

GROVE KARL GILBERT

VON

A. PENCK

SONDERABDRUCK
AUS DER ZEITSCHRIFT DER GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN
JAHRGANG 1929, Nr. 7/8

Grove Karl Gilbert.

Von Albrecht Penck.

Wenn Geographie und Geologie bei der Erforschung eines unbekanntes oder wenig bekannten Landes zusammengehen, wird bald die eine, bald die andere Wissenschaft die leitende sein. In den Bergen offenbart sich die Struktur des Landes, die den Geologen fesselt, und diese Struktur weist auch den Geographen, Zusammenhänge in bestimmten Richtungen zu suchen. Ist ihm das Land nicht allenthalben zugänglich, sei es wegen seiner dichten Pflanzenbedeckung, sei es aus

politischen oder ähnlichen Ursachen, so kann er trotzdem zu weitausgreifenden Ergebnissen gelangen, wenn er sich auf reiche geologische Erfahrung stützen kann. Hierin wurzelt die große Bedeutung von Richthofens Forschungen in China, daß er auf geologischer Grundlage geographische Zusammenhänge entschleierte. Anders in Ländern, welche dem unternehmenden Reisenden in allen Richtungen offenstehen, wenn kein Pflanzenkleid ihm die geologische Struktur entzieht. Dann kann er die morphologischen Züge ohne weiteres erkennen, und zwar um so leichter, je weniger seine Beobachtung im Banne anderweitig gewonnener Erfahrungen steht. Der Ferne Westen der Vereinigten Staaten bot nach Unterwerfung der Indianer ein derartiges Forschungsfeld; die Männer, die sich ihm widmeten, hatten den freien Blick für seine Wesenheit. Grove Karl Gilbert ragt vor allem hervor. Er erkannte sofort die großen Unterschiede zwischen den hier herrschenden Strukturen und den im Osten der Vereinigten Staaten auftretenden, er wurde inne, welche bedeutende Rolle die Abtragungsvorgänge für die Oberflächengestaltung spielen. Er sah neben Strukturen Formen, und rückte jene Betrachtungsweise in den Vordergrund, die man in Amerika als physiographisch, in Europa als morphologisch bezeichnet.

Außerordentlich groß ist der Einfluß, den Gilbert in Amerika ausgeübt hat. Dessen werden wir inne angesichts der großen Biographie, welche in den Schriften der National Academy of Sciences deren hervorragendem Mitgliede gewidmet ist. Kein Geringerer als William Morris Davis ist ihr Verfasser, der schon 1918 Gilbert einen Nachruf gewidmet hatte¹⁾. Mit hingebendem Eifer hat er alle nur irgendwie erreichbaren Daten über Gilberts Lebenslauf gesammelt. Dessen Tagebücher, Briefe an Freunde und Verwandte, amtliche Gutachten nutzte er für Darstellung des Lebenslaufes des großen Forschers, alle dessen zahlreiche Arbeiten wertete er im Verein mit den ebenerwähnten Dokumenten aus, um dessen wissenschaftliche Entwicklung zu schildern. Die so entstandene Biographie geht weit über den Umfang derer hinaus, durch welche sonst die National Academy of Sciences die Erinnerung an ihre verstorbenen Mitglieder festhält. Streng systematisch ist die Anordnung des Stoffes. Davis gliedert den Lebenslauf Gilberts in einzelne, scharf geschiedene Epochen und schildert, was letzterer in einer jeden geleistet hat. Das hat natürlich eine gewisse Breite der Darstellung zur Folge, und da die Beschäftigung mit gewissen Problemen: Erosion, Basin Ranges, Große Seen und Niagara sowie Isostasie sich wie ein roter Faden durch Gilberts Tätigkeit zieht, so kommt Davis auf diese Fragen wiederholt zurück. Es ist daher nicht immer ganz leicht, deren Entwicklung bei Gilbert selbst zu verfolgen. Diesem steht Davis gegenüber wie einem Meister, dessen viele starken Seiten er bewundert und für dessen seltene Irrtümer er nicht blind ist. Weniger auf Geologisches Gewicht legend, arbeitet er heraus, bis wohin Gilbert in gewissen morphologischen Fragen gegangen, und wo dann die Arbeit später

¹⁾ William Morris Davis, Biographical Memoir Grove Karl Gilbert 1843—1918. *Memoirs of the National Academy of Sciences*. Vol. XXI. 5. 1927. 303 S. 40. Grove Karl Gilbert. *Am. Journ. of Science* XLVI. 1918. S. 669.

einsetzte. Dreimal erörtert er z. B., warum Gilbert den ihm nicht ungeläufigen Begriff der subsequenten Täler nicht herausgearbeitet hat. So gestaltet sich die Biographie, die der Akademie bereits 1922 vorgelegt wurde, zu einem Stück Geschichte der Morphologie der Erdoberfläche, an der keiner vorübergehen darf, der sich mit dieser Disziplin beschäftigt. Den Fernerstehenden wird dabei allerdings manchmal stören, gelegentlich von einem „bekanntem“ Lehrbuche zu hören, das nicht genannt wird, oder daß Gegner Gilberts nicht genannt werden — es würde ein Gewinn für das Werk sein, wenn es die Verdienste von Gilbert und J. W. Spencer für die Erforschung der Niagaraschlucht gegeneinander abwäge. Auch würde es willkommen geheißen werden, wenn wenigstens einige der Korrespondenten Gilberts genannt worden wären, die die an sie gerichteten Briefe zur Verfügung gestellt haben: Man möchte gern die Personen kennen lernen, denen gegenüber sich Gilbert ausgesprochen hat. Bei dem Mangel eines Index macht sich störend geltend, daß in der Inhaltsübersicht, wahrscheinlich infolge einer späteren Einschaltung, alle Seitenangaben von S. 83 an um 2 zu niedrig sind.

Gilbert ist neuengländischer Abkunft, geboren zu Rochester im Staate New York am 6. Mai 1843. Sein deutscher Vorname deutet nicht auf deutsche verwandtschaftliche Beziehungen; er erhielt ihn nach einem Nachbarn seiner Eltern, einem Deutschen, „einem sehr braven Mann“, wie er mir sagte. Er wuchs in engen Verhältnissen auf; sein Besuch der College-Klassen der heimatlichen Universität war für seine Eltern und ihn mit Opfern verbunden. Hernach war er fünf Jahre lang, 1863 bis 1868, bei einem Naturalienhändler, seinem früheren Lehrer Professor Ward tätig, wobei er sich eine umfassende Kenntnis einzelner Objekte erwarb. Die Aufstellung eines Mastodon im Museum zu Albany brachte ihn in nähere Fühlung mit der Geologie, und 1869 bis 1870 arbeitete er im Maumeetale für die geologische Aufnahme von Ohio. 1871 bis 1874 war er Geologe bei der Wheeler-Expedition zur Erforschung des Gebiets westlich vom 100. Meridian. Hier, im Fernen Westen, in Utah, Nevada und Arizona beginnt sein wissenschaftlicher Aufstieg. Als Autodidakt wenig von Schulmeinungen beeinflusst, sieht er hier die neuen wissenschaftlichen Probleme, und wenn auch sein Bericht keinen gerade abschließenden Charakter trägt, so offenbart er doch eine seltene Weite des Blicks. Er erkannte klar die Eigenart der Basin Ranges und faßte damals schon ins Auge, daß die Abtragung eines Hebungsgebietes mit der Hebung Schritt halten könne.

Ende 1874 ward er, jung vermählt, Mitarbeiter Powells bei dessen Untersuchungen im Fernen Westen. Nunmehr war seine Forschertätigkeit nicht mehr eingeengt in den engen Rahmen einer militärischen Expedition wie unter Wheeler; er konnte frei den Problemen nachgehen, die ihn fesselten. In Powell hatte er einen Vorgesetzten von wahrhaft liberaler Gesinnung. Die damals mit jenem angeknüpften Beziehungen sind maßgebend für sein ganzes späteres Leben geworden. Mannigfaltig waren die Aufgaben, denen er sich widmete. 1875 und 1876 erforschte er die Henry Mountains. 1877 beschäftigte er sich mit Bonitierungen im südlichen Utah,

1878 wirkte er bei einer Triangulierung mit. 1879 trat er dann in den Dienst der neubegründeten Geologischen Aufnahme der Vereinigten Staaten, mit der er für die Dauer seines Lebens verknüpft blieb. Er leitete zunächst bis 1881 die Salt Lake Division und gewann dabei das Material für seine berühmte Arbeit über den Bonneville-See, dann, als Powell nach Clarence King die Leitung vom USA. Geological Survey übernahm, wurde er nach Washington berufen, und sein Arbeitsfeld wurde nunmehr der Osten. Er wandte sich insbesondere den Problemen zu, welche die Großen Seen darbieten. Zugleich fielen ihm auch zahlreiche administrative Aufgaben zu, deren Lasten sich steigerten, als er 1889 zum Chefgeologen ernannt wurde. Dann erfolgte 1892 die große Katastrophe des Survey. Powell, leidend an seinem im Bürgerkriege verletzten, schlecht amputierten Arme, konnte nicht die nötige Bearbeitung der Mitglieder des Kongresses besorgen. Gilbert, als Chefgeologe, lebte viel zu sehr in wissenschaftlichen Aufgaben, als daß er eine solche Aufgabe hätte bewältigen können; der Kongreß kürzte die Dotation des Survey auf die Hälfte. Der Posten eines Chefgeologen wurde gestrichen und nie wieder errichtet. Gilbert blieb in Zukunft einfacher Geologe an der großen Anstalt; den ihm nahegelegten Gedanken, an die Spitze derselben zu treten, lehnte er ab. Seine Stellung ließ ihm von nun an große Bewegungsfreiheit. Nur ein Blatt (Pueblo) des Geologischen Atlas der Vereinigten Staaten hat er aufgenommen. Er konnte Sonderproblemen nachgehen, wie der Erforschung von Coon Butte, des sogenannten Meteor-Krater in Arizona, teilnehmen an der Harriman-Expedition nach Alaska (1899). Wiederholt kehrte er zu dem Problem der Großen Seen zurück sowie 1901 zu dem der Basin Ranges in Utah. 1903 und 1904 verbrachte er in der Sierra Nevada und erhielt dann den Auftrag, Untersuchungen über die durch die Goldwäschereien verursachten Versandungen der kalifornischen Flüsse anzustellen. Er verlegte seinen Wohnsitz nach Berkeley in Kalifornien, wo er durch Jahre im reizvollen Faculty Club wohnte. Im März 1909 traf ihn ein Schlaganfall, von dem er sich langsam erholte, so daß er, erneut im Osten lebend, seine kalifornischen Untersuchungen abschließen konnte. Im Begriff, sich dauernd in Kalifornien niederzulassen, erkrankte er auf der Reise, und starb am 1. Mai 1918 zu Jackson Mich., wo seine Schwester lebte, fünf Tage vor seinem 75. Geburtstag.

Wieviel Gilbert gereist ist — nur 1883 bis 1899, dem Todesjahr seiner Frau, hatte er ein eigenes Heim in Washington —, so ist er doch nur einmal aus Nordamerika herausgekommen. Das war 1888, als er den vierten internationalen Geologenkongreß in London besuchte; im Anschluß daran machte er Reisen in Großbritannien und besuchte Paris. Er war in seinem Wesen und seinem Forschungsgebiet durchaus Amerikaner. Seine Kenntnis des Deutschen, das er wiederholt zu lernen versuchte, war so gering, daß er die deutsche Literatur nicht zu verfolgen vermochte; ähnlich war seine Stellung zum Französischen. Aber wenn er selbst auch die dadurch bewirkte Einseitigkeit seines Wissens beklagte, so hat diese ihn doch nicht gehindert, mächtig in die Entwicklung der neueren Geologie und Geographie einzugreifen.

Die Arbeit, welche Gilberts wissenschaftlichen Ruf begründete,

war seine Monographie der Henry Mountains¹). 1876 war er zu ihnen gekommen, binnen 14 Tagen stellte er ihre Wesenheit fest und erkannte in ihnen Intrusionen an Schichtgrenzen, durch welche das Dach aufgewölbt wurde. In zwei Monaten des nächsten Jahres vollendete er die geologische Aufnahme ihres 2500 qkm messenden Gebiets, wobei er auch die topographische Grundlage gutenteils selbst herstellte. Vier Monate nach seiner Heimkehr war sein Bericht über die Henry Mountains vollendet. Im ersten Teil beschreibt er die einzelnen Lakkolithen, im zweiten untersucht er deren Entstehungsbedingungen, den dritten widmet er der Skulptur des Landes. Das Buch machte größtes Aufsehen. Wenige Jahre, nachdem E d u a r d S u e ß die Passivität des Magma bei der Gebirgsbildung verkündet hatte, wurde gezeigt, daß dasselbe aktiv in die Kruste eingedrungen ist, welche Schichten zur Seite gedrängt, das Hangende aufgebeult hat. Anfänglich setzte es Zweifel. R e y e r meinte in den Lakkolithen Effusivmassen zu erkennen, aber davon kann nach Gilberts Darlegungen nicht die Rede sein, und manches, was Reyer in den Euganeen also deutete, hat sich seither als intrusiv erwiesen. Der Name Lakkolith hat sich rasch eingebürgert; aber nicht immer wird beachtet, daß das Kennzeichen nicht bloß die Aufwölbung des Daches, sondern auch das Vorhandensein einer Sedimentsohle ist. Die großen Konsequenzen, zu denen das Auftreten der Lakkolithen führt, erscheinen noch nicht allgemein gezogen. Gilbert selbst zog sie nicht; er erachtete das Eindringen des Magma in die Kruste als ein rein hydrostatisches Phänomen, während es sich doch um eine Einspritzung infolge eines Auftriebes handelt. Bei einem nächtlichen Spaziergange in Washington 1904 haben wir stundenlang die einschlägigen Fragen erörtert. Gilbert widersprach mir nicht, als ich sagte, daß große vulkanische Eruptionen und die Intrusionen auf zentrifugal gerichtete Kräfte in der Tiefe wiesen, aber ich konnte ihm nicht sagen, woher diese kommen und worin sie bestehen. Einig waren wir in der Ablehnung der Kontraktionstheorie zur Erklärung der Gebirgsbildung und des Vulkanismus. Das Unvermögen, Krusten- und Magmabewegungen zu erklären — 1898 hat Gilbert ausgesprochen, wieviel zu ihrem Verständnis noch fehlt²) —, hat ihn offenbar veranlaßt, den einschlägigen Problemen nicht weiter nachzugehen. Auf dem Londoner Geologenkongreß hat man sich gewundert, daß er kein Interesse mehr für die Lakkolithe bekundete. Aber auch auf andere Fragen, wie die Aufwölbung der Zuflüßberge gegenüber dem Effusivgebirge des Mt. Taylor, die er in seinen ersten Arbeiten gestreift, kam er nicht zurück: wie spekulativ er auch veranlagt war, so entfernte er sich doch nicht von der festen Grundlage des Beobachtens und hantierte nicht mit unbekanntem Größen.

Das teilweise schon früher veröffentlichte³) Kapitel über die Skulptur des Landes bezeichnet Davis ganz ebenso wie früher schon Richthofen⁴) als ein klassisches. Es ist eine systematische Auseinander-

¹) Report on the Geology of the Henry Mountains. U. S. Geogr. and Geological Survey of the Rocky Mountain region, vollendet 1. März 1877. Veröffentlicht 1879. 2. Aufl. 1880.

²) Continental Problems. Bull. Geolog. Soc. America IV, 1893. S. 179—190.

³) The Colorado Plateau region. Am. Journ. of Science. (III) 12. 1876.

⁴) Verhandlungen der Gesellsch. für Erdkunde Berlin. XI. 1884. S. 314.

setzung über die fluviatile Erosion. Zwei große Gesichtspunkte werden entwickelt, nämlich daß innerhalb eines Flußgebiets sich eine gegenseitige Abhängigkeit (interdependence) aller Teile untereinander entwickelt und daß die Erosion zu gleichmäßiger Entfaltung (equal action) in allen Teilen eines Flußlaufes strebt, woraus sich die Regel: Gefälle umgekehrt proportional der Wasserführung, ergibt. Daneben läuft eine Menge feiner Bemerkungen, namentlich fällt auf, wie sehr Gilbert immer das Kraftverhältnis antagonistischer Ursachen beachtet. Er spricht daher ebenso von Stabilität wie von Instabilität der Flüsse und Wasserscheiden. Den Einfluß seiner Erörterungen spürt man deutlich im sechsten Kapitel von Richthofens Führer für Forschungsreisende; sie lieferten ferner die Grundlage für weitere Untersuchungen. Gilbert führte die seinen nur so weit, als sie eine Ausgeglichenheit aller Teile eines Flußgebietes bedingen. Damit ist aber das Endziel der Erosion nicht erreicht; daß dieses in der Einebnung des Landes besteht, wurde dann von Davis und mir gezeigt. Zu den marinen Abtragungsebenen englischer Geologen, den Abrasionsflächen Richthofens, wurden die subaeril entstandenen Rumpfflächen gesellt, die Peneplains von Davis. Ihre Herleitung setzt die Würdigung des Meeresspiegels als letzter Erosionsbasis voraus. Im Binnenlande arbeitend, faßte Gilbert sie nicht ins Auge. Auch würdigte er nicht die einzelnen Umwandlungsstadien des Landes bei der Annäherung an jenes Endziel. Aber Anpassung der Flußläufe an den Gesteinswiderstand, ihre Konsequenz und ihre Antezedenz auf Abdachungen, das alles kommt bei Gilbert zur Sprache, ebenso wie die Beeinflussung der Erosion durch das Klima. Aber im ariden Gebiete arbeitend, kennt er nicht das Gekriech humider Länder. Er sieht überall Wirkungen der Abspülung; hierin bin ich ihm in meiner Morphologie der Erdoberfläche gefolgt. Er spricht nur von Erosion, wie dies in Amerika vielfach heute noch geschieht; mit dem Begriffe Denudation arbeitet er nicht.

Das zweite klassische Werk Gilberts ist seine Monographie¹⁾ des Bonneville-Sees, für die er 1879 bis 1881 als Leiter der Salt Lake Division das Material sammelte. Großzügig packte er auch diese Aufgabe. In erster Linie sah er den Gegensatz der unter der Luft und der unter dem Wasser gebildeten Formen, aber schon als Mitglied der Wheeler-Expedition war er gewahr geworden, daß die Uferlinien des alten Sees nicht mehr horizontal sind. Und dann kam ihm der Gedanke, daß jener See während der Eiszeit existiert haben könne. So waren die Richtlinien der Untersuchung gegeben. Mit peinlicher Genauigkeit wurden die Uferbildungen untersucht, für welche die Großen Seen rezente Beispiele lieferten. Willard D. Johnson lieferte die topographischen Aufnahmen. Die höchsten Uferlinien wurden eingemessen, und wenn manche nur barometrisch bestimmt werden konnten, so rechtfertigt dies doch nicht die Zweifel, die E. D. Suess mir gelegentlich an ihrer Zuverlässigkeit aussprach. Es bestätigte sich, was Gilbert schon von Anfang an bemerkt hatte. Sie

¹⁾ Lake Bonneville. Monographs U. S. Geolog. Survey I 1890. Die Ausführungen Gilberts: Topographie features of lake-shores, Vth Ann. Rep. U. S. Geolog. Survey 1885. S. 75, werden hier wieder abgedruckt.

sind deformiert, und zwar in doppelter Weise, einerseits durch Verwerfungen, andererseits durch eine Aufbiegung in der Mitte des verschwundenen Sees. Gilbert gelang der Nachweis jugendlicher und ganz junger Verwerfungen im Bereiche des Great Salt Lake, für die er Seitenstücke aus jüngster Vergangenheit im Owens Valley kennengelernt hatte. Diese jungen Verwerfungen erschienen den Besuchern des Geologenkongresses 1891 anfänglich nicht glaublich; als aber Gilbert sie am Little Cottonwood Canyon zeigte, verstummten die Zweifel. Dort sah ich sie 1928, bei Provo 1909; sie liegen woanders als man zunächst glaubt, nämlich nicht am Fuße des Wahsatchgebirges, sondern vor demselben, so wie der Bergschrund eines Gletschers nicht immer am Fuße der umrahmenden Felswand verläuft, sondern den an letzterer haftenden Firn von dem mit dem Gletscher wandernden trennt. Sichergestellt ist die Aufwölbung in der alten Seemitte. Sie hat nichts mit den erwähnten Verwerfungen zu tun. Scharf formuliert Gilbert den Gegensatz zwischen orogenetischen und epirogenetischen Bewegungen als verschiedenen Erscheinungen von Krustenbewegungen, dem Diastrophismus Powells. Aber er brachte weder die orogenetischen noch die epirogenetischen mit bestimmten Ursachen in Beziehung, seine Orogenese hat nichts mit Faltung zu tun, wie heute bei manchen Geologen, und er ist sich bewußt, daß die Epirogenese auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden kann. Er läßt durch R. S. Woodward untersuchen, ob die Deformationen der alten Uferlinien mit Geoidänderungen zu tun haben oder bedingt sind durch Erwärmung der Kruste seit der Eiszeit, beide Male ergibt die Rechnung viel zu geringe Beträge. Weiter wirft er die Frage auf, ob die Aufwölbung der Seemitte Folge isostatischer Bewegungen sei. Herrschte immer isostatisches Gleichgewicht innerhalb der Erdkruste, so mußte die Wegnahme der Wasser des Lake Bonneville eine ihrem Gewicht entsprechende Aufquellung des Seebodens zur Folge haben. Mit einer solchen isostatischen Bewegung ist er geneigt, die Deformation der alten Uferlinien in Beziehung zu bringen.

Eher als andere dachte Gilbert also an isostatische Bewegungen. Schon 1886 war ihm klar, daß sich die Kontinente in einem isostatischen Gleichgewicht befänden, aber er hielt die Festigkeit der Erdkruste für groß genug, daß sie die Gebirge trage und hindere, daß die isostatischen Bewegungen voll zur Geltung kämen. Durch die Erörterungen hierüber kam er auf geodätisches Gebiet. Die Ergebnisse der Pendelmessungen überzeugten ihn zunächst, daß auch die großen Ebenen Nordamerikas im isostatischen Gleichgewicht sind, und je mehr durch die Schwermessungen in Nordamerika die Isostasie geradezu zu einem Theorem wurde, desto mehr engten sich bei ihm die starren Gebiete der Erdoberfläche ein, deren Unebenheiten nicht im isostatischen Gleichgewicht sind. Auch dachte er an Bewegungen unter der Kruste, des Geoplasma, wie ich die hier anzunehmenden beweglichen Massen kürzlich nannte¹⁾. Namentlich wurde er gewahr,

¹⁾ Geomorphologische Probleme im Fernen Westen Nordamerikas. Sitzungsber. preuß. Akademie der Wissensch. Berlin 1929. Phys.-math. Kl. S. 187.

wie jene Bewegungen auf die Eisbelastung Laurentias reagierten. Aber er schrieb ihnen keine primäre Bedeutung zu. Sein großes Verdienst ist, von vornherein zwischen Teilen der Erdkruste unterschieden zu haben, die sich im isostatischen Gleichgewichte befinden, und solchen, die es nicht sind und deren Unebenheiten durch die Starrheit der Kruste getragen werden. Hält man an dieser Unterscheidung fest, so gewinnt man eine physikalische Grundlage zwischen großen und kleinen Formen zu unterscheiden.

Von großer Tragweite ist die Gilbert gelungene Parallelisierung des letzten Hochstandes vom Bonneville-See mit der letzten Vergletscherung, deren Moränen am Little Cottonwood Canyon herabreichen bis an dessen Ufer. Die Sache ist eindeutiger, als Gilbert anfänglich glaubte. Zwei Ufermoränen enden an alten Strandlinien, zwischen ihnen streckt sich hier ein breites Schotterfeld, das deltaähnlich nach Westen abbricht. Ein Zungenbecken fehlt allerdings. Mit Recht schloß Gilbert, daß das eiszeitliche Klima ein feuchtes gewesen ist. Brückners Lehre von den Klimaschwankungen nutzt diese Erkenntnis und bringt die eiszeitlichen Klimaschwankungen in Parallele mit den heutigen seiner 35jährigen Periode, die nasse und kalte, sowie warme und trockene Jahre unterscheidet, und diese Parallele wird vervollständigt dadurch, daß es Gilbert gelang, entsprechend der Mehrzahl der eiszeitlichen Vergletscherungen mindestens zwei Hochstände des Bonneville-Sees zu unterscheiden, getrennt durch eine trockene Periode. Aber Gilbert erachtete das eiszeitliche Klima nicht für regenreicher als das heutige, während Brückners kalte Jahre auch regenreich sind. Von einer Pluvialperiode ist bei Gilbert nicht die Rede; er entscheidet sich dafür, daß das eiszeitliche Klima kälter war als das heutige, und weil es kälter war, war es auch feuchter. Zu gleichem Ergebnis kam ich bei einer von anderen Gesichtspunkten ausgehenden Untersuchung¹⁾. Reich ist die Ernte, welche die Erdkunde von Gilberts Arbeiten am Bonneville-See gehabt hat. Aber das Feld ist noch nicht ganz abgeerntet. Gilbert selbst bemerkt, daß er nicht alle seine Beobachtungen dem Werke einverleibt habe. Eine Spezialuntersuchung wird noch vieles fördern können und namentlich Anhaltspunkte für die Dauer der letzten beiden Vergletscherungen gewinnen können, welche bisher vollkommen fehlen, während solche für die relative Dauer der Interglazialzeiten vorhanden sind. Die Sedimente des Bonneville-Sees können ein Maß für die Dauer einer Vergletscherung liefern. Warfenzählungen, die Antevs versuchte, haben keinen Erfolg gehabt. Für eine neuere Untersuchung des Bonneville-Sees fehlen aber weithin die nötigen topographischen Grundlagen, die dem einzelnen ermöglichten, an besonders wichtigen Stellen, wie namentlich an der Westseite, einzusetzen.

Im Osten der Vereinigten Staaten griff Gilbert ein Problem verwandter Art auf, wie es ihm im Westen die Umgebung des Großen Salz-Sees geboten hatte, nämlich das entsprechende, das die Großen Seen bieten. Daß auch sie Hochstände gehabt haben, hatte er bereits

¹⁾ Die Ursachen der Eiszeit. Sitzungsber. preuß. Akademie der Wissensch. phys. math. Kl. 1928. S. 76.

bei seiner Untersuchung des Maumeetales gefunden, und dachte er damals daran, daß sie durch eine höhere Lage des Landes im Norden bedingt worden seien, so verwies ihn schon Newberry auf die Möglichkeit, daß sie durch das rückziehende Eis gespannt gewesen seien. Das hat sich als zutreffend erwiesen; zwischen den äußersten Jung-Endmoränen und dem zurückweichenden Eise erstreckten sich Seen, die Davis als proglazial bezeichnet, die ich aber lieber periglazial nennen möchte. Sie entwässerten anfänglich quer durch die Endmoränen, größtenteil nach Süden zum Mississippi und Ohio, später durch das Mohawktal zum Hudson; dann erst kam der Niagara zur Entwicklung und noch später der St. Lorenzstrom. In genialer Weise verknüpfte Gilbert Uferlinien dieser Seen mit Abflußrinnen und gewann für die Geschichte des Niagara aus dem Wechsel von Engen und Weitungen seiner Schlucht unterhalb seiner Fälle eine Menge neuer Seiten ab. Darüber hat er mehrere Arbeiten veröffentlicht¹⁾.

Im August 1897 hatte ich das Glück, mit Gilbert in diesem seinen Arbeitsgebiete Exkursionen machen zu können. Wir besuchten die Fingerseen in der Gegend von Ithaca, den Niagarafall samt der Schlucht und gingen dann am Nordufer des Ontario-Sees von Hamilton in der Richtung nach Toronto. Es waren genußreiche Tage, die mich mit Gilberts Methode der Beobachtung bekannt machten. Die Gegend hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der des Bodensees: der Ontario entspricht dem Obersee, die Fingerseen dem Unter- und Überlinger See, sowie anderen, erloschenen Seen im Norden. Letztere waren typische periglaziale, die miteinander durch Querrinnen genau ebenso verbunden waren, wie sie mir Gilbert an den Fingerseen zeigte. Hier sind aber die Wirkungen der glazialen Erosion viel deutlicher als an ihren Seitenstücken im Bodenseegebiet. In Schluchten eilen ihre Zuflüsse zu ihnen herab. Watkins Glen gleicht einer alpinen Klamm. Gilbert brachte dies mit der glazialen Vertiefung des Senecasees in Verbindung, wir würden heute sagen, mit dessen Übertiefung, welcher Begriff damals bei mir erwuchs. Erinnernten die Exkursionen um Ithaca vielfach an mir geläufige Verhältnisse, so bot die Strecke von Hamilton gegen Toronto etwas ganz Neues. Wir gingen auf der alten Irroquois-Uferlinie des Ontario, sahen diese bald eingeschnitten in den Fels, bald aufgeschüttet, und während wir auf ihr entlangwanderten, nahmen wir wahr, wie sie allmählich nach Osten zu ansteigt. Das mahnt wiederum an skandinavische Verhältnisse, wo auch die Uferlinien der alten periglazialen Gewässer deformiert sind. Aber während näheres im Norden Europas nur mühsam festzustellen ist — die marine Grenze ist nicht immer leicht zu finden —, liegt an der Irroquois-Strandlinie alles handgreiflich klar. Es wird einmal eine lohnende Aufgabe sein, die Geschichte der Ostsee mit der der Großen Seen zu vergleichen, man wird eine Menge von Analogien finden, sobald man sich von der Vorstellung frei macht, als ob Yoldia-, Ancylus- und Litorina-See verschiedene Hohlformen eingenommen hätten, und erkennt, daß sie lediglich verschiedene aufeinanderfolgende Wasser-

¹⁾ Niagara Falls and their history. Nat. Geogr. Monographs. 1895. S. 209—236.
Rate of recession of Niagara Falls. Bull. U. S. Geolog. Survey. 306. 1907.

füllungen ein und desselben Hohlraumes darstellen. Drastisch zeigte mir Gilbert die Kippung des Ontariosees; die Südufer sind ertrunken, während die Nordufer von Terrassen begleitet werden. Die damals durch Ed. Sueß verpönten „säkularen Hebungen“ besitzen volle Realität; davon überzeugte ich mich. Und eine Menge von Einzelheiten lernte ich kennen: fossile Nehrungen mit ihrer Struktur, rezente Uferbildungen, kleine Antiklinalen des Anstehenden, die sich auf der Terrasse aufwölben und die Gilbert auf eine Ausdehnung des Gesteins in postglazialen Zeiten zurückführte. Die große Schärfe seiner Beobachtungen, der Scharfsinn seiner Erklärungen haben damals auf mich einen tiefen Eindruck gemacht. Wir wurden Freunde. Er verglich mich mit einem Stecher an der Büchse und nannte mich einen Hair-trigger.

In zahlreichen, manchmal sehr kurzen Veröffentlichungen, zuletzt 1908, ist Gilbert auf die Geschichte der Großen Seen und des Niagara zurückgekommen. Diese ist von Frank Leverett und F. B. Taylor¹⁾ geschrieben worden, man darf wohl sagen, vielfach von ihm inspiriert. Über die Entstehung der Großen Seen hat er sich nicht näher ausgelassen. Daß glaziale Wirkungen dabei in Frage kamen, unterlag ihm keinem Zweifel; die Spuren glazialer Erosion verfolgte er im westlichen New York, und als er teilnahm an der Harriman-Expedition nach Alaska, führte er²⁾ die dortigen Fjorde in ganz ähnlicher Weise auf glaziale Übertiefung zurück, wie ich die Tiefe der Alpentäler.

Eng verknüpft bleibt Gilbert mit den Basin Ranges, die er bei der Wheeler-Expedition kennengelernt hatte. Damals wurde er sofort gewahr, daß sie etwas Eigenartiges darstellen, nämlich Ketten, die sich nicht auf die Faltung der sie zusammensetzenden Schichten zurückführen, sondern in ihrem Verlaufe durch jüngere Krustenbewegungen, durch Verwerfungen, bestimmt sind. In eingehender Weise untersucht Davis, ob Gilbert zwischen der Schichtfaltung und späteren Verwerfung eine Periode gänzlicher Abtragung annimmt; hierüber hat sich Gilbert nicht mit voller Klarheit ausgesprochen, und mir scheint, als ob ihn ein anderes Problem mehr beschäftigt hätte. Die Verwerfungen an den Flanken der Ketten hatte er lediglich aus deren Verlauf erschlossen, nicht direkt beobachtet. Es handelte sich nun darum, ob es sich um normale Verwerfungen handelt, die verbunden sind mit einem Auseinanderrücken der Schollen, oder Schübe, die Zusammenpressung anzeigen. Als mir Gilbert gelegentlich der Versammlung der American Association for the Advancement of Science zu Detroit 1897 seine Ansichten über den Gebirgsbau des Fernen Westens auseinandersetzte, sprach er sich mit aller Entschiedenheit dafür aus, daß normale Verwerfungen vorlägen, und daß die Struktur der Basin Ranges ganz anders sei als die der (südlichen) Rocky Mountains, an deren Rändern die mesozoischen Schichten lediglich aufgebogen seien (daß in den nördlichen

¹⁾ The Pleistocene of Indiana and Michigan and the history of the Great Lakes. Monogr. U. S. Geological Survey. LIII. 1915.

²⁾ The Harriman Alaska Expedition. Alaska vol. III. Glaciers and Glaciation. 1904.

Rockies wirkliche Überschiebungen vorkommen, zeigte mir damals G. Dawson) als die der Sierra Nevada. Seine hinterlassene Arbeit über die Basin Ranges¹⁾ bringt nun den Nachweis ausgedehnter, ziemlich flacher normaler Verwerfungen am Westsaume der Wahsatch-Kette, welche ein ansehnliches Auseinanderrücken der Schollen erweisen. In seiner unvollendeten Arbeit hat Gilbert keine Schlußfolgerungen hieraus gezogen; aber seither hat J. R. Russell im Nordwesten des Großen Beckens ganz ähnliche Verwerfungen beschrieben, so daß es nunmehr den Anschein gewinnt, als ob das Große Becken ein Zerrungsgebiet der Erdoberfläche sei und dadurch in entschiedenem Gegensatz zu den Pressungsgebieten trete, die bisher in gewisser Ausschließlichkeit den Gegenstand der Untersuchungen gebildet haben. Allerdings bleiben noch zahlreiche offene Fragen, auf die ich kürzlich hingewiesen habe, nämlich, ob die Zerrungen in den Ketten wettgemacht werden durch Pressungen in der Tiefe der dazwischen gelegenen Bolsone, oder ob erst in weiterer Umgebung. Sicher ist das eine, daß Gilbert die Eigenart des Großen Beckens schon vor Jahrzehnten richtig erkannt hat, und ich kann nur mit Davis beklagen, daß ihm nicht vergönnt war, seine Untersuchungen zu Ende zu führen. Erfreulich aber ist, daß gerade hier neuere Forschungen eingesetzt haben, die allerdings mit dem Mangel geeigneter topographischer Grundlagen zu kämpfen haben.

Entlastet von den zahlreichen, größtenteils administrativen Aufgaben eines Chef-Geologen hat sich Gilbert im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts dem wissenschaftlichen Leben der Vereinigten Staaten mit großer Hingabe gewidmet, und es ist keine größere wissenschaftliche Gesellschaft Washingtons, in der er nicht eine Rolle gespielt hätte. Seine Präsidenten-Ansprachen haben durch ihre methodischen Erörterungen in Amerika tiefen Eindruck gemacht und ganz wesentlich zu einer Vertiefung der Betrachtung geführt. Gilbert achtet nicht die Beschreibung der Erscheinungen, sondern deren Erklärung als die eigentliche Aufgabe der Wissenschaft. Die Erklärung soll aber ausgehen von der Beobachtung der Dinge, und der Beobachter muß sich im klaren darüber sein, was er gesehen und was er erschlossen hat. Dann setzt die Denktätigkeit ein; es beginnt ein Raten, das zur Aufstellung von Arbeitshypothesen führt. Deren Prüfung erheischt die Ausdehnung der Beobachtungen in bestimmten Richtungen, und der Forscher muß dabei ebenso der Tatsachen gewahr werden, die gegen eine bestimmte Arbeitshypothese sprechen, wie derjenigen, die sie stützen, während der Theoretiker nur das ins Auge faßt, was seiner Theorie entspricht. Durch fortwährendes Prüfen von Hypothesen durch Beobachtungen wird schließlich die Erklärung gefunden, welche mit allen Beobachtungen bestens harmoniert, und diese Erklärung wird so lange aufrecht erhalten, bis neue Tatsachen bekannt werden, die ihr widersprechen. Scharfes Beobachten und scharfes Denken kennzeichnet Gilberts Methode. Der große Forscher ist nach ihm der Mann, welcher reich an Hypothesen ist. Bei einem solchen Reichtum kann ohne Bedauern die eine oder

¹⁾ Studies of basin-range structure. Profess. Papers U. S. Geol. Survey 153. 1928.

andere fallengelassen werden. Der Mann, der nur eine Hypothese hat, ist blind für andere. Solche methodischen Auseinandersetzungen pflegte er durch Beispiele zu belegen.

Nachdem er bereits 1884 über die Einschärfung wissenschaftlicher Methode durch das Beispiel (Dislokationen der Uferlinien des Bonneville-Sees) gesprochen, erörterte er 1895 den Ursprung von Hypothesen als Präsident der Geologischen Gesellschaft von Washington durch eine Betrachtung der Coon Butte, einer maarähnlichen Vertiefung in Arizona, die im Bereiche der Meteoriten vom Cañon Diablo gelegen ist. Er faßte die Idee, daß sie der Einschlagtrichter eines riesigen Meteoriten sei¹⁾ und machte zahlreiche Experimente, um die Einschlagsformen eines Meteoriten zu studieren; er schoß mit Tonkügelchen gegen weichen Ton und erhielt dabei Formen ähnlich von Coon Butte und den Mondkratern, die er geneigt war, auf das Einschlagen von Mönchen in die Mondoberfläche zu erklären²⁾. Aber als er hinging, den Riesenmeteoriten in Arizona zu suchen, konnte er ihn durch magnetische Beobachtungen nicht nachweisen. Auch ist der um das Loch herum aufgeworfene Trümmerwall volumgleich dem Loche selbst — würde letzteres durch das Einschlagen eines Riesenmeteoriten gebildet sein, der am Boden des Loches vergraben liegt, meinte Gilbert —, müßte das Loch um dessen Volumen kleiner sein, als der aufgeworfene Rand. Er entscheidet sich daher für die Annahme eines Explosionsmaares. Seither hat der Krieg uns mit den Granatrichtern bekannt gemacht. Oft recht ansehnliche Vertiefungen, geschaffen durch die Explosion eines Geschosses, das dabei selbst in Trümmern ging und nur teilweise am Boden des Trichters noch vorhanden ist. Ein Meteorit aber von nicht regelmäßig kugelförmiger Gestalt, sondern mit der bekannten grubchenreichen Oberfläche muß wie ein Dumdumgeschöß wirken. Vermöge der in die Grübchen seiner Oberfläche zusammengepreßten Luft kann er einen Sprengtrichter schaffen, weit größer als er selbst und dabei in Stücke gehen, die ganz oder teilweise über die Umgebung gestreut werden. Hier wurden in der Tat etwa zehn Tonnen Meteoreisen gefunden, entsprechend einem Volumen von mehr als 1,5 cbm. Eine nur wenig größere Masse, mit ungeheurer Geschwindigkeit einschlagend, könnte Coon Butte geschaffen haben, die daher ihre Bezeichnung: Meteorkrater mit Recht tragen würde. Diese Idee drängte sich mir 1928 beim Besuche von Coon Butte angesichts der Tatsache auf, daß der Trümmerwall ausschließlich aus Bruchstücken des Kaibabkalksteins und Coconinosandsteins gebildet wird und nicht solche der in wenigen hundert Metern Tiefe zu gewärtigenden roten Supaischichten enthält. Die Explosion hat daher in sehr geringer Tiefe stattgefunden, was nicht für ein Explosionsmaar spricht. Daß bergbauliche Unternehmungen den Meteoriten nicht nachweisen konnten, kann nach dem Dargelegten nicht überraschen. Sie führten zur Erkenntnis, daß der ziemlich ebene Kraterboden durch Aufschüttungen entstanden ist und nicht die

¹⁾ Presidential address by Grove Karl Gilbert 1895. The Geological Society of Washington 1896.

²⁾ The moons face. A study of the origin of its features. Bull. Philos. Soc. Washington, XII, 1893. S. 241.

Gestalt des Meteoriten spiegelt. So führt die Erweiterung unserer Erfahrungen zu Erwägungen, die Gilbert noch nicht anstellen konnte.

Wie fruchtbar sich die Methode der multiplen Arbeitshypothesen in der Morphologie der Erdoberfläche bisher erwiesen hat, so kann sie zu einem Hemmnis der Forschung werden, wenn sie zu weit getrieben wird. Wenn Gilbert in einem seiner Vorträge über die Fälle des Niagara 17 verschiedene Faktoren aufzählt, die für das Alter der Fälle in Betracht zu ziehen sind, so stellt er damit eine Gleichung mit 17 Unbekannten auf, deren Lösung sich mindestens zu einer recht langwierigen Sache gestaltet, wenn sie überhaupt lösbar ist. Hier heißt es, die Lösung zunächst versuchen, indem man die wesentlichen Faktoren in Rechnung setzt und sehen, wie das Ergebnis mit anderweitig erzielten stimmt. Ist dies der Fall, so kann man sich mit einer solchen vorläufigen Lösung begnügen, bis Neues bekannt wird. Es kommt bei Anwendung der Methode der multiplen Hypothesen eben ganz wesentlich darauf an, das Wesentliche zu erfassen. Der richtige und sichere Blick Gilberts für das Wesentliche ist ebenso bewundernswert an ihm, wie seine fein durchgebildete Methode, die ihm Halt dort gebot, wo er auf rein hypothetisches Gebiet gekommen wäre. Darin besteht sein großer Einfluß auf die Entwicklung der Geomorphologie, daß er eine Anzahl großer Probleme methodisch erfolgreich aufgriff. An die Aufstellung eines morphologischen Systems ist er nicht herangegangen, das tat nach ihm W. M. D a v i s. Gilbert war mehr Forscher als Lehrer, und wirkte mehr durch sein Beispiel, als durch sein Lehrgebäude. Diese seine Wirkung wurde wesentlich gesteigert durch den Einfluß seiner Persönlichkeit. Er war seinem Wesen nach milde, nicht der Verkünder eines neuen Evangeliums, sondern einer jener Gelehrten, die sich andern gegenüber mehr rezeptiv als impulsiv verhalten. Er war ein aufmerksamer Zuhörer, welcher nach sichtlichem Überlegen zutreffende kritische Bemerkungen machte, und zwar in einer Form, die der Liebenswürdigkeit seines Wesens entsprach. Letztere äußerte sich nicht bloß im Verkehr mit Kollegen, sondern jedermann gegenüber. Es hat einen tiefen Eindruck auf mich gemacht, als wir im Bereiche der Fingerseen eine mehrtägige Wagenfahrt miteinander machten, und er sich dem Kutscher des gemieteten Buggy vorstellte und dann mich vorstellte. Und dieser Kutscher konnte weder lesen noch schreiben, machte unter die Quittung des erhaltenen Fahrgeldes drei Kreuze, und ich bestätigte, daß sie von Herrn Smith herrührten.

Die Übersiedlung nach Kalifornien bedeutete in weitem Umfang ein Ausscheiden Gilberts aus den wissenschaftlichen Kreisen Washingtons und ein Sich-Zurückziehen auf einen engeren Freundeskreis. Mit einem solchen besuchte er mehrfach die Sierra Nevada, und es fiel mir 1904 sehr schwer, seiner Einladung, mit ihm dort zu reisen, nicht Folge leisten zu können. Erst 1928 konnte ich das Gebirge eilig queren, wo er „in Yosemite seinen Keller, sein Wohnzimmer auf Tuolomne Meadows, seine Dachstube auf dem Monopasse und seine Treppe auf der Tiogastraße hatte“. 1909 traf ich mit ihm in Berkeley zusammen; er zeigte mir damals weniger von seinen im Zuge befindlichen Experimenten über den Gesteintransport durch

rinnendes Wasser¹⁾, als die Erdbebenlinie von St. Andreas. Vom Tamalpaisberge stiegen wir herab zum Tomalestale; er zeigte mir die verworfene Straße bei Port Reyes, die verworfenen Zäune und vor allem die in ihrer Art einzig stehenden Oberflächenformen des „Rift“-tales in der Gegend von Olema, von denen eine Reihe photographischer Aufnahmen Gilberts in dem großen Bericht über das S. Francisco-Erdbeben der staatlichen Untersuchungskommission veröffentlicht worden ist. Gilbert wird als ein Hauptmitarbeiter dieses Werkes genannt²⁾. 1927 habe ich dann das Rifttal unter der Führung von Eliot Blackwelder südlich von S. Francisco, und durch Woodford bei S. Bernardino, 1928 mit J. R. Russell bei Los Angeles kennen gelernt. Zuerst durch Gilbert bin ich mit diesem eigenartigen Zuge im Antlitz der Erde bekannt geworden, dessen Wesenheit uns damals aber noch nicht klar wurde, da die geodätischen Aufnahmen noch nicht gezeigt hatten, daß sich die Bewegungen der Erdkruste beim Erdbeben nur auf eine schmale Zone beschränkten und ein Rückschnellen bedeuten. Abends genoß ich, was Freunde Gilberts des öfteren erlebten: er las eine Humoreske vor. Tags darauf stand er am Pier, als ich mit meinem Sohne auf der „Mongolia“ die Fahrt nach Hawaii antrat; einen Monat darauf traf ihn der Schlaganfall, dessen Folgen er jahrelang spürte. Lange Zeit hörte ich nichts direkt von ihm, dann kamen wieder Grüße, diese blieben erst aus, als die Vereinigten Staaten in den Weltkrieg eintraten.

Groß ist das, was Gilbert für die Erforschung Nordamerikas getan hat, groß ist die methodische Bereicherung der Wissenschaft, die von ihm ausging. Physikalische Geologie und physikalische Geographie sind von ihm in gleicher Weise gefördert worden. Er brachte das aktualistische Prinzip in der Morphologie der Erdoberfläche zur Geltung, was ihn nicht hinderte, gelegentlich eine rhythmische Gleichmäßigkeit in den Ergebnissen wahrzunehmen. Weithin über die Grenzen seiner großen Heimat macht sich sein Einfluß geltend. Außerhalb Amerikas wurde seine Bedeutung zuerst in Deutschland anerkannt. 1886 wurde er zum korrespondierenden Mitgliede der Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig, 1898 (gleichzeitig mit W. M. Davis) zum Ehrenmitglied der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin ernannt, beide Male sichtlich auf Veranlassung v. Richtofens. So sei denn seiner, dessen Tod in den Wirren des Krieges bei uns nicht bekannt wurde, hier in besonderer Weise gedacht; verkörperte er doch durch sein Wirken das, was er vortrug: die Einschärfung der wissenschaftlichen Methode durch das Beispiel. Er gab und gibt heute noch das leuchtende Beispiel für eine in das Wesen eindringende geomorphologische Forschung, die nicht bei der Beschreibung haltmacht, sondern erfolgreich zur Erklärung vordringt.

¹⁾ The transportation of débris by running water. Prof. Paper 86. U. S. Geol. Survey 1914. Hydraulic-mining débris in the Sierra Nevada. Prof. Paper 105, 1917.

²⁾ The California Earthquake of April 18 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission. By Andrew C. Lawson, in collaboration of G. K. Gilbert u. a. Published by the Carnegie Institution of Washington. 1908.