENERS und KÖPPENS Klimate der geologischen Vorzeit“. WEGENER scheint nicht anwesend gewesen zu sein. In diesem Vortrag begründete AMPFERER (1925) eingehend seine 1919 nur kurz angedeutete Vorstellung einer Verknüpfung der Kontinentalverschiebungs-Theorie mit der Unterströmungs- bzw. Verschluckungstheorie. Er ging dabei davon aus, daß die vor der Front des driftenden amerikanischen Kontinentes verlorengelassenen pazifischen Ozeanteile annähernd gleich groß gewesen sein müssen, wie ihr Ersatz im Bereich des sich bildenden Atlantik. Da dieser Austausch seitlich nicht denkbar ist „verbleibt einzig die Möglichkeit, daß der große Massenaustausch unter Amerika hindurch im Inneren der Erde sich abspielt“. Im Gegensatz zu WEGENER, der den Antrieb der Kontinente in äußeren Kräften (z. B. Polflucht) suchte, sah AMPFERER in Unterströmungen die eigentliche „Ursache für die immer weitergehende Zerreißen der großen Kontinentmasse in kleinere Stücke und für die Auseinanderzerrung dieser Trüm-

mer“. Gleichzeitig brachte die Erweiterung der kleinräumigen, regionalen Vorstellung von SCHWINNER 1920 zu globalen Konvektionsströmungen eine Erklärung der Gebirgsketten an der Vorderfront der driftenden Platten über der abströmenden pazifischen Kruste: „Der Massenaustausch hätte . . . im Bereich des Pazifik eine absteigende, einsaugende, dagegen in jenem des Atlantik eine aufsteigende, auseinanderschiebende Richtung. Der große Tiefseeegraben vor der Stirnfront aber würde eine Zone von gesteigertem Einsaugen bedeuten. Eine solche Mechanik des unterirdischen Massenaustausches ist aber wahrscheinlich nicht als Folge einer von äußeren Kräften angetriebenen Kontinentaldrift, sondern vielmehr als ihre tiefere Veranlassung aufzufassen“.

Wenige Tage später, am 28. Mai 1925, wählte die Österreichische Akademie der Wissenschaften WEGENER und AMPFERER zu ihren korrespondierenden Mitgliedern. Bei der Wahl WEGENERs ist aufgrund des Wahlvorschlages mit Sicherheit anzunehmen, daß hierfür die Kontinentalverschiebungs-Theorie eine wesentliche Rolle spielte. (Herrn Dr. R. MÜCK, Österreichische Akademie der Wissenschaften, bin ich für diese Auskunft zu Dank verpflichtet.) Diese gleichzeitige Wahl und Ehrung von zwei Männern, deren sich ergänzende Theorien unser heutiges Erdbild prägen sollten, erscheint rückblickend von symbolischer Bedeutung.

12 Jahre später, im November 1937, kam AMPFERER in seinem Abschiedsvortrag an der Geologischen Bundesanstalt nochmals auf diese geistige Auseinandersetzung zwischen Drift- und Unterströmungstheorie zu sprechen, feststellend, „sechs Jahre nach meiner ersten Arbeit über das Bewegungsbild der Faltengebirge war Alfred WEGENER mit seiner Hypothese der Kontinentaldrift gekommen, die alle bisherigen Anschauungen von Horizontalbeweglichkeit in der Erdkruste durch ihre gewaltigen Ausmaße über den Haufen warf. Freilich war meine Annahme einer Unterströmung und seine Annahme einer Drift durchaus nicht gleichbedeutend, aber wie schon die Bezeichnung Strömung und Drift verraten, doch innerlich verwandt“.

Es fällt auf, daß SCHWINNER, dessen Idee von Konvektionsströmungen durch AMPFERER einen Beitrag zur Erweiterung der Kontinentalverschiebungstheorie geliefert hatte, sich in dieser Zeit zu dieser Vorstellung nicht äußerte. Studiert man seine Arbeiten, dann hat man den Eindruck, daß für ihn, den starren und unversöhnlichen Gegner der Deckenlehre, die Theorie WEGENERs vor allem suspekt war, da sie von ARGAND, STAUB u. a. mit dem Deckenbau in Verbindung gebracht und zu dessen Erklärung herangezogen wurde, obgleich auch bei den Anhängern der Deckenlehre der Riß pro und kontra WEGENER mitten durch ihr Lager ging. SCHWINNER (1940) sprach seine Einstellung in einem Vortrag in München am 15. Juli 1938 vor der Deutschen Geologischen Gesellschaft sehr klar aus: „Mechanische Erklärung hat der Nappismus nie geben können. Die Verwendung der Erdkontraktion war ebenso mißbräuchlich wie die isostatische Gebirgsbildungstheorie von Marcel BERTRAND. Neuestens flüchtet man zu WEGENER: Wenn Kontinente einfach und glatt wandern, ohne Sorge um physikalische Begründung, warum nicht auch Decken?“ und ebenso äußerte er sich 1941: „Anfänglich war nämlich die Kontraktionstheorie die gebräuchlichste geophysikalische Grundlage des Nappismus. Erst viel später kam

man auf die Idee, die ungeheuren Deckenschübe an die geistesverwandte unbegrenzte Wanderung der Kontinente nach A. WEGENER anzuschließen“.

Auf die Dauer konnte sich aber auch SCHWINNER der Möglichkeit driftender Kontinente nicht verschließen. Und so verbannte er in seinem Vortrag am 4. Februar 1927 vor der Geologischen Gesellschaft in Wien bzw. 1936 in seiner „Physikalischen Theorie“ die Drift in die Zeit des Archäikums, wo sie bezüglich des Alpenbaues keinen Schaden mehr anrichten konnte.

Im November 1928 beendete WEGENER seine Arbeiten an der letzten bereits auf über 230 Seiten erweiterten Auflage seines Werkes. Inzwischen war die Literatur über seine Theorie gewaltig angewachsen, ohne daß eine Entscheidung gefallen wäre. Nach wie vor mußten in den Argumentationen für und wider Spekulationen Fakten ersetzen.

Bereits in der Abschlußphase seiner Arbeit an dieser Auflage stand fest, daß WEGENER Leiter einer neuen Grönland-Expedition werden würde. Im März 1929 brach er zur Vorexpedition auf, deren Zweck es war, den Aufstiegsweg auf das Inlandeis Grönlands zu erkunden. Im Jänner 1930 berichtete er über die Ergebnisse dieser Expedition vor der Geologischen Gesellschaft in Wien. Kurze Zeit später verließ er Europa zu seiner letzten Grönlandfahrt in dem Wissen, daß seine Theorie zwar weltweit Beachtung, jedoch keine Anerkennung gefunden hat.



Abb. 1:

Gedenktafel für Alfred Wegener an seinem Wohnhaus Graz, Wegenergasse 9

1939—1949: Auf dem Weg zur Plattentektonik

Die Schwierigkeit bestand in diesen Jahren in erster Linie darin, daß man über die Geologie und Geophysik der Ozeane weniger wußte, als wir heute über andere Planeten wissen. Selbst die Topographie des Meeresgrundes war oft nur

ungenau bekannt. Es war daher verständlich, daß Hans CLOOS als Thema der Jahresversammlung 1939 der Geologischen Vereinigung „Die Atlantis-Frage“ wählte. Hierbei sollten zu dem Problem „Sind im atlantischen Ozean kontinentale Krustenfelder versunken oder nicht: Besitzen wir sichere Grundlagen zur Beurteilung dieser Frage und der Drift-Hypothese?“ (H. CLOOS 1938) nicht nur Vertreter der Geologie, sondern auch der Geophysik und der Meereskunde Stellung nehmen. Die meisten Vortragenden sprachen sich gegen die Drift aus. Am Ende der Tagung verlieh die Geologische Vereinigung „Otto AMPFERER, dem Erforscher der Nördlichen Kalkalpen, dem Denker in den Tiefen der Berge“ die Gustav Steinmann-Medaille. Ob den Teilnehmern klar war, daß sie damit einen Mann ehrten, der positiv zur Theorie WEGENERs Stellung genommen hatte und diese weiterentwickelte, ist zu bezweifeln. CLOOS selbst bejahte „eine Permanenz der Kontinente und Ozeane als strukturelle Einheit der Kruste“, wobei er von der Annahme ihrer primären Zusammensetzung aus polygonalen gelenkig miteinander verbundenen Tafeln ausging (CLOOS 1937).

Während dieser Tagung berichtete G. WÜST über Untersuchungen der Meteor-Expedition im Atlantik. Dies wieder führte AMPFERER (1941) dazu, sich vor allem in zweierlei Hinsicht „Gedanken über das Bewegungsbild des atlantischen Raumes“ zu machen. Es sind dies die der Bedeutung der mittelatlantischen Schwelle und die Entstehung der ostwärts gekrümmten Inselbögen im Bereich von Mittelamerika bzw. zwischen der Südspitze Südamerikas und der Antarktis. WEGENER hatte 1912 in der genannten Schwelle eine Zone gesehen, in der ständig „hochtemperiertes Sima aus der Tiefe“ aufsteigt. Aber während er dies als ein im Gefolge der Drift auftretendes Phänomen betrachtete, erkannte AMPFERER darin die Wirkung „länger anhaltender aufsteigender Massenströmung . . . , die im Laufe der Zeit die Kontinentmassen durchbrechen und auseinandertreiben“. „Der Unterschied gegen die Theorie WEGENERs besteht also in einer Zuhilfenahme einer doppelseitigen Bewegung von dem atlantischen Mittelrücken aus“. Von diesen Bewegungen trennte AMPFERER als eine jüngere Erscheinung ostgerichteter Unterströmungen die Entwicklung der Inselbögen, die nach ihm abgerissene Randstreifen der Kontinente darstellen, die „in den atlantischen Ozean hinausgetrieben wurden“. Auch dies steht im Gegensatz zu WEGENER 1915, der angenommen hatte, daß es sich um „steckengebliebene“ Schollen im Gefolge der Westdrift Amerikas handelt.

Wir erkennen, wie sich im Laufe der Entwicklung der Idee der Kontinentalverschiebung allmählich das Bild durch die Verschiebung von Ursache und Wirkung verändert hat. Für WEGENER war die Entstehung der Neozeane und der mittelatlantischen Schwelle die Auswirkung der Drift. Für AMPFERER ist sie deren Ursache. Für WEGENER waren die Faltengebirge das Ergebnis der Kontinentalverschiebung. Für AMPFERER sind sie das Produkt einer unter den Gebirgen abtauchenden „Verschluckungszone“, entstanden an der Vorderseite der driftenden Platten als Produkt von Konvektionsströmungen, denn es ist „unmöglich die feingliedrigen Faltungen, Überschiebungen und engen Bögen der mediterranen Faltengebirge mit derartigen schweren und plumpen Werkzeugen (gemeint ist die Drift von Platten) zur Ausführung zu bringen“ (AMPFERER 1942).

Krieg, Krankheit und Tod (1947) ließen AMPFERER nicht mehr weiter an seinen fruchtbaren Ideen arbeiten. Wir wissen daher nicht, ob er die in diesen Jahren entstandenen Publikationen SCHWINNERS zu diesem Thema kannte und falls dies der Fall war, wie er sich dazu stellte.

Nach dem Tode WEGENERS wurde in Graz sein Bruder als Nachfolger bestellt, dem 1941 als Leiter des Institutes Robert SCHWINNER folgte. Dies führte zu einer neuerlichen intensiveren Beschäftigung mit der Geophysik der Kruste durch ihn, wofür nicht zuletzt eine Reihe neuer Erkenntnisse der Geophysik maßgebend waren. Diese brachten SCHWINNER 1941 zur Vorstellung von mit etwa 45° unter die Kontinente eintauchenden Bewegungsflächen, erkennbar aus der Verteilung der Hypozentren der Erdbeben und verknüpft mit abtauchenden Konvektionsströmungen. Diese Flächen gehen nach ihm auf „Unterschiebung von der See her“ zurück, wobei es in Zusammenhang mit diesen Bewegungen zu vulkanischer Tätigkeit kam. Von dieser Verknüpfung der Konvektionsströmungen mit „Benioff-Flächen“, Unterschiebung der Kontinente, Vulkanismus und Inselbögen fand er jedoch keinen Weg zur Drift der Kontinente, auch wenn er 1947 – ähnlich wie AMPFERER 1941 für den Atlantik – für den Pazifik großräumige Konvektionsströmungen annehmen möchte und 1949 sogar von „auf diesen Unterströmungen driftenden Sialschollen“ spricht. Diese Schollen sind für SCHWINNER jedoch keine Kontinente, sondern kleinräumige Felder der Erdkruste, in ihrer Frühzeit geschaffen. In diesen letzten Jahren seines Lebens – SCHWINNER stirbt 1953, zwei Jahre vor der Entdeckung der magnetischen Streifenmuster und sieben Jahre vor dem Präprint der „Geopoesie“ von H. HESS – weiß er jedoch, daß das letzte Wort über die Theorie WEGENERS noch nicht gesprochen ist, und so regt er, in einer Notiz von 14 Zeilen, die in Part 8 des internationalen Geologenkongresses in London 1950 erscheint, die geophysikalischen Untersuchungen des Meeresbodens an, um dadurch eine „eindeutige Lösung der Frage „Fixismus – Kontinentalwanderung (WEGENER)“ zu erhalten und zu „entscheiden über WEGENER: Ob mitten im Nordmeer Sima bloßliegt wie im Pazifik“. Im Jahr seines Todes liegt das Ergebnis dieser Untersuchungen vor (EWING, J. & M. EWING 1959). Es bestätigt die Ideen WEGENERS und stellt die Weichen für die „New Global Tectonic“.

Die Theorie Alfred WEGENERS — ein Paradigmawechsel

Nach Thomas S. KUHN 1977 findet in der Entwicklung der Wissenschaft zeitweise ein revolutionär scheinender Paradigmawechsel statt. Durch ihn wird eine Lehrmeinung, vertreten in den einschlägigen Lehrbüchern, grundlegend verändert. Die Theorie WEGENERS ist für diese These ein Beispiel, obgleich ihre Entwicklung und ihr Durchbruch von den Vorstellungen von KUHN teilweise abweicht.

Die geotektonischen Ideen des 19. Jahrhunderts wurden beherrscht von der Theorie einer Kontraktion der Erde, die sich vor allem in Vertikalbewegungen äußert. Als Zeugnisse hierfür wurden u. a. Strandverschiebungen und Meerespiegelschwankungen herangezogen. Durch diese Kontraktion kommt es zu einer Veränderung des „Antlitz der Erde“ (E. SUESS 1885) als Folge von Einbrüchen

der „festen Kruste“, wodurch Landbrücken zwischen den heutigen Kontinenten versanken, es aber auch zu Faltungen zwischen starren Backen und Gebirgsbildung kam.

Zwei Erkenntnisse führten zwischen 1880 und 1890 zu einer Krisensituation dieser Theorie. Es ist dies der Nachweis, daß neben den Vertikalbewegungen einseitiger tangentialer Transport eine wichtige Rolle bei der Formung der Kettengebirge spielt. Für die Alpen, als den Typus derartiger Gebirge, hat zuerst Marcel BERTRAND 1883 auf die überragende Bedeutung derartiger Vorgänge hingewiesen. Die zweite Erkenntnis kam von C. E. DUTTON 1889, durch die Anwendung der Vorstellung der Isostasie auf geologische Erscheinungen. Beides war mit einer Kontraktion der Erde kaum vereinbar. Mit Auftreten dieser Konfliktsituation mußte es früher oder später zu einem Paradigmawechsel kommen. Den ersten Schritt hierzu tat AMPFERER 1906. Im Gegensatz zur Kontraktionstheorie erhob jedoch die Unterströmungstheorie in ihrer frühen Fassung, ebenso wie die Verschluckungstheorie von 1911 bzw. die Theorie der Konvektionsströmungen von SCHWINNER 1920 keine Ansprüche auf eine Erklärung des globalen Geschehens. Sie wollten nur ein einziges Phänomen, nämlich die Gebirgsbildung, deuten.

Wie gezeigt wurde, ging der Entwicklung der Unterströmungstheorie eine mehrjährige geistige Auseinandersetzung mit der Kontraktionstheorie voraus. Völlig anders war dies bei der Kontinentalverschiebungs-Theorie Alfred WEGENERS. Als er erstmals an eine derartige Möglichkeit dachte, hatte WEGENER noch keine Ahnung von der Konfliktsituation, die zwischen dem Zusammenbruch von Landbrücken und der Isostasie bestand. Diese Situation wurde ihm erst klar, als er durch ein Referat von der Annahme derartiger Landverbindungen erfuhr. Erst damit wurde aus der Vision sich bewegender Kontinente eine Arbeitshypothese. Man wird an E. SUESS 1916 erinnert, der schreibt: „Die großen Synthesen reifen plötzlich unter dem Eingreifen einer schöpferischen, jedoch durch die Tatsachen gebundenen und geleiteten Phantasie“.

Der Paradigmawechsel erfolgte erst, als durch AMPFERER die Erklärung der Kontinentaldrift durch Unterströmung erfolgte. Dieser Wechsel des Erdbildes vollzog sich innerhalb von 19 Jahren (1906–1912–1925). Dieser lange Zeitraum erklärt sich dadurch, daß vier verschiedene Vorstellungen (Unterströmung – Verschluckung – Kontinentalverschiebung – Konvektionsströmung) zu einer Theorie verschmolzen werden mußten.

Frägt man sich, weshalb sich diese Theorie in der Folgezeit so schwer durchsetzen konnte, so muß man berücksichtigen, daß WEGENER und AMPFERER, als sie ihre Hypothesen erarbeiteten, etwa 30 Jahre alt waren, wobei ersterer Privatdozent an einer kleinen deutschen Universität für ein Fach war, das damals – und z. T. auch heute – nicht zu den Geowissenschaften gerechnet, sondern als ein Bestandteil der Physik aufgefaßt wurde und letzterer ein junger Aufnahmegeologe der Geologischen Reichsanstalt in Wien war. Ihnen standen als Vertreter der herrschenden Lehrmeinung Männer wie Eduard SUESS, Albert HEIM, Leopold KOBER oder Hans STILLE, um nur einige zu nennen, d. h. die führenden Kapazitäten und Autoritäten mit dem Anhang großer Schulen gegenüber. Ein weiteres Handikap war, daß Alfred WEGENER 1930 starb und sich

mit der Weiterentwicklung seiner Vorstellungen durch AMPFERER kaum mehr auseinandergesetzt hatte. Dies hätte, bei dem kämpferischen Charakter von WEGENER, vermutlich zu einem Durchbruch der Idee geführt, war doch durch die Einfügung der Unterströmung in die Theorie der Nachteil der Kontinentalverschiebungs-Theorie, die fehlende Erklärung der Drift, beseitigt. Dazu kam die Ungunst der Zeit, die nicht zuletzt dafür verantwortlich war, daß die wichtigen Arbeiten AMPFERERs 1925 und 1941 in kaum gelesenen Zeitschriften, die keine Fachpublikationen waren, erschienen sind und daß Sprachbarrieren und später Krieg ihre Verbreitung verhinderten.

Obgleich sich daher die Theorie WEGENERs erst im Kleide der Plattentektonik durchgesetzt und die Kontraktionshypothese endgültig abgelöst hat, glaube ich in dem geschilderten Vorgang ein Beispiel eines revolutionären Paradigmawechsels sehen zu können. ENGELHARDT 1977 vertrat die Ansicht, daß der rasche Durchbruch der Plattentektonik erfolgen mußte, weil die neue Theorie die Sachverhalte besser erklären und vorhersagen konnte als die alte. „Die Fruchtbarkeit der neuen Theorie hat über ihre Annahme entschieden, nicht aber etwa der Nachweis, daß ältere Theorien, die auf der Vorstellung einer starren Erdkruste und der Permanenz der Kontinente und Ozeane beruhen, falsifiziert worden wären“. Dies trifft nur dann zu, wenn man die Entwicklung der Plattentektonik für sich allein betrachtet und sie nicht als Folgewirkung der Kontinentalverschiebungs-Theorie WEGENERs auffaßt. Wir dürfen jedoch nicht übersehen, daß die „New Global Tectonic“ nicht der Nachfolger und Kontrahent der Kontraktionstheorie ist, sondern daß sich der Paradigmawechsel bereits zwischen dieser Theorie und der WEGENERs vollzog. Die New Global Tectonic wurzelt geistig in dessen Vorstellung. Sie bereitete den Boden, in dem die Plattentektonik rasch wurzelte und sich einem Steppenbrand gleich ausbreiten konnte, alles verbrennend, was alt und morsch geworden war. Sie, die Kontinentalverschiebungs-Theorie, war ebenso wie die Unterströmungstheorie Antwort auf die Krise der Kontraktionshypothese. Wir dürfen nicht übersehen, daß H. HESS 1962 bereits auf der gesicherten Erkenntnis von Konvektionsströmungen aufbauen konnte und daß für ihn die Idee driftender Kontinente so problemlos geworden war, daß er ihre Väter und Wegbereiter WEGENER – AMPFERER – SCHWINNER nicht mehr nennen brauchte. Nichts zeigt deutlicher als dies, daß der Paradigmawechsel bereits vollzogen war.

Literaturverzeichnis

- AMPFERER, O.: Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen. — Jb. Geol. R.-A., 56, 539—622, 42 Tab., Wien 1906.
- Geometrische Erwägungen über den Bau der Alpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 12, 135—174, Wien 1920.
- Bemerkungen zu der Arbeit von R. Schwinner „Vulkanismus und Gebirgsbildung“. — Verh. geol. Staatsanst., 1921, 101—124, Wien 1921.
- Über Kontinentalverschiebungen. — Naturwissenschaften, 13, 669—675, 8 Abb., 1925.
- Wert der Geologie fürs Leben. — Verh. Geol. B.-A., 1937, 89—98, Wien 1937.
- Über einige Grundfragen der Gebirgsbildung. — Jb. Geol. B.-A., 87, 375—384, 5 Abb., Wien 1937.

- Grundlagen und Aussagen der geologischen Unterströmungslehre. — *Natur & Volk*, **69**, 337—349, 9 Abb., Frankfurt 1939.
- Gegen den Nappismus und für die Deckenlehre. — *Z. Dt. Geol. Ges.*, **92**, 313—332, 7 Abb., Berlin 1940.
- Gedanken über das Bewegungsbild des atlantischen Raumes. — *Sber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, **150**, 19—35, 6 Figs., Wien 1941.
- Vergleich der tektonischen Wirksamkeit von Kontraktion und Unterströmung. — *Mitt. Alpenländ. geol. Ver.*, **35**, 107—123, 10 Figs., Wien 1944.
- AMPFERER, O. & HAMMER, W.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. — *Jb. Geol. R.-A.*, **61**, 531—710, 50 Abb., 3 Taf., Wien 1911.
- ANDREE, K.: Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. — 101 S., 16 Abb., Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin 1914.
- ARGAND, E.: Sur l'arc des Alps Occidentales. — *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **14**, 145—192, 4 Abb., Lausanne 1916.
- La tectonique de l'Asie. — *C. R. 13. Congr. Geol. intern.*, 171—372, Liege 1924.
- ARLDT, Th.: Referat Scharff: Über die Beweisgründe für eine frühere Landbrücke zwischen Nordeuropa und Nordamerika. — *Naturwiss. Rdsch.*, **25**, 86—87, 1910.
- BENNDORF, H.: Alfred Wegener. — *Gerlands Beitr. Geophysik*, **31**, 337—377, Leipzig 1931.
- BERTRAND, M.: Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. — *Bull. soc. géol. France*, (3), **12**, 318—330, Paris 1884.
- BROCKMANN-JEROSCH, M. A. & H. HEIM: Albert Heim, Leben und Forschung. — 268 S., Basel 1952.
- CLOOS, H.: Einführung in die Geologie; Ein Lehrbuch der Inneren Dynamik. — 503 S., 356 Abb., 3 Taf., Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin 1936.
- Zur Großtektonik Hochafrikas und seiner Umgebung; Eine Fragestellung. — *Geol. Rdsch.*, **28**, 333—348, 2 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1937.
- Vorankündigung der Januar-Versammlung 1939 der Geologischen Vereinigung. — *Geol. Rdsch.*, **29**, S. 117, Stuttgart 1938.
- Gespräch mit der Erde. — 393 S., München 1954.
- DUTTON, C. E.: On some of the greater problems of physical geology. — *Bull. Phil. Soc. Washington*, **11**, 51—64, Washington 1892.
- ENGELHARDT, W. V.: Das Erdmodell der Plattentektonik — ein Beispiel für Theoriewandel in der neueren Geowissenschaft. — *Studien zur Wissenschaftstheorie*, **10**, 91—109, Meisenheim am Glan 1977.
- EWING, J. & EWING, M.: Seismic-refraction measurements in the atlantic ocean basins, in the mediterranean sea, on the mid-atlantic ridge, and in the norwegian sea. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **70**, 291—318, 8 Abb., 5 Taf., New York 1959.
- FLUGEL, H.: Geologie und Paläontologie an der Universität Graz 1761—1976. — *Publ. Archiv, Univ. Graz*, **7**, 134 S., 41 Abb., Graz 1977.
- Alfred Wegeners vertraulicher Bericht über die Grönland-Expedition 1929. — *Publ. Archiv, Univ. Graz*, **10**, 78 S., 10 Abb., Graz 1980.
- GEORGI, J.: Memories of Alfred Wegener. — *Continental Drift*, 309—324, 1 Abb., Academic Press, New York and London 1962.
- HESS, H.: History of Ocean Basins. — In: *Petrologic Studies*, *Geol. Soc. Amer.*, 599—620, Boulder 1962.
- JACOBY, W. R.: „Wegener“ und „Kontinentalverschiebung“ sind fast Synonyme. — *Umschau*, **80**, 125—126, 1 Abb., 1980.
- KAYSER, E.: Über die Zusammensetzung der oberen Regionen der Atmosphäre. — *Geol. Rdsch.*, **2**, 137—141, 1 Abb., Leipzig 1911.
- Lehrbuch der allgemeinen Geologie. — 881 S., 611 Abb., Stuttgart 1912.

- KERNER v. MARILAUN: Klimatologische Prüfung der Beweiskraft geologischer Zeugen für tropische Vereisungen. — Sber. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl., **127**, 1—28, Wien 1918.
- KLEBELSBERG, R.: Otto Ampferers geologisches Lebenswerk. — Jb. Geol. B.-A., **92**, 93—116, 1 Abb., Wien 1949.
- KUBART, B.: Bemerkungen zu Alfred Wegeners Verschiebungstheorie. — 32 S., 1 Abb., Graz - Wien - Leipzig 1926.
- KUHN, T. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. — 2. rev. und um das Postskriptum 1969 erg. Auflage. — 239 S., Suhrkamp, Frankfurt 1979.
- HEIM, A.: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Abschluß an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. — 246 S., 1 Atlas, Basel 1978.
- HEISSEL, W.: Otto Ampferer. — Beitr. Technikgesch. Tirols, **7**, 5—11, Innsbruck 1977.
- HERITSCH, F.: Die Deckentheorie in den Alpen (Alpine Tektonik 1905—1925). 210 S., 16 Abb., Berlin 1927.
- HERITSCH, F.: II. Teil. Allgemeine Geologie. — In: ANGEL, F. & HERITSCH, F.: Leitfaden der Mineralkunde und Allgemeinen Geologie, 48—97, Wien 1931.
- HERITSCH, F.: Karbon und Perm in den Südalpen und in Südosteuropa. — Geol. Rdsch., **30**, 529—588, 6 Tab., 1959.
- HESS, H. H.: History of Ocean Basins. — In: Petrologic Studies: A Volume to Honor A. F. Buddington, hrsg. von A. E. Engel, Harold L. James und B. F. Leonhard, 599—620, 1962.
- RUDZKI, M. P.: Physik der Erde. — 576 S., 60 Abb., 5 Taf., Leipzig 1911.
- SCHARFF, R. F.: Über die Beweisgründe für eine frühere Landbrücke zwischen Nordeuropa und Nordamerika. — Proc. R. Irish Acad., **28**, 1—28, 1909.
- SCHWARZBACH, M.: Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. — 160 S., 27 Abb., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 1980.
- SCHWINNER, R.: Analogien im Bau der Ostalpen. — Centralbl. N. Jb. Min. Geol. Pal., **1915**, 52—62, Stuttgart 1915.
- Vulkanismus und Gebirgsbildung. Ein Versuch. — Z. Vulkanologie, **5**, 175—230, Berlin 1920.
- Astrophysikalische Grundlagen der Geologie. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **19**, 140—156, Wien 1928.
- Lehrbuch der physikalischen Geologie. — Bd. I: Die Erde als Himmelskörper. — 356 S., 62 Figs., 1 Taf., Berlin 1936.
- Zur Geschichte der Ostalpen-Tektonik. — Z. Dt. Geol. Ges., **92**, 263—270, Berlin 1940.
- Seismik und tektonische Geologie der Jetztzeit. — Z. f. Geophysik, **17**, 103—113, 2 Figs., 1941.
- Der Begriff der Konvektionsströmung in der Mechanik der Erde. — Gerlands Beitr. Geophysik, **58**, 119—158, 4 Figs., Leipzig 1941.
- Homologien und Analogien in der Tektonik der Ostalpen. — Jb. Geol. B.-A., **1945**, 95—115, 2 Abb., Wien 1947.
- Wo wird Uran und Thorium im Grundgebirgsbau gespeichert? — Geofisica Pura e Applicata, **14**, 1—28, 4 Figs., Milano 1949.
- Nordsee und Nordmeer als aussichtsreichstes Gebiet fuer geologisch-geophysikalische Meeresforschung. — Report 18 Session, Int. Geol. Congr., **8**, S. 69, London 1950.
- STAUB, R.: Der Bau der Alpen. — Beiträge Geol. Karte Schweiz, N. F. **52**. — Lieferung, 272 S., 2 Taf., 1 Kte, Bern 1924.
- Suess, E.: Das Antlitz der Erde (1). — 778 S., 48 Abb., 2 Vollb., 4 Karten, Prag 1885.
- Erinnerungen. — 451 S., 2 Bildnisse, 4 Abb., Leipzig 1916.
- TERMIER, P.: Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Alpenexkursion der Geologischen Vereinigung. — Geol. Rdsch., **4**, 42—50, Leipzig und Berlin 1913.

- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente. — Petermanns Geogr. Mitt., **1912**, 185—308, 7 Abb., (1912a).
- Die Entstehung der Kontinente. — Geol. Rdsch., **5**, 276—292, Leipzig/Berlin 1912 (1912b).
- Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. — 1. Aufl., 94 S., 20 Abb., Vieweg Braunschweig 1915.
- Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. — 2. Aufl., 135 S., Vieweg Braunschweig 1920.
- Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. — 3. Aufl., 143 S., 44 Abb., Vieweg Braunschweig 1922.
- Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. — 4. Aufl., 231 S., 63 Abb., Vieweg Braunschweig 1929.
- WEGENER, E.: Alfred Wegener. — 262 S., 28 Abb., 1 Taf., 4 Kten, Wiesbaden 1960.
- WUST, G.: Die Großgliederung des atlantischen Tiefseebodens. — Geol. Rdsch., **30**, 132—137 Stuttgart 1939.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 29. 10. 1980.