



Das modellierte Antlitz der Erde. Zur Geschichte der Modellierungsstrategien der Kontinentalverschiebung

Sebastian Grevsmühl

► To cite this version:

Sebastian Grevsmühl. Das modellierte Antlitz der Erde. Zur Geschichte der Modellierungsstrategien der Kontinentalverschiebung. Ingeborg Reichle, Steffen Siegel, Achim Spelten. Visuelle Modelle, Wilhelm Fink, pp.117-136, 2008, 978-3-7705-4632-9. hal-01515013

HAL Id: hal-01515013

<https://hal.science/hal-01515013>

Submitted on 28 Apr 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

Das modellierte Antlitz der Erde

Zur Geschichte der Modellierungsstrategien der Kontinentalverschiebung

Korrelierte Kontinente sind nicht die Erfindung Alfred Wegeners, wenngleich er dem Modell in »Die Entstehung der Kontinente« den Status einer Ikone der Moderne bereitet hat. Der Diskurs um die Korrelation beginnt schon im 16. Jahrhundert mit den ersten kartografischen Einschreibungen der kontinentalen Küstenlinien. Doch mit Wegeners umfassender »Verschiebungstheorie« erlangt die Figur der visuellen Korrelation eine erste, wenngleich umstrittene wissenschaftliche Fundierung. Die Kontroverse, die um das visuelle Modell Wegeners nach der Publizierung losbricht, lässt sich als eine kritische Mediengeschichte beschreiben, in der Befürworter und Gegner gleichermaßen über die verwendeten Modellierungsmedien und deren inhärenten epistemischen Grenzen reflektieren. Nach einem spannungsreichen Oszillieren der Argumentationsstrategien zwischen den Modellierungsmedien des Globus und der Karte, führt schließlich unter anderem der wichtige epistemische Übergang von der euklidischen zur sphärischen Geometrie, der mit einem weiteren bedeutenden Medienwechsel zum Rechner einhergeht, Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts zur Etablierung der Theorie der Plattentektonik.

Von Weltbildern und Modellen

Martin Heidegger hat in dem Aufsatz »Die Zeit des Weltbildes« die bemerkenswerte Feststellung getroffen, dass die Neuzeit, in impliziter Abgrenzung zur Antike und zum Mittelalter, die Rede vom »Weltbild« überhaupt erst möglich gemacht hat. Die Entdeckung des Menschen als Referenzpunkt alles Seienden, die Begründung des Menschen als »Subjectum«,¹ wird in diesem Sinne als durchaus junge, nämlich neuzeitliche Erfindung eingeführt. Der Begriff des Weltbildes meint in der Heideggerschen Leseweise zudem durchaus mehr, als sich ein Bild von der Welt zu machen, sondern verweist vielmehr darauf, die Welt *als* Bild zu denken, das heißt, die Welt als ein System des Seienden im Ganzen anzusetzen: »Wo die Welt zum Bilde wird, ist das Seiende im Ganzen angesetzt als jenes, worauf der Mensch sich einrichtet, was er deshalb entsprechend vor sich bringen und vor sich haben und somit in einem entscheidenden Sinne vor sich stellen will.«² Dies ist sicherlich die einschneidende Wende, welche das Denken in und mit Weltbildern hervorgerufen hat, nämlich die Welt, in der sich alles Seiende vereint, als Bild zu erschließen, und

1 Martin Heidegger: »Die Zeit des Weltbildes«. In: ders.: Holzwege [1938], Frankfurt am Main 1950, S. 69–104; hier S. 81.

2 Ebd., S. 82.

die Versuche, innerhalb dieses Weltbilddenkens das Seiende in den Verfügungsbereich des Menschen zu überführen. Die medientechnisch hochgerüstete Wissenschaft leistet in diesem Sinne seit der Neuzeit systematische »Entbergungsarbeit«.

Der Beginn der Neuzeit kann somit als radikaler Bruch begriffen werden, der in der Erschließung und Eroberung der Welt als Bild virulent wird. Diese Eroberung der Welt geht mit einer fundamentalen Disziplinierung der Dinge einher, welche nach Heidegger als ein Kampf von Weltanschauungen verstanden werden kann, in welcher der Mensch die »uneingeschränkte Gewalt der Berechnung, der Planung und der Züchtung aller Dinge ins Spiel [setzt]«.³ Aus wissenschaftshistorischer Sicht lässt sich nun beobachten, dass insbesondere die Geowissenschaften eine spezifische Form des Bilddenkens im Rahmen der Geschichte der konkurrierenden Weltbilder hervorgebracht haben. Gemeint sind all jene Modellierungsprozesse, die die Dinge der Welt durch verschiedenste Disziplinierungsstrategien in »Inskriptionen«⁴ übersetzen. Aus dieser Modellgeschichte soll eine Figur isoliert werden, die paradigmatisch für die Modellierung der Kontinentalverschiebung und somit der Plattentektonik steht. Es handelt sich dabei, wie nachfolgende Ausführungen vertiefen, um die *Figur der visuellen Korrelation*. Diese Figur greift die Modellierung der Kongruenz der Kontinente auf, welche nicht erst in Alfred Wegeners berühmter Ikone der drei Phasen der Kontinentalverschiebung ihre dauerhafte Materialisierung gefunden hat. Wegener bedient sich vielmehr einer reichen Modellierungstradition, die ihren Anfang in der neuzeitlichen kartografischen Repräsentation der Erdgestalt findet.

Die zahlreichen visuellen Modellierungen, um die es in den folgenden Überlegungen nun gehen soll, stützen sich allesamt auf materielle Träger verschiedenster Art – Karten und Globen nehmen dabei eine bedeutende Rolle ein. So soll es bei der Analyse dieser Modellierungsmedien vornehmlich um die materiellen Gründe gehen, die die Phänomene überhaupt erst hervorbringen und erzeugen. Die Art und Weise wie Phänomene überhaupt erst auftreten, spiegelt sich in den jeweiligen epistemischen Grenzen wider, die allen Modellierungsmedien inhärent sind. Die Figur der visuellen Korrelation entfaltet in dieser medientheoretischen Herangehensweise ihre diskursive und historische Wirkmächtigkeit in einem weit verzweigten Netz von Praktiken und Medientechniken, denen es im Folgenden nachzuspüren gilt.

Kartografie und Welterzeugung

Spekulationen darüber, wie die Erde zu ihrem aktuellen Erscheinungsbild gekommen ist, konnten erst mit den großen Entdeckerfahrten der Neuzeit entstehen.

3 Ebd., S. 87.

4 Zum Konzept der Inskriptionen siehe insbesondere die einleitenden Bemerkungen von Timothy Lenoir: »Inscription Practices and Materialities of Communication«. In: ders. (Hg.): *Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication*, Stanford 1998, S. 1–19.

Die Kartografie als Werkzeug der Welterschließung nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Seit dem 16. Jahrhundert haben die Kartografen den Kontinenten jene berühmten Konturen verliehen, wie sie uns heute noch beispielsweise in Form der Mercatorprojektion geläufig sind. Dem belgischen Geografen Abraham Ortelius musste jene Kongruenz zwischen der alten und neuen Welt geradezu zwangsläufig ins Auge fallen, hatte er doch selbst den berühmten Atlas »Theatrum Orbis Terrarum«⁵ im Jahre 1570 publiziert. In einem den Atlas begleitenden Handbuch klassischer Toponyme, das 1578 zuerst unter dem Namen »Synonymina« erschien und später in »Thesaurus Geographicus« umbenannt wurde,⁶ trifft Ortelius folgende bemerkenswerte Feststellung: »But the vestiges of the rupture reveal themselves, if someone brings forward a map of the world and considers carefully the coasts of the three aforementioned parts of the earth [Europa, Afrika und Amerika, S. V. G.], where they face each other – I mean the projecting parts of Europe and Africa, of course, along with the recesses of America.«⁷

Die kartografische Repräsentation der Welt ist somit die Voraussetzung der Figur der visuellen Korrelation, und sie schafft die Grundlage aller nachfolgenden Reflexionen über die Gestalt der Welt. Wenn das Phänomen der Kongruenz der Küstenlinien buchstäblich ins Auge fällt, liegt dies vor allen Dingen daran, dass die Kartografie als wirkmächtiges epistemisches Werkzeug die Gestaltphänomene der Erde effizient zu modellieren vermag. Die visuelle Korrelation taucht somit keineswegs zu einem kontingenten Zeitpunkt der Geschichte auf, sondern in genau jenem denkwürdigen Moment der Geschichte, in dem die Konturen der Kontinente ihre erste dauerhafte Materialisierung in Form von Weltkarten erfahren. Ohne die fundamentale Transkription und Zusammenführung vormals unwahrnehmbarer Phänomene und ohne die Übersetzung in das kartesische Dispositiv, würde die Figur der visuellen Korrelation über kein effizientes Werkzeug verfügen. Das ausgehende sechzehnte Jahrhundert markiert in diesem Sinne eine bedeutende epistemische Schwelle, die terrestrischen Verteilungen auf eine fundamental neue Weise, nämlich vor allen Dingen in einem neuen, globalen Maßstab zu denken. Erst die Weltkarte erlaubt, die Erscheinungsformen der Welt phänomenologisch in ihrer Gesamtheit überhaupt zu denken. Mit den ersten kartografischen Repräsentationen der Kontinente ließen sich somit fundamental neue Hypothesen aufstellen, weil jene neuzeitliche, von Heidegger beschworene »uneingeschränkte Gewalt der Berechnung, der Planung und der Züchtung aller Dinge«⁸ ein effizientes Modellierungsmedium gefunden hat und das morphologische Erscheinungsbild des gesamten Globus in eine synoptische Form überführt hat.

5 Abraham Ortelius: *Theatrum Orbis Terrarum*, Antwerpen 1570.

6 Siehe hierzu James Romm: »A New Forerunner for Continental Drift«. In: *Nature* 367 (17. Februar 1994), S. 407f.; hier S. 408.

7 Übersetzung des lateinischen Zitats übernommen von: Ebd., S. 408. Siehe dazu auch David Lawrence: *Upheaval from the Abyss. Ocean Floor Mapping and the Earth Science Revolution*, Piscataway 2002, S. 28.

8 Heidegger 1950 (wie Anm. 1), S. 87.

Die Kartografie reiht sich in eine Vielzahl von wissenschaftlichen Praktiken ein, die über die »Disziplinierung der Zeichen« die Erdgestalt zu einer Dominiierungssphäre der Wissenschaft gemacht haben. »Disziplinierung der Zeichen« meint hier, dass die Weltkarten nicht nur Visualisierungen sind, welche in Zeit und Raum stabil bleiben – sie sind nicht nur »unwandelbare Mobile« im Sinne Latours⁹ – sie erlauben auch neue diskursive Verknüpfungen durchzuführen. Die Erdgestalt wird durch die kartografischen »Inskriptionen« neuen Modi der Lesbarkeit, Vergleichbarkeit, Kompatibilität und Universalität unterworfen. Die geradezu unbegrenzten Möglichkeiten »Paper« mittels »paperwork«¹⁰ manipulierbar, klassifizierbar und mobilisierbar zu machen, sind die fundamentale materielle Voraussetzung, die die Figur der visuellen Korrelation mit ihrer neuzeitlichen kartografischen Gründung erfährt. Für eine Theorie der visuellen Modelle bedeutet dies nun, dass Weltkarten als visuelle Modelle der Erde keineswegs der strikten analytischen Trennung zwischen einem »Modell von etwas« und einem »Modell für etwas«¹¹ folgen. Die Figur der visuellen Korrelation umfasst in ihrer kartografischen Modellierung nämlich beide Aspekte zugleich. Die Weltkarte bietet sich nicht nur als ein simplifizierendes visuelles Modell *vom* Antlitz der Erde an, sie produziert gleichzeitig, bedingt durch ihre materielle Basis, einen epistemischen Überschuss. Sie kann über die inhärenten Regeln der kartografischen Repräsentation nun auch die Funktion eines Modells *für* die Korrelation der terrestrischen Konturen einnehmen. Abraham Ortelius greift die Figur der visuellen Korrelation zwar auf, er überführt sie aber noch nicht in jene konkreten visuellen Modellierungen, welche man als Modelle *für* die Korrelation der Kontinente betrachten kann. Eine erste wissenschaftliche Fundierung, in Verbindung mit weit reichenden visuellen Modellen, sollte die Figur der Korrelation der Kontinente mit Alfred Wegener erhalten, wenngleich die Geschichte der Vorläufer auch einige frühere, interessante Beispiele kennt.¹²

9 Zum Konzept des »immutable mobile« siehe Bruno Latour: *Science in Action*, Cambridge 1987, S. 226f.

10 Siehe dazu das fünfte Kapitel in ders.: »Drawing Things Together«. In: Michael Lynch, Steve Woolgar (Hg.): *Representation in Scientific Practice*, Cambridge 1990, S. 19–68; hier S. 52–60.

11 Diese gängige Unterscheidung findet sich in vielen Modelltheorien wieder und wird beispielsweise (mit abgewandeltem Vokabular) von Goodman vertreten. Nelson Goodman: *The Languages of Art*, Indianapolis 1976, S. 172f. Die Unterscheidung wurde zudem häufig in andere Disziplinen übertragen, wie beispielsweise in: Clifford Geertz: »Religion as a Cultural System«. In: ders.: *The Interpretation of Cultures. Selected Essays*, [New York 1973], London 1993, S. 87–126; hier S. 93.

12 Neben dem Artikel von James Romm (wie Anm. 6) sind die Arbeiten von Albert Carozzi erwähnenswert. Albert Carozzi: »New Historical Data on the Origin of the Theory of Continental Drift«. In: *Geological Society of America Bulletin* 81 (1970), S. 283–286. Albert Carozzi: »A propos de l'origine de la théorie des dérives continentales«. In: *Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* 4 (1969), S. 171–179.

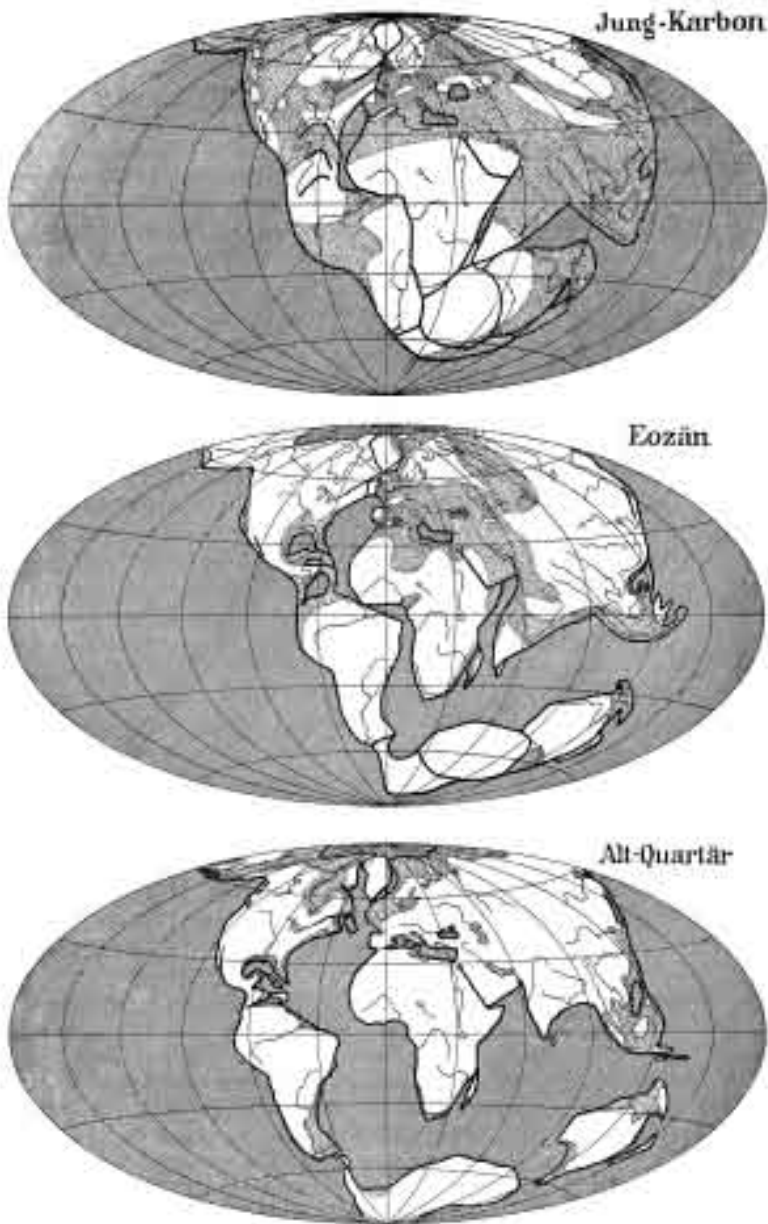


Abb. 1: Alfred Wegener, »Rekonstruktion der Erdkarte nach der Verschiebungstheorie für drei Zeiten«, [1922], 1929. Diese drei Karten der Kontinentalverschiebung sind zu einer Ikone der Moderne avanciert.

Wegener – Verschobene Kontinente

Durch die Arbeiten des deutschen Meteorologen Alfred Wegener hat die Repräsentation der korrelierten Kontinente den Status einer veritablen Ikone der Moderne erworben. In Sach- und Lehrbüchern nach wie vor reproduziert, hat insbesondere eine seiner Abbildungen gewissermaßen Eingang in das kollektive Unter- oder Unbewusste gefunden. Als visuelles Modell erlaubt die Abbildung Wegeners drei spezifische Momente der Entwicklungsgeschichte der Erde evident werden zu lassen. In der dritten Auflage von *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*¹³ im Jahre 1922 zuerst eingeführt, zeigt die »Rekonstruktion der Erdkarte nach der Verschiebungstheorie für drei Zeiten« eine Serie von drei Karten, die das Auseinanderbrechen des Urkontinents »Pangaea« im Laufe der Erdgeschichte in der damals üblichen Periodisierung beschreiben (Abb. 1). Das visuelle Modell ist ein zentrales Element der Wegenerschen Argumentationsstrategie, und es reiht sich zugleich ein in eine ganze Kaskade von Visualisierungen, die Wegener als Ressourcen mobilisiert, um eine mobile Geschichte der Erde zu schreiben. Es lässt sich bei Wegener eine visuelle Argumentationsstrategie ausmachen, die neben den visuellen Modellen auch eine bemerkenswerte Vielfalt an visuellen Metaphern hervorgebracht hat. Am Anfang steht dabei geradezu paradigmatisch jene fundamentale Feststellung, die seit Ortelius dem kartografischen Blick eingeschrieben ist: die Kongruenz der Kontinente, die Wegener in einem Brief von 1910 an seinen damaligen Mentor Wladimir Köppen herausstreicht.¹⁴

Die zunächst skeptische Haltung gegenüber der eigenen Beobachtung gibt Wegener 1915 in seinem Hauptwerk *Die Entstehung der Kontinente* gänzlich auf, um zahlreiche visuelle Metaphern in die Argumentationsstrategie einzuarbeiten, die eine weitere Analogie eröffnen – jene zwischen Bild und Schrift. Wegener spricht beispielsweise im Falle der Küstenlinien Amerikas und Europas von einer »durchgerissene[n] Visitenkarte als Erkennungszeichen«.¹⁵ In einer weiteren Passage macht er diese Analogie noch deutlich stärker: »Von entscheidender Bedeutung dabei ist der Umstand, daß, obwohl die Zusammenfügung der Schollen auf Grund anderer Erscheinungen, nämlich ihrer Konturen, vorgenommen werden muß, dennoch durch diese Zusammenfügung die jenseitige Fortsetzung einer jeden Struktur gerade mit dem diesseitigen Ende zur Berührung gebracht wird. Es ist so, als wenn wir die Stücke einer zerrissenen Zeitung nach ihren Konturen zusammensetzen und dann die Probe machen, ob die

13 Alfred Wegener: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Braunschweig³ 1922.

14 Diese Feststellung stammt von Martin Schwarzbach: Wegener (1880–1930). *Le père de la dérive des continents*, Paris, Berlin 1985, S. 68. Der Brief findet auch Erwähnung in der Einleitung von Wegener: Alfred Wegener: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Braunschweig 1915, S. 8f.

15 Hier zitiert nach Alfred Wegener: *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Braunschweig⁴ 1929, S. 63.



Abb. 2: Die erste publizierte Skizze von Wegener zur Kontinentalverschiebung aus dem Jahre 1915. Die beiden in Schraffur gezeigten Partien dienen als zusätzliche visuelle Belege und verweisen auf Bergketten.

Druckzeilen glatt hinüberlaufen. Tun sie dieses, so bleibt offenbar nichts weiter übrig, als anzunehmen, daß die Stücke einst wirklich in dieser Weise zusammenhingen. Wenn nur eine einzige Zeile eine solche Kontrolle ermöglichte, so hätten wir schon eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der Zusammensetzung. Haben wir aber n Zeilen, so potenziert sich diese Wahrscheinlichkeit noch mit n . Es ist gewiß nicht unnütz, sich klar zu machen, was dies bedeutet. Nehmen wir an, daß wir allein auf Grund unserer ersten ›Zeile‹, der Faltung des Kapgebirges und der Sierren von Buenos Aires, zehn gegen eins wetten können, daß die Verschiebungstheorie richtig ist. Dann können wir, da im ganzen mindestens sechs solche unabhängigen Kontrollen vorliegen, in Kenntnis dieser letzteren bereits

10⁶, d. i. eine Million gegen eins wetten, daß unsere Annahmen zutreffen. Diese Zahlen mag man gern für übertrieben halten. Sie sollen nur dazu dienen, zu zeigen, was es zu bedeuten hat, wenn sich die unabhängigen Kontrollen mehren.«¹⁶

Die Botschaft, die diese Passage transportiert, lautet kurzum: Weltkarten können im Grunde wie gedruckter Text behandelt werden. Einzelne Elemente der kartografischen Repräsentation, wie Gebirgszüge beispielsweise, vermögen, wie vormals getrennte Druckzeilen, erst in der kohärenten Zusammensetzung Sinn zu erzeugen. Kartografische Elemente wie Textelemente sind somit beide prinzipiell dechiffrierbar, sie erlauben aber erst über eine sinnvolle Zusammenführung, den vormals unwahrnehmbaren Gesamtsinn zu erschließen. Dieser Analogie zwischen Text und Bild hat in der ersten Auflage von 1915 sogar noch eine visuelle Realisierung entsprochen. In einer Skizze der zusammen geschobenen Kontinente bekräftigt Wegener nicht nur sein fundamentales Interesse visuell zu argumentieren – auch die Druckzeilenmetapher wird mit der Einführung neuer Korrelationselemente vorweggenommen (Abb. 2). In Schraffur sind nämlich in der Skizze von Abbildung 2 zwei Bergketten deutlich hervorgehoben, die sich einst über die beiden Kontinente kontinuierlich hinweggestreckt haben sollen. Die visuelle Argumentationsstrategie Wegeners bedient sich somit mehrerer Korrelationselemente – Gebirgszüge ebenso wie kongruente Küstenlinien erlauben Wegener, mittels der kartografischen Repräsentation eine Ökonomie der wissenschaftlichen Beweisführung zu entwerfen. Die verschiedenen Korrelationen werden nun über visuelle Modelle und Metaphern den Gesetzen der Stochastik unterworfen. Jede Einführung neuer Korrelationselemente macht das Modell nach Wegeners Ansicht zudem »wahrscheinlicher«.¹⁷ Die Mehrzahl der wissenschaftlichen Kollegen Wegeners war jedoch keinesfalls von der schlagenden Wahrscheinlichkeit seiner visuellen Beweisführung überzeugt. Das Problem liegt dabei unter anderem in der Logik des visuellen Modells selbst.

Longwell – Die Welt als Puzzle

Die tatsächlichen Ausmaße der eigentlichen Problematik der visuellen Modellierung werden erst mit den zahlreichen kritischen Stimmen deutlich, die in Großbritannien, und vor allen Dingen in den Vereinigten Staaten in den zwanziger Jahren laut wurden. Als die *Geographical Society* 1923 ein Symposium zur Kontinentalverschiebung abhielt, waren die Kritiker keineswegs überwältigt von

¹⁶ Ebd., S. 79.

¹⁷ Ronald Giere greift diese Ökonomie auf, um historisch nachzuzeichnen, wann visuelle Modelle zu einer »zwingenden« Akzeptanz führen müssen. Dieser Aufsatz möchte aber, im Gegensatz zur These der zwingenden Entscheidungen, vielmehr die aktive Beteiligung der einzelnen Modellierungsmedien am Konstruktionsprozess wissenschaftlicher Tatsachen aufzeigen. Siehe Ronald Giere: »Visual Models and Scientific Judgement«. In: ders.: *Science Without Laws*, Chicago, London 1999, S. 118–146.

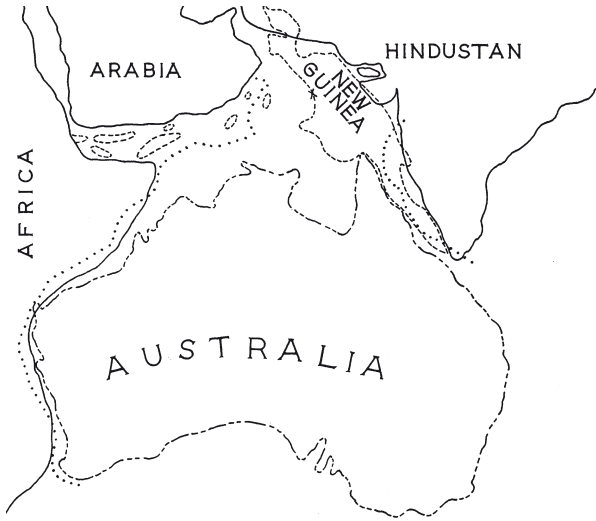


Abb. 3: Ein »visueller Beleg« von Chester Longwell, der in paradoxaler Weise die Figur der Korrelation als widersprüchlich entlarven möchte.

der angeblich exponentiell anwachsenden Wahrscheinlichkeit der visuellen Belege. Der britische Geologe Philip Lake schien besonders verärgert über Wegeners Argumentationsstrategie zu sein. Er ließ Wegener und die anderen anwesenden Kollegen wissen: »It is easy to fit the pieces of a puzzle together if you distort their shapes, but when you have done so, your success is no proof that you have placed them in their original positions. It is not even proof that the pieces belong to the same puzzle, or that all of the pieces are present.«¹⁸

Auf einem weiteren Symposium, das 1926 von der *American Association of Petroleum Geologists* in New York abgehalten wurde, bemühte der Yaler Geologe Chester Longwell mit Bezugnahme auf Lakes Zitat sogar selbst einen »unmöglichen« visuellen Beleg, um das Verschiebungsmodell zu kritisieren (Abb. 3).¹⁹ Longwells visuelles Modell zeigt die Korrelation zwischen Australien und Neu-Guinea im Arabischen Meer, zwei Küstenlinien, die sich in durchaus akzeptabler Weise korrelieren lassen. Mit der Darstellung geht aber eine fundamentale Unterstellung einher, die keiner der anwesenden Geowissenschaftler, Longwell und Wegener eingeschlossen, akzeptieren wollte. Longwell kommentierte sein unmögliches Modell mit den polemischen Worten: »Certainly there appears to

18 Philip Lake: »Wegener's Hypothesis of Continental Drift«. In: *The Geographical Journal* 61 (1923), S. 179–187; hier S. 183.

19 Der Tagungsband erschien zwei Jahre später unter dem Titel: Willem van Waterschoot van der Gracht et al. (Hg.): *Theory of Continental Drift. A symposium on the origin and movement of land masses both inter-continental and intra-continental, as proposed by Alfred Wegener*, Tulsa 1928.

be no evidence, other than the suggestive similarity in coastal configuration, that Australia ever occupied the position of the Arabian Sea. However, this case is worth some study, in connection with the better known case of South America and Africa, in order to convince ourselves that apparent coincidence of widely separated coast lines is probably accidental wherever found and should not influence anyone unduly in considering the displacement hypothesis.«²⁰ Kurzum, visuelle Modelle kontinentaler Verschiebungen sind, wenn sie sich auf die Kongruenz der Küstenlinien stützen, hochproblematische Modellierungen, da sie sich von Befürwortern wie Kritikern gleichsam mobilisieren lassen, um vollkommen gegensätzliche Ziele zu verfolgen.

Der »visuelle Beweis« Longwells ist keineswegs ein gewöhnliches Gegenbeispiel. Es handelt sich hierbei vielmehr um eine tiefgreifend paradoxe Abbildung. Der visuelle Beleg ist im Grunde ein Bild, das über sich selbst reflektiert. Die Spannung, die das Bild aufbaut und mit der es spielt, eröffnet sich in der Tatsache, dass es visueller Beweis und Gegenbeweis zugleich sein möchte. Durch die bloße Tatsache, dass das Bild eine rein *hypothetische* Korrelation vorschlägt (Australien lässt sich mit Neuguinea korrelieren), diese Korrelation aber aus Gründen, die das Bild nicht zu zeigen vermag, unmöglich ist, versucht das Bild in paradoxer Weise sich selbst zu unterwandern. Die Figur der Korrelation soll mit anderen Worten als grundlegend kontingente Figur entlarvt werden. Longwells Modellierung möchte vor Augen führen, dass die Logik selbst der kartografischen Korrelation durchweg problematisch ist. Er realisiert mit seinem »visuellen Beweis« mit einem Schlag die Unterwanderung des Wegenerschen Ökonomiediskurses, da sein »Beweis« selbst kein Beweis sein möchte, sondern vielmehr die Kontingenz und Zwiespältigkeit aller bildhaften Modellierungen beschwört.

Dieser polyvalente Status ist demnach in das Repräsentationsmedium des Modells selbst eingeschrieben. Mit Longwell werden folglich alle Darstellungen einer mobilen Erde zu hochgradig spekulativen visuellen Modellen – Modelle, die in der Abstraktion von morphologischen und geologischen Wirklichkeiten auf ein geradezu banales Puzzlespiel reduziert werden. Die Modellierung mithilfe der Figur der Korrelation ist somit in epistemologischer Hinsicht durch den fundamentalen Charakter der Offenheit gekennzeichnet – wahrscheinliche wie unwahrscheinliche, reale wie virtuelle Phänomene lassen sich in gleicher Weise hervorbringen. Man darf somit im Falle der visuellen Korrelation durchaus von einer grundsätzlich *offenen* Epistemologie sprechen, die eben gerade darin besteht, dass mit der Figur der visuellen Korrelation im Grunde Aussagen nicht darüber getroffen werden, was gesagt wird, sondern darüber, was gesagt werden könnte.²¹

20 Chester Longwell: »Some Physical Tests of the Displacement Hypothesis«. In: ebd., S. 145–157; hier S. 155.

21 Die »offene« Epistemologie ist ein grundlegendes Element der Wissenschaftstheorie, wie es sich auch innerhalb informationstheoretischer Betrachtungen zu Radarbildern beobachten lässt. Siehe dazu: Sebastian Vincent Grevs mühl, »Epistemische Topografien. Fotografische und radartechnische Wahrnehmungsräume«. In: Ingeborg Reichle, Steffen Siegel, Achim Spelten (Hg.): *Verwandte Bilder. Die Fragen der Bildwissenschaft*, Berlin 2007, S. 263–279; hier S. 276f.

Longwells Versuch verweist in diesem Sinne eindrücklich auf die Mannigfaltigkeit der Korrelationsmöglichkeiten. Zugleich, und darin besteht der Doppelcharakter dieser offenen Epistemologie, ist die Polyvalenz und Ambiguität eine notwendige Bedingung für die historische Konjunktur der Figur der visuellen Korrelation. Ohne diesen grundsätzlich offenen Charakter hätte die Figur der Korrelation nicht jene Kräfte mobilisieren können, die die wissenschaftliche Imagination seit ihrer kartografischen Begründung erfahren hat und die sich in den zahlreichen historischen Versuchen möglicher Korrelationen vor Wegeners Verschiebungstheorie widerspiegelt.²²

Schuchert – Von der Karte zum Globus

Ein zweiter wichtiger Aspekt der visuellen Modellkritik findet sich in einer Fußnote Longwells, die seinen Ausführungen zum unmöglichen Beweis beigelegt ist. Longwell bemerkt ganz im Sinne seiner grundsätzlichen Reflexionen zur inhärenten Bildlogik: »Tracings for these figures were taken from a flat map; but practically the same result is obtained by making plastiline [sic] models from a globe. All of the critical points involved fall within 30 degrees of the equator, and therefore distortion of the map is comparatively small.«²³ Dieser kritische Kommentar – diesmal Longwells eigene Modellierung betreffend – verweist auf eine weitere Modellierungsmethode, die zu Longwells Zeiten eine wichtige Rolle gespielt haben muss, und die vordergründig erlaubt, die Fallstricke der kartografischen Modellierung zu umgehen. Ein Medienwechsel ist demnach notwendig, um ein Modellierungsverfahren zu entwickeln, das die offensichtlichen kartografischen Defizite zu umgehen vermag. Die Methode, an die Longwell sicherlich gedacht hat, ist jene seines Kollegen Charles Schuchert. Schuchert hatte nämlich Mitte der zwanziger Jahre ein Modellierungsverfahren entwickelt, bei dem Knetmasse auf einem Globus appliziert wurde. In einem Artikel, der ebenfalls im New Yorker Symposiumsband zu finden ist, erklärt Schuchert sein Verfahren: »If we take an eight-inch globe and squeeze upon it over the Americas a quarter-inch layer of plasteline, cut this out into the shape of these continents but at the outer edge of the continental shelf, and then shift this plasteline replica over against Euro-Africa, following the instructions of Wegener that Newfoundland must be placed beside Ireland and Cape San Roque of Brazil fitted into the Bight of Biafra in Africa, the resulting geography shows Central America about 1,200 miles away from Africa and leaves Siberia and Alaska separated by about 600 miles!«²⁴

22 Siehe die Anmerkungen 6 und 12 für historische Beispiele sogenannter »Vorläufer« der visuellen Korrelation der Kontinente.

23 Siehe Fußnote 3 in: Longwell 1928 (wie Anm. 20), S. 152.

24 Charles Schuchert: »The Hypothesis of Continental Displacement«. In: van der Gracht et al. 1928 (wie Anm. 19), S. 104–144; hier S. 109f.

Schucherts Methode besteht in der Nachmodellierung der Kontinentalverschiebungen auf einem sphärischen Körper, anstatt die Konturen, wie Longwell dies getan hat, im Medium der planaren Karte zu modellieren. Sie folgt zugleich einer medienkritischen Anmerkung Wegeners, der selbst bereits darauf hingewiesen hat, dass jedes kartografische Verfahren aufgrund der Projektionsverzerrungen notwendigerweise zu Problemen in der Modellierung der Kontinentalverschiebungen führen muss, und dass es daher angebracht sei, auf einem Globus anstatt mittels einer Karte die Verschiebungen durchzuführen.²⁵ Schuchert präsentierte seine Globen als wissenschaftliche Tatsachen. Sie dienten als materielle »Beweise«, die die Unmöglichkeit der visuellen Korrelation buchstäblich vor Augen führen sollten. Es handelt sich um eine Methode, die in Schucherts Augen nicht nur sehr viel genauer als die kartografische Korrelation ist, da sie die Verzerrungen der kartografischen Projektion umgeht, die Methode möchte zudem nachweisen, dass es schlichtweg unmöglich ist, zu jenen Ergebnissen zu kommen, die Wegener in seiner berühmten Ikone der drei Phasen der Kontinentalverschiebung festgehalten hat. Wegener muss somit grundsätzlich unwissenschaftliches Vorgehen in der Konstruktion des Urkontinentes Pagaea vorgeworfen werden. Der ernüchternde Schluss, zu dem Schuchert mit seinen Nachmodellierungen kommen muss, lautet dementsprechend kritisch: »The plasteline method shows clearly that this [the movement from North America eastward against Europe, SVG] cannot be done without great distortion, and if the western connection is to be retained, as it must, then it leaves Newfoundland 600 miles southwest of Ireland.«²⁶ Die Idee Schucherts, einen fundamentalen Medienwechsel in der Modellierung vorzunehmen, ist durchaus origineller Natur, es fehlt ihr jedoch selbst an weiterführenden medienkritischen Überlegungen. Der Wechsel des epistemischen Werkzeugs, den Schuchert vollzieht, führt nämlich zwangsläufig, wie jeder Medienwechsel, zu einer neuen Logik der Repräsentation und Modellierung. Die Arbeiten des australischen Geologen Samuel Warren Carey, die knapp dreißig Jahre später durchgeführt wurden, erlauben diesen Punkt genauer zu beleuchten.

Carey – Vom Globus zurück zur Karte

Samuel Warren Carey war vielleicht der erste Geologe, der sich Gedanken über die epistemologischen Implikationen beider Modellierungsarten, dem Medium der Karte und des Globus, gemacht hat. Dabei sei auch erwähnt, dass Carey, und dies unterscheidet ihn von Schuchert, zunächst zu den Befürwortern der Drifthypothese gezählt werden darf, wenngleich er aber diese mit einem stark modifizierten Mechanismus propagierte. Er verfolgte in seinen Schriften die Etablierung

25 Hierbei handelt es sich nach Schuchert um die einzige Antwort, die Wegener auf eine Kritik von Diener gegeben hat. Ebd., S. 110–112.

26 Ebd., S. 112.

einer sehr umstrittenen Theorie, die bis heute nur wenige Anhänger gefunden hat und unter dem Begriff der »Expansionstheorie«²⁷ bekannt geworden ist. An dieser Stelle soll es jedoch zunächst um die epistemologischen »Vorsichtsmaßnahmen« gehen, die Carey in seinen praktischen Arbeiten mit Globen und Karten entwickelt hat. In einer Publikation von 1958, die ein unter seiner Leitung geführtes Symposium zur Kontinentaldrift des Jahres 1956 zusammenfasst, unterstreicht Carey die grundsätzlichen Schwierigkeiten der beiden Modellierungsprozesse: »The comparison of two long coasts or other irregular forms on the earth's surface is not such a straightforward procedure as might be imagined. No projection can be used directly because of the differential distortion caused by translation and rotation with respect to the axes of the projection, and comparison on a globe is not so easy as it might appear.«²⁸

Diese keineswegs triviale Einsicht hat Carey zunächst selbst aus zeitaufwendigen Versuchen gewinnen müssen. Sie ist das Resultat einer langwierigen praktischen Auseinandersetzung mit den beiden Modellierungsmedien.²⁹ So hat er eigens für die sphärische Modellierung ein neues Verfahren entwickelt, das die Herstellung einer gekrümmten transparenten Folie erlaubte, die über die gleiche Krümmung wie der Referenzglobus verfügte. Die sphärische, transparente Folie ermöglichte in einfacher Weise die Küstenlinien vom Globus abzuzeichnen. Auf einem hemisphärischen Tisch (gleichen Maßstabs wie der Globus) konnten an der Folie und den darauf aufgezeichneten Konturen schließlich weitere Operationen durchgeführt werden: Die Konturen ließen sich ausschneiden und vergleichen oder mittels eines Koordinatennetzes in beliebige planare Projektionen übersetzen. Am Ende dieser zahlreichen praktischen Erfahrungen hatte Carey aber eine enttäuschende, zugleich jedoch weit reichende Einsicht, die wahrscheinlich weder Wegener noch Schuchert berücksichtigt hatten: »Even this was found to be too inaccurate for any but rough morphological comparisons, since, like all commercial globes, the base map was first printed in gores, themselves plane projections, and stretched on to the globe«.³⁰

Der Modellierungsprozess auf dem kommerziellen Globus impliziert mit anderen Worten die ernüchternde Tatsache, dass die Grundproblematik, die die kartografische Projektion bereits aufgeworfen hat, stillschweigend gewissermaßen durch die Hintertür des Herstellungsprozesses von der Karte auf den Globus übergegangen

27 Die sicherlich umfassendste Monografie, die Carey zur Expansionstheorie veröffentlicht hat, ist Mitte der siebziger Jahre erschienen: Samuel Warren Carey: *The Expanding Earth*, Amsterdam 1976. Zur historischen Tragweite der Erdexpansionstheorie siehe beispielsweise: Martin Pickford: »Earth Expansion, Plate Tectonics and Gaia's Pulse«. In: *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle*, No. 2–3, 18C (1996), S. 451–516.

28 Siehe dazu den Abschnitt »Techniques of Comparative Morphology on a Global Scale« in Samuel Warren Carey: »The Tectonic Approach to Continental Drift«. In: ders. (Hg.): *Continental Drift. A Symposium*, Hobart 1958, S. 177–355; hier S. 218.

29 Carey setzt sich mit beiden Verfahren auseinander und nennt Vorschläge für konkrete Umsetzungen. Ebd., S. 219.

30 Ebd., S. 218.

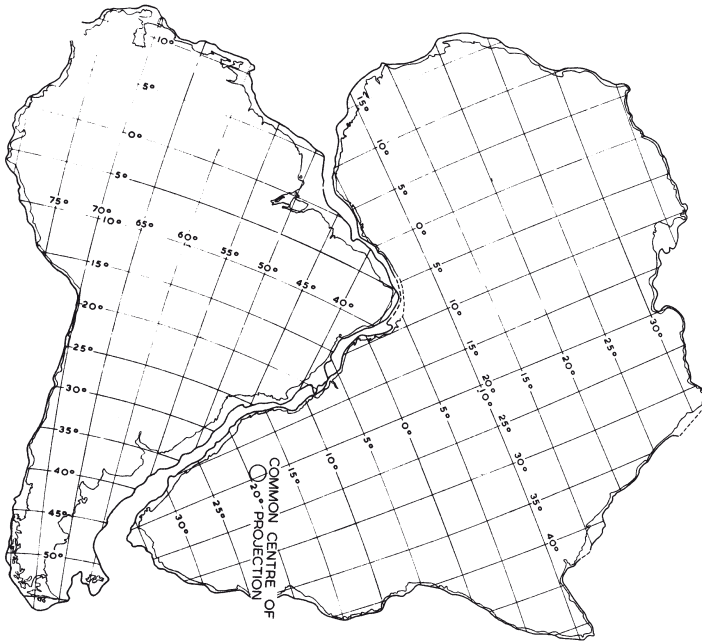


Abb. 4: Zwei stereografische Karten von Afrika und Südamerika, welche im Projektionszentrum zur Deckung gebracht wurden.

ist. Der kommerzielle Globus ist demnach ein ungeeignetes, weil approximatives epistemisches Werkzeug, das im Grunde die gleichen Probleme der kartografischen Repräsentation beinhaltet, da seine bedruckte Oberfläche selbst bereits auf einer gestreckten, planaren Kartenprojektion basiert. Die grundsätzliche Problemstellung fällt somit wiederum auf das Medium der Modellierung selbst zurück. Umberto Ecos berühmte parodistische, von J. L. Borges inspirierte Reflexionen über »Die Karte des Reiches im Maßstab 1:1« gelten in diesem Sinne im Grunde auch für den Globus.³¹ Keine Repräsentation von Welt, kein Modellierungsmedium kann demnach die inhärenten Regeln seiner eigenen Konstruktion umgehen. Wie in Ecos Parodie intervenieren logische und praktische Grenzen unweigerlich in jedem Schritt der Konstruktionsetappen.

Die Lehre, die Carey aus dieser unumgänglichen Intervention des Materials ziehen muss, ist konsequenterweise einen erneuten Medienwechsel vom Globus zurück zur Karte vorzuschlagen: »For more accurate work it is necessary to work on an Azimuthal projection, preferably orthomorphic, and for this purpose the

31 Umberto Eco: »Die Karte des Reiches im Maßstab 1:1«. In: ders.: Platon im Striptease-Lokal, übers. von Burkhard Kroeber, München, Wien 1990, S. 85–97.

stereographic projection has proved most suitable.«³² Die stereografische Projektion besitzt als winkeltreues, das heißt konformes Abbildungsverfahren den Vorteil, dass sämtliche Verzerrungen der Karte stets relativ zum Projektionszentrum sind. Stellt man zwei Karten mithilfe dieses Projektionsverfahrens her und bringt anschließend beide Karten in ihren Projektionszentren zur Deckung, lassen sich in einfacher Weise Korrelationen bestimmen. Dies ist insbesondere der Fall bei der orthomorphen Projektion, die auch als konforme Projektion bekannt ist. Sie erlaubt, kleine Ausschnitte der Sphäre ohne Verzerrungen in der Karte abzubilden. Über seine medienkritische, praktische Arbeit mit beiden Modellierungsmedien kommt Carey schließlich zu mehreren berühmten Korrelationen der Kontinente, die die Debatte um die Kontinentalverschiebung maßgeblich beeinflusst haben. Abbildung 4 zeigt die Korrelation der Küstenlinien mithilfe zweier stereografischer Projektionen von Afrika und Südamerika. Der Vorteil seiner Methode liegt auf der Hand: »For though distortion is present in each figure, such distortion is with respect to the centre of projection, and so long as the centres of projection coincide, curves which are similar on the projection are also similar on the globe.«³³

Careys Methode ermöglicht den wichtigen epistemischen Übergang vom Globus zurück zur Karte. Die Arbeit mit den stereografischen Projektionen erlaubt, vorgängige Modellierungsschwächen geschickt zu umgehen. Mit diesem materiellen Übergang geht gleichzeitig auch eine Transformation des Bildstatus einher, die nicht besser als mit Careys eigenen Worten beschrieben werden kann: »These figures do not express opinions, or theories but objective facts, which may be verified by anyone who cares to take the pain to do so.«³⁴ Vom Globus zur Karte und von der Hypothese zum wissenschaftlichen Fakt – in nichts Geringerem besteht der Versuch der theoretischen und praktischen Transition Careys. Die epistemischen Grenzen der Karte und des Globus effizient auslotend, beanspruchen seine visuellen Modelle, Resultat einer vollkommen objektiven Modellierungsmethode zu sein. Die epistemischen Schranken des Modellierungsverfahrens werden hier durchbrochen, um nicht nur bessere, sondern objektive Bilder anzubieten. Es wird zugleich eine Methode geliefert, die sich als scheinbar einzig adäquater Lösungsweg für das gestellte Problem darbietet.

Die neuen Wissensgrenzen, die nun entstehen, sind nach Carey lediglich eine Frage des Maßstabs der Karten: »The method described above for the comparison of Africa and South America, has been found to be the most satisfactory and can be made as accurate as may be desired by drawing closer grids on larger scales of base circle, and using more refined source material.«³⁵ Careys Augenmerk ist somit auf das Schlüsselement dieser Geschichte, die Figur der visuellen Korrelation gerichtet, die durch seine Arbeiten aus der Grauzone der Spekulation ins Rampenlicht

32 Carey 1958 (wie Anm. 28), S. 219.

33 Ebd., S. 224.

34 Ebd.

35 Ebd., S. 225.

wissenschaftlicher Objektivität gerückt werden soll. Die verblüffende Ironie der praktischen Analysen Careys besteht aber in der Tatsache, dass er die Geschichte einer mobilen Erde gerne anders geschrieben hätte, als Wegener dies noch vorgesehen hatte. Nach seiner Auffassung müsste man den Mechanismus der Kontinentalverschiebungen, wie oben bereits kurz erwähnt, mit der Expansionstheorie erklären, die besagt, dass der Erdradius sich stetig vergrößert hat und dies auch noch nach wie vor geschieht. Wenn die Kontinente demnach einst vereint waren, dann liegt dies nach Careys Auffassung daran, dass die Erde einen sehr viel kleineren Radius besessen hat und die Erdkruste somit einst die gesamte Fläche der Erdsphäre bedecken konnte. Die Separation der Kontinente und die Entstehung der Ozeane wird demnach mit einem Anwachsen des Erdradius erklärt. Wichtig für die Diskussionen um die Drifttheorie ist aber an dieser Stelle, dass das Modell der Korrelation sich in den vorgestellten Arbeiten Careys einzig auf morphologische Korrelationen beschränkte und die Expansion des Erdradius somit kein explizites Element der Modellierung war. Ähnlich wie im Falle Longwells kommt man einmal mehr nicht umhin festzustellen, dass jede visuelle Korrelation hochgradig ambivalenten Status besitzt, da stets mannigfaltige Interpretationen an die visuellen Modelle herangetragen werden können. Als Abstraktion von Wirklichkeit können notwendigerweise nicht alle Elemente Eingang in die visuelle Modellierung finden, die zu einer zwingend eindeutigen Interpretation führen könnten. Die Verteidiger der Kontinentaldrift zeigten sich aber dennoch von Careys »visuellen Evidenzen« beeindruckt. Der Geophysiker Edward Bullard staunte über Careys neue visuelle Befunde.³⁶ Gemeinsam mit seinen beiden Kollegen James Everett und Adam Smith machte er sich bereits wenig später daran, die Frage der Korrelation endgültig mithilfe eines für die Geowissenschaften neuen Modellierungsmediums, dem Computer, zu klären.

Bullard – Von der Karte zum Rechner

1965 wurde der so genannte »Bullard Fit«³⁷ (Abb. 5) publiziert, ein Schlüsselbild der Driftdebatte, die sich damals in einer kritischen Phase befand und gemeinsam mit der Plattentektonik unmittelbar vor ihrer allgemeinen wissenschaftlichen Anerkennung stand. Wie bis hierhin gezeigt wurde, bestand die Modellierung der verschobenen Kontinente bis in die sechziger Jahre hinein buchstäblich aus Handarbeit. Sie war somit eine fundamentale Frage der materiellen Kultur und somit von »paperwork«: Das Zeichnen, Konturieren, Ausschneiden, Verschieben und Vergleichen

36 Siehe hierzu die Ausführungen von Homer E. LeGrand: *Drifting Continents and Shifting Theories*, Cambridge 1988, S. 204.

37 Der »Bullard Fit« von 1965 ist zentrales Argument des Artikels: Edward Bullard, James Everett, Adam Smith: »The fit of the continents around the Atlantic«. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* A258 (1965), S. 41–51. Homer LeGrand gibt eine gute Beschreibung der historischen Reichweite des Artikels in LeGrand 1988 (wie Anm. 36), S. 201–205.

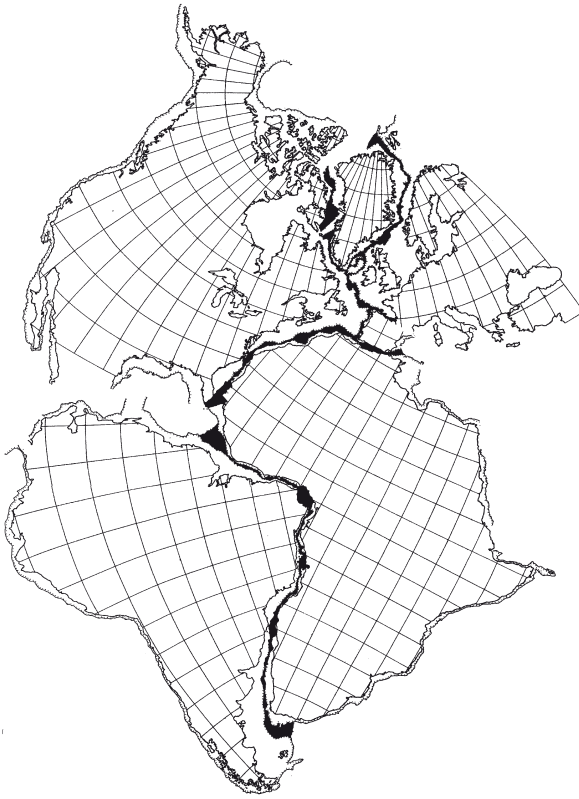


Abb. 5: Der »Bullard Fit« von 1965 ist ein entscheidendes Schlüsselmodell in der Debatte um die Kontinentalverschiebung.

sind nur einige der zahlreichen Grundoperationen der verschiedenen genannten Modellierungsweisen. Als Artefakte der Wissenschaft waren die Modelle demnach auch an die Grenzen dieser materiellen Tätigkeiten gebunden – nicht zuletzt waren sie, dem Optimismus Careys zum Trotz, handgemachte und damit notwendigerweise approximative Modellierungen. Es bedurfte der Einführung eines effizienten mathematischen Werkzeugs und des Computers, an den man die Frage nach dem »best fit« delegieren konnte, um ein visuelles Modell mit einem neuen Bildstatus in den wissenschaftlichen Diskurs einzuschleusen.

Edward Bullard und seine Kollegen Everett und Smith identifizierten das Eulersche Theorem als geeignetes mathematisches Werkzeug, die Korrelation der Kontinente zu modellieren. Das Eulersche Theorem besagt, dass Bewegungen auf einer Sphäre durch eine Rotation um ein festgelegtes Rotationszentrum auf der Sphäre durchgeführt werden können. Anstatt die Konturen per Hand zu korrelieren, erlaubte das Eulersche Theorem geeignete Algorithmen für die Korrelation der

Kontinente zu entwerfen. Obgleich bedeutende Eingriffe in die morphologischen Daten vorgenommen werden mussten, hat das computergenerierte Bild den Status eines objektiven Bildes beansprucht.³⁸ Bullards Erwartungen wurden sogar bei weitem übertroffen: »[The result] exceeded our expectations and fully confirms the work of Carey.«³⁹ Dennoch wurden auch in diesem Fall einige Kritiker auf den Plan gerufen, die die besagte Unterschlagung zahlreicher morphologischer Daten moitierten. Martin Rutten, Geologe und Zeitgenosse Bullards, kommt beispielsweise nicht umhin kritisch festzustellen, dass Island nicht berücksichtigt wurde »because it is too young«, eine kleine schottische Insel hingegen, »Rockall bank«, einzig im Modell übernommen wurde »because it fits nicely«.⁴⁰

Spätestens an dieser Stelle sollte klar sein, dass alle visuellen Modelle als Artefakte der materiellen Kultur stets subjektive Kriterien transportieren. Wenig verwunderlich ist es also, dass selbst die computergestützte Modellierung sich als ein hochgradig subjektives Unternehmen darstellte, das mit der radikalen Selektion von Daten arbeiten musste, die sowohl den theoretischen Absichten Bullards unterworfen war, als auch von der Kohärenz des visuellen Resultats selbst gesteuert war – wusste Bullard doch bereits, wie ein »überzeugendes« Resultat auszusehen hätte. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, dass der »Bullard Fit« zwar durchaus Kritiken ausgesetzt war, im historischen Kontext der Driftdebatte aber durchaus überwiegend Zustimmung erfahren hat. Der Grund hierfür zeigt sich unter anderem in der Tatsache, dass sich der »Bullard Fit« kohärent mit der von Lorraine Daston und Peter Galison vorgeschlagenen Objektivitätsgeschichte verknüpfen lässt. Als prozessiertes und »interpretiertes«⁴¹ Bild folgt es eben jenen neuen Objektivitätskriterien, die sich Mitte des 20. Jahrhunderts in den Naturwissenschaften formiert haben.⁴² Der Übergang von der Karte zum Rechner kann zudem auch als ein fundamentaler epistemischer Wechsel von der euklidischen zur sphärischen Geometrie gelesen werden. Das Eulersche Theorem manifestiert sich dabei als wirkmächtiges epistemisches Werkzeug, Modellierungen nicht mehr im planaren euklidischen Raum, sondern auf der Sphäre vorzunehmen. Die sphärische Geometrie ist in diesem Sinne das erste grundlegend adäquate Werkzeug, um Bewegungen auf der terrestrischen Sphäre, und das heißt somit plattentektonische Mechanismen auf der Skala des gesamten Erdballs, zu modellieren. Gleichzeitig

38 Siehe hierzu die spätere Beschreibung von einem der Mitarbeiter von Bullard: Adam Smith: »Alpine Deformation and the Oceanic Areas of the Tethys, Mediterranean, and Atlantic«. In: Geological Society of America Bulletin 82 (1971), S. 2039–2070.

39 Siehe Patrick Blackett, Edward Bullard, Steven Runcorn: A Symposium on Continental Drift, London 1965, S. 42.

40 Ebd., S. 321.

41 Zum Begriff des interpretierten Bildes siehe Peter Galison: »Judgment and Objectivity«. In: Caroline Jones, ders. (Hg.): Picturing Science, Producing Art, New York, London 1998, S. 327–359.

42 Zur allgemeinen Geschichte der Objektivität siehe: Lorraine Daston, Peter Galison: »Das Bild der Objektivität« [1992]. In: Peter Geimer (Hg.): Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie, Frankfurt am Main 2002, S. 29–99.

fügt der »Bullard Fit« sich nahtlos in eine ganze Kaskade von visuellen Modellen in einer kritischen Periode der Geschichte der modernen Geowissenschaften ein. Insbesondere Visualisierungen aus dem Bereich der Geophysik – Profile und Karten von Geomagnetisierungen – haben folgenreiche visuelle Argumente für die Akzeptanz der Plattentektonik, die die Kontinentalverschiebung inkorporiert, geliefert.⁴³

Versteht man somit die Geschichte der Figur der visuellen Korrelation als Modell- und damit als Mediengeschichte, eröffnen sich grundlegend neue Einsichten in die Epistemologie und Geschichte der modernen Geowissenschaften. Die visuelle Geschichte der Figur der Korrelation hat nämlich gezeigt, dass durch die neuzeitliche kartografische Ergründung der Konturen der Kontinente, zunächst grundsätzlich neue Operationen am Antlitz der Erde durchgeführt werden konnten. Obschon die Kartografie dazu geführt hat, die Distribution der kontinentalen Massen neu zu denken, hat sie aber gleichzeitig fundamentale Zweifel an den Modellierungsmedien in die Wissenschaften eingeschleust. Der kartografische Blick hat nämlich die Funktion der visuellen Evidenz auf grundsätzliche Weise destabilisiert. Gerade im Nachdenken über legitime Modellierungsverfahren zeigte sich eindrücklich, wie problematisch beide epistemische Übergänge, von der Karte zum Globus, aber auch von der Sphäre zurück zur planaren Projektion sich gestalten konnten. Dabei zeigte sich auch, wie stets mannigfaltige Interpretationen an die Figur der Korrelation herangetragen werden konnten. Erst die sphärische Geometrie vermochte in der Ablösung von der euklidischen Geometrie die Erde überzeugend in ihrer *Gesamtheit* zu denken, nicht zuletzt, weil der Rechner genau jenen Objektivitätskriterien genügt, wie sie Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts aktuell sind.

Letztlich kann ein Großteil der Kritiken, die der These der mobilen Kontinente entgegengebracht wurden, als Versuch gewertet werden, die epistemischen Grenzen des jeweiligen Modellierungsmediums stets aufs Neue auszuloten. Das Nachdenken über die Legitimität der kartografischen Projektionsverfahren hat dabei eine zentrale Rolle eingenommen, indem es zu fundamentalen Zweifeln an den jeweiligen Modellierungsmedien geführt hat. In dieser Leseweise handelt die Debatte um die verschobenen Kontinente nicht so sehr von den verschiedenen theoretischen Interpretationen der Kontinentaldrift, sondern vielmehr von *den Medien der Modellierung selbst*. Medienkritische Erkenntnis darüber, wie Modellierungsverfahren selbst in den Konstruktionsprozess des Wissens eingreifen, musste von den Wissenschaftlern in einem dialektischen Prozess nach und nach erst erlernt werden. Mit den Argumentationsstrategien zwischen den verschiedenen Modellierungsmedien oszillierend, hat sich dabei das Modell der korrelierten

43 Homer LeGrand hat eine überzeugende historische Interpretation der visuellen Belege im Bereich der Geomagnetisierungen vorgelegt in LeGrand 1988 (wie Anm. 36), S. 170–220. Naomi Oreskes hat die involvierten Forscher in mehreren Kapiteln selbst zu Wort kommen lassen: Naomi Oreskes (Hg.): *Plate Tectonics. An Insider's History of the Modern Theory of the Earth*, Boulder 2001.

Kontinente als hochgradig ambivalent herausgestellt. Gleiches gilt jedoch auch für die wissenschaftlichen Bewertungskriterien. So gibt es in dieser eigentümlichen Modellgeschichte im Grunde keinen Platz für »richtige« oder »falsche« Korrelationsmodelle. Die Bewertungskriterien hierfür liegen notwendigerweise auch außerhalb der Modellsphäre. Dies zeigt allein die Tatsache, dass jedes visuelle Korrelationsmodell als notwendige Abstraktion von Welt, isoliert von den begleitenden Diskursen, einzig und allein folgendes bleibt: ein Puzzlespiel mit vielen Teilen, deren »best fit« erst die sphärische Geometrie überzeugend, weil rechnergestützt, zu lösen vermochte.

Ingeborg Reichle, Steffen Siegel, Achim Spelten (Hg.)

Visuelle Modelle

Wilhelm Fink

INHALT

INGEBORG REICHLE, STEFFEN SIEGEL, ACHIM SPELTEN	
Die Wirklichkeit visueller Modelle	9

I. BEGRIFF UND METAPHER

BERND MAHR	
Cargo.	
Zum Verhältnis von Bild und Modell	17

ACHIM SPELTEN	
Visuelle Aspekte von Modellen	41

SAMUEL STREHLE	
Evidenzkraft und Beherrschungsmacht.	
Bildwissenschaftliche und soziologische Zugänge	
zur Modellfunktion von Bildern	57

TOBIAS SCHLECHTRIEMEN	
Metaphern als Modelle.	
Zur Organismus-Metaphorik in der Soziologie	71

PHILIPP EKARDT	
Benjamins Bekleidungsmodelle.	
Strumpf und Rüsche als Topologien der Bildtheorie	85

II. EXPERIMENT UND WISSEN

REINHARD WENDLER	
Das Spiel mit Modellen.	
Eine methodische Verwandtschaft künstlerischer Werk-	
und molekularbiologischer Erkenntnisprozesse	101

SEBASTIAN VINCENT GREVSMÜHL Das modellierte Antlitz der Erde. Zur Geschichte der Modellierungsstrategien der Kontinentalverschiebung	117
---	-----

CAROLIN ARTZ Das Fotogramm als visuelles Modell? Die Visualisierungichtsichtbarer Strahlen in wissenschaftlichen Fotografien um 1900	137
---	-----

INGEBORG REICHLE Lebendige Kunst oder Biologische Plastik? Reiner Maria Matysiks Prototypenmodelle postevolutionärer Organismen	155
--	-----

FARBTAFFELN

III. MAß UND RAUM

CATHARINA MANCHANDA Modelle und Prototypen. Ein Überblick	179
---	-----

STEFFEN SIEGEL Modell-Räume. Architektur, Photographie, Topoklasmos	197
---	-----

DER BLICK INS MODELL Ein Gespräch mit Damaris Odenbach	215
---	-----

KATRIN KÄTHE WENZEL Brot und Bauten. Drei künstlerische Experimente zu verformbarer Architektur	225
--	-----

STEFAN RIEKELES Ikodynamische Kreuzfahrt. Sichtbarkeit und Tarnung in einer Arbeit von Knowbotic Research	241
--	-----

IV. ZEIT UND STRUKTUR

ANNEMIEKE R. VERBOON

Einen alten Baum verpflanzt man nicht.

Die Metapher des Porphyrianischen

Baums im Mittelalter 251

SEBASTIAN GIEßMANN

Graphen können alles.

Visuelle Modellierung und Netzwerktheorie vor 1900 269

JENS GULDEN

Semantik in visuellen Modellen.

Räumliche Regularitäten und körperliche

Erfahrungsmuster als Bedeutungsträger visueller Modelle 285

INGE HINTERWALDNER

Simulationsmodelle.

Zur Verhältnisbestimmung von Modellierung und

Bildgebung in interaktiven Echtzeitsimulationen 301

Bildnachweise 317

Autorinnen und Autoren 319