

[9] Zeitmessung und Datierungsmethoden

[Sonderdruck aus: *Wissenschaftsphilosophie der Historischen Geologie*, 2019 [2014], Kap. 9]

Paul Natterer

2019 [2014]

9.1 Radioisotopische Altersbestimmungen

9.1.1 Physikalische Eckdaten und Voraussetzungen

Das Alter der Erde wurde um 1900 auf 100–300 Mio Jahre geschätzt, um 1920 auf 1 Mrd. Jahre und dann bis 1960 je Jahrzehnt wieder 1 Mrd. Jahre mehr bis zu den derzeitigen 5 Mrd. Jahren (Blöss 2000, 140; vgl. Elicki / Breitkreuz 2016, 5—14)). Diese Schätzungen stützen sich v.a. auf radioisotopische Altersbestimmungen mittels Umrechnung gemessener Mengen radioaktiver Zerfallsprodukte, die „wichtigste Quellen für die absolute geologische Zeitskala“ sind (Stanley 1994, 111).

Isotopen sind Elemente mit der gleichen Anzahl Protonen, aber unterschiedlichen Anzahlen Neutronen. Die meisten Elemente sind keine Reinelemente, sondern Mischelemente aus zwei bis über ein Dutzend verschiedener Isotopen, die überall auf der Erde fast immer im gleichen Verhältnis vorkommen. Bei großen, schweren Atomen ist die Zahl der Neutronen sehr viel größer als die Zahl der Protonen, was sie instabil macht und zu radioaktivem Zerfall führen kann. Dabei existieren Dutzende verschiedener Zerfallsvarianten. Die bekanntesten und wichtigsten sind der (i) Alpha-Zerfall, wobei α -Teilchen emittiert werden (2 Protonen und 2 Neutronen = Heliumkerne), (ii) β -Zerfall, wobei Neutronen zu Protonen werden und ein Elektron emittiert wird, (iii) Gamma-Strahlung, wenn Atomkerne aus einem angeregten in

einen niedrigeren Energiezustand zurückkehren, wobei elektromagnetische Strahlung ausgesandt wird, deren Stärke über der Röntgenstrahlung liegt, (iv) die spontane Kernspaltung, wobei ein Atomkern in zwei oder mehr Tochterkerne zerfällt und zwei bis drei Neutronen frei werden. Jedes radioaktive Element zerfällt nun mit einer eigenen, nahezu konstanten Rate: "Ist diese Zerfallsrate erst einmal bekannt, können die Geologen auch die Zeitspanne ermitteln, über die der Zerfall in einem natürlich vorkommenden System stattgefunden hat. Dies geschieht durch Messung des im Gestein verbliebenen Anteils sowohl des Mutter- wie des Tochterisotops oder des beim Zerfall entstandenen neuen Elements." (Stanley 1994, 111–112).

Wissenschaftstheoretisch sind dies allerdings lediglich relative Indikatoren. Ad hoc Annahmen und Voraussetzungen dieser Methode sind: Konstanz (1) der Substanzenverteilung, (2) der Bildungsraten, (3) der Änderungsraten, (4) der Kausalrelationen, (5) der Randbedingungen (Blöss 2000, 146–149; vgl. Whitcomb/Morris 1977, 385–386). Und hier gibt es massive Belege, dass genau diese Konstanz nicht vorausgesetzt werden dürfen. Besonders klar und eindeutig ist das bei der Radiokarbon- oder C14-Methode für die jüngste Erdgeschichte des Quartär (siehe in Folge).

Aber im Prinzip ist das bei den anderen radiometrischen Methoden großer Reichweite nicht anders: „Trotz sorgfältigster Durchführung der an sich schon sehr aufwendigen und anspruchsvollen Messungen muß allerdings festgestellt werden, daß nur wenige Analysen wirklich konsistente Ergebnisse ergeben, wenn alle in Frage kommenden Zerfallsreihen berücksichtigt werden [J. Gilluly / A. C. Waters / A. O. Woodford: *Principles of Geology*, San Francisco 1975, 82]. Große Unterschiede im Verhalten bei Phasenübergängen (Schmelzen, Lösen) und gegenüber chemischen Reaktionspartnern sorgen bei den einzelnen Isotopen über den in Frage stehenden Zeitraum in der Größenordnung mehrerer Milliarden Jahre offenbar für drastische Verschiebungen in den Konzentrationsverhältnissen.“ (Blöss, Ch./Niemitz, H.-U.: *C14-Crash. Das Ende der Illusion, mit Radiocarbonmethode und Dendrochronologie datieren zu können*, Gräfelfing ²2000, 43) Auch die Historische Geologie sagt, es werde

„auf die mögliche Fehlerquelle hingewiesen, die dadurch entsteht, daß nur die zum Zeitpunkt der Messung in einem Gestein vorhandenen Mutter- und Tochteratome ermittelt werden können. Wenn wir einen Alterswert selbst mit einer Plus- oder Minus-Angabe akzeptieren, dann setzen wir stets voraus, daß das gemessene Gestein ein geschlossenes System geblieben ist. das heißt, daß es Mutter- oder Tochteratome weder verloren noch aus anderen Quellen aufgenommen hat. Leider trifft dies nicht immer zu. Gesteine können in Wirklichkeit sowohl Atome aufnehmen als auch abgeben, obgleich häufiger der Verlust ein Problem darstellt, weniger die Aufnahme. Dies gilt speziell für die Kalium-Argon-Zerfallsreihe, deren Tochter-

element ... häufig aus dem Gestein herausdiffundiert und dadurch zur Unterbewertung der Zerfallsmenge und folglich zur Unterbewertung des Gesteinsalters führt.

Selbst feste Mutter- oder Tochterelemente, die anderen Zerfallsreihen angehören, können durch zirkulierende Wässer aus den Gesteinen herausgelöst werden, was ebenfalls zu falschen Alterswerten führt. Diese Fehlermöglichkeiten, die selbst bei einer sehr sorgfältig durchgeführten radiometrischen Analyse vorkommen können, addieren sich gelegentlich zu beträchtlichen Gesamtfehlern, besonders dann, wenn es sich um Altersbestimmungen an sehr alten Gesteinen handelt. Wie zutreffend dies ist, läßt sich anhand älterer Datierungen für Beginn und Ende des Silurs erläutern. Bei Berechnungen allein im Zeitraum zwischen 1959 und 1968 wurde die Dauer des Silurs halbiert, dann verdoppelt und danach wieder halbiert. Es erscheint heute als gesichert, daß das Silur vor 440 bis 430 Millionen Jahren einsetzte und vor 410 bis 400 Millionen Jahren endete. Die genauen Werte bleiben nach wie vor unsicher.“ Und ebd. 288: „Wie wir ... sahen, verändert die Metamorphose sehr oft den Charakter der vorhandenen Gesteine bis zur Unkenntlichkeit und stellt hierbei auch die radiometrischen Uhren neu, so daß das ursprüngliche Alter der Kruste sich nicht mehr feststellen läßt.“ (Stanley 1994, 117)

Namentlich ist auch die Qualität und Quantität der heutigen radioaktiven Isotope der Atome nicht generell extrapolierbar. Granit enthält U 238 und U 235 (Halbwertszeit 4,5 Mrd. Jahre), welche unter neunmaliger Strahlung (in Kugelform, als charakteristischer Halo im cm-Bereich wie eine Zwiebel-schale) zu 9 Isotopen zerfallen. Letzte Spaltprodukte sind Pol 218 (Halbwertszeit 3,10 min), Pol 219 (Halbwertszeit 165 μ s) und Pol 210 (Halbwertszeit 138,4 Tage). Diese drei Isotopen können heute nicht allein existieren, nur als Spaltprodukte von Uran. Sie finden sich aber nicht nur als Spaltprodukte, d.h. als Tochterprodukte des ursprünglichen Urans in schnell gehärtetem Gestein eingeschlossen, sondern auch alleine, zu zweit oder zu dritt im Granit, was heute physikalisch nicht möglich ist. Es handelt sich um eine uns heute unbekannt natürliche Radioaktivität. Eventuell kann die kinetische Energie eines Kometen nukleare Spaltung und Kettenreaktionen dieser Art durch thermische oder schnelle Neutronen verursachen. Jedenfalls sind ganz andere physikalische Verhältnisse anzusetzen, so dass eine Datierung unmöglich ist (Garner 2011, 100–104; Zillmer 2011, 88–95; vgl. Stephan 2010, 259).

In dieselbe Richtung geht das Vorkommen von natürlichem radioaktivem Plutonium im Gestein (Afrika: Gabun). Auch dies ist heute physikalisch nicht möglich und nur durch einen „natürlichen“ Atomreaktor zu erklären, der Drücke von 10.000 m Tiefe plus Kühlmittel zur Voraussetzung hätte (Zillmer 2011, 94–95).

Ferner scheint es mehrere Perioden stark beschleunigten radioaktiven Zerfalls gegeben zu haben (Institute for Creation Research: *Radioisotopes*

and the Age of the Earth: RATE; Stephan 2010, 258–259). Ein Hinweis ist der hohe Gehalt von ^4He aus radioaktivem Zerfall in der Erdkruste, obwohl das Element nach inzwischen Millionen Jahren eigentlich in die Atmosphäre entwichen sein müsste. Ein besonders deutliches Beispiel für genuin oder scheinbar beschleunigten Zerfall ist 200 Jahre alte Lava auf Hawaii, für die radiometrische Messungen wohl mehrere Millionen Jahre ergeben haben.

Bereits Whitcomb/Morris (1977, 348) machen dazu einige auch heute noch lesenswerte Anmerkungen: „Obwohl die radioaktiven Messungen zur geologischen Altersbestimmung ca. fünfzig Jahre lang weithin akzeptiert wurden und die Ursache dafür waren, daß ein in Milliarden von Jahren gemessenes Alter der Erde angenommen wurde, so gibt man heute allgemein zu, daß der größte Teil der vor 1950 durchgeführten Arbeiten vor allem wegen mangelhafter Messungen oder unzulänglicher Interpretationen von Messungen ziemlich irreführend waren. Dr. L. T. Aldrich, der hauptsächlich auf diesem Gebiet arbeitete, sagte: „gab es gewöhnlich ernsthafte Fehler in der Analyse“. Whitcomb/Morris (1977, 349–350) zitieren auch die Vorbehalte des Atompioniers Otto Hahn: Wenn bei Verwitterung Blei extrahiert wird, ergibt sich ein zu geringes Alter; wenn Uran extrahiert wird (durch säurehaltiges Wasser), ein zu großes Alter. Die Uran-Blei-Methoden kämpfen damit, dass Proben durch älteres radiogenes Blei aus der Erdkruste verunreinigt sind, denn 40 % des Bleis aus Eruptivgesteinen ist auswaschbar. Experten sehen „Hinweise auf eine weitreichende Vermengung“, was gegen „gleichsam eingefrorene Anteile von Blei und Uran [spricht ...], die Mrd. von Jahren existieren“ und absolute hohe Erdalter anzeigen (ebd. 352–353).

Sie weisen auch auf das Fakt hin, dass für die geologische Zeitmessung oder Skala nur extrem wenige Messdaten zur Verfügung stehen (1957 nur drei Absolutdaten), da alle anderen aberhunderten Messungen ausgeschlossen wurden – weil anomale Messergebnisse vorlagen oder die Ergebnisse gegen die paläontologische Datierung standen. Fast alle Messungen erfolgen darüber hinaus an eruptivem oder hydrothermal eingefügtem Material oder sekundär transportiertem Material, das keine stratigraphische Fixierung erlaubt (1977, 376–380)

Der Zerfall ist außerdem durch extrem hohe Energie beeinflussbar wie durch die hochenergetische Umgebung der höheren Erdatmosphäre, oder ev. in einem katastrophischen Szenario an der Erdoberfläche. Kosmische Strahlung besteht aus Atomkernen (v.a. H und He) mit ungeheurer Energie (109 bis 1018 eV), die beim Auftreffen auf die Lufthülle zertrümmert werden, wobei die Trümmer als hochenergetische Strahlungsteilchen ein außeror-

dentliches Durchdringungsvermögen bis 100e Meter unter die Erde zeigen (Die Erdatmosphäre hat die isolierende Wirkung von 10 Meter Wasser oder 1 Meter Blei) (ebd. 362–368). Die Flutgeologen Whitcomb/Morris sehen ein solches katastrophisches Szenario mit wahrscheinlich höheren Zerfallsgeschwindigkeiten am Anfang und Ende der Flut. Dazu eine Vermischung radiogener und nichtradiogener Isotopen während der Flut *plus* die Wirkung, dass oberflächennahe radioaktive Minerale einen größeren Grad an Vermischung durch Verwässerung haben *plus* ein jüngeres Messalter der oberen Schichten vorliegt durch Entgasung der gasförmigen Komponenten (Argon, Radon, Helium) (380–381): „Wir schließen daher, daß eine Zeitmessung, die sich auf den radioaktiven Zerfall stützt, in sich völlig ohne Beweiskraft ist.“ (367) Außerdem ist ihr bekannter Standpunkt: Eine funktionierende Schöpfung ist eine erwachsene Schöpfung mit einem scheinaren Alter *inkl.* radioaktiver Elemente und Tochterelemente der Zerfallsreihe (358–360).

9.1.2 Kontroverse Daten und Diskussionen

Nichtradiometrische Altersbestimmungsmethoden aus Geologie, Paläontologie und Geophysik ergeben fast stets niedrigere Altersangaben als radiometrische Altersbestimmungen. Dabei handelt es sich offensichtlich nicht um eine Streuung von Messergebnissen innerhalb derselben Größenordnung. Die nichtradiometrischen Altersbestimmungen aus Geologie, Paläontologie und Geophysik liegen vielmehr um mehrere Zehnerpotenzen unter den Angaben der Radiometrie, gehören also qualitativ völlig anderen Dimensionen an. Da die Abweichungen der Messresultate systematisch und wiederholbar sind, muss, so sagen die Kritiker, bei den Messmethoden und/oder der Auswertung ein systematischer Fehler vorliegen. Auf diesem Hintergrund mehren sich Stimmen, welche fordern, die Ergebnisse der Radiometrie kritisch zu betrachten. Das Referenzwerk dieser Kritik ist Larry Vardiman/Andrew A. Snelling/Eugene F. Chaffin (eds.): *Radioisotopes and the Age of the Earth*, Vol. 1: Institute for Creation Research, El Cajon, CA, 2000; Vol. 2: Institute for Creation Research, El Cajon, CA, 2005. Bd. 1 liegt auch in deutscher Übersetzung vor: Vardiman/Snelling/Chaffin (Hrsg.): *Radioisotope und das Alter der Erde*, Holzgerlingen 2004. Larry Vardiman, Professor für Atmosphärenphysik, leitet bei einem evolutionskritischen Forschungsinstitut (ICR) in Dallas (Texas) das Department of Astro-

geophysics. Das Referenzwerk der Gegenkritik von Seiten des gegenwärtigen [Alte-Erde-]Paradigmas in der Geologie ist G. Brent Dalrymple: *The Age of the Earth*, Stanford 1994. Eine kürzere Zusammenfassung bietet G. Brent Dalrymple: *Ancient Earth, Ancient Skies: The Age of Earth and its Cosmic Surroundings*, Stanford 2004. Der Geologe G. Brent Dalrymple hat dazu auch eine Internetseite hochgeladen: „[How Old is the Earth. A Response to ‚Scientific‘ Creationism](#)“. Wer sich für die *Pros* und *Contras* der Debatte interessiert, sollte beide Referenzwerke einsehen. Vardiman und Mitarbeiter teilen nun in o.g. Sammelband Ergebnisse eigener experimenteller Versuchsreihen mit und fassen ihre methodologischen Bedenken an der gängigen Praxis zusammen. Hier einige zentrale Punkte:

Wenn ein Gestein verschiedene instabile, radioaktive Isotope enthält, können theoretisch unterschiedliche radiometrische Methoden zur Altersbestimmung eingesetzt werden, die eine wechselseitige Kontrolle ermöglichen. Normalerweise wird aus Kostengründen jedoch nur eine Methode angewandt. Wird dasselbe Gestein nun mit verschiedenen Methoden gemessen – dies ist ein experimenteller Schwerpunkt Vardimans – können oft auffällige und systematische Abweichungen auftreten (vgl. schon Whitcomb/Morris 1977, 353–358).

Donald DeYoung, Professor der Physik am Grace College (Indiana, in evangelikaler Trägerschaft) hat einen sog. Cardenas-Basalt (Lavagestein im Grand Canyon) mit einem konventionellen Alter von 1, 1 Milliarden Jahren, mit vier verschiedenen Methoden untersucht. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht unter DeYoung: *Thousands, not Billions, Challenging an Icon of Evolution*, Green Forest 2005. DeYongs berichtete Resultate sehen so aus:

- Kalium-Argon: 516 Millionen Jahre (Toleranz \pm 30 Millionen) von 14 Proben (Betazerfall) Anmerkung: Blöss zeigt, dass die Kalium/Argon-Messung für die Zeit seit dem Aussterben der Saurier, also das Tertiär seit 65 Mio. Jahren v. u. Z., methodischer Humbug ist. Denn die Fehlersumme für Kalium/Argon-Messungen beträgt 75 Mio Jahre und liegt damit in der Größenordnung des Tertiärs (60 Mio. Jahre) (Blöss 2000, 163–176).
- Rubidium-Strontium: 892 Millionen Jahre (Toleranz \pm 82 Millionen) von 22 Proben (Betazerfall)
- Samarium-Neodym: 1588 Millionen Jahre (Toleranz \pm 170 Millionen) von 8 Proben (Alphazerfall)
- Blei-Blei: 1385 Millionen Jahre (Toleranz \pm 950 Millionen) von 4 Proben (Alphazerfall)

DeYoung konnte bei diesen Untersuchungen in Proben mit einem Alphazerfall (Endprodukt sind Heliumkerne) meistens höhere Alterswerte feststellen

als in solchen mit einem Betazerfall (Abstrahlungsprodukte sind Elektronen). Eine mögliche Erklärung für die systematischen Unterschiede sehen Vardiman et al. darin, dass radioaktiver Zerfall bei verschiedenen Materialien in der geologischen Vergangenheit unterschiedlich stark beschleunigt wurde. Etwa indem die entstehende Erdkruste in der Anfangsphase oder während späterer Katastrophen überstarken Neutronen-Strahlungsschüben unterlag, welche verstärkte Hervorbringung von Tochterisotopen zur Folge hatten. Vgl. auch Garner (2011, 92–93) zu drei z.T. schon genannten Fehlerquellen: (1) Konstanz der Zerfallsrate (99–100), (2) Anfangsverteilung von Mutter- und Tochterelementen, (3) Viele bekannte externe Störungen, Änderungen, Einflüsse auf das Verhältnis von Mutter- und Tochterelementen (dazu Vardiman et al. 2000, 123–204). Vgl. auch Stanleys (1994, 114) schulgeologische *caveats*: „Radiometrische Uhren werden durch Metamorphose oftmals wieder auf Null zurückgestellt, da hierbei die radioaktiven Isotope von ihren Zerfallsprodukten getrennt werden.“ Und ebd. 115: „Ein Nachteil der Kalium-Argon-Methode liegt darin, daß das Argon aus dem Gitter eines Kristalls herausdiffundieren kann und dadurch Zerfallsmenge geringer erscheinen lassen kann, als sie tatsächlich ist.“

Kritiker plädieren dafür, dass die Vorbehalte gegenüber der Verlässlichkeit absoluter Zeitangaben bei radiologischen Methoden der Altersbestimmung insofern von vorne herein begründet sind, weil – mathematisch gesprochen – die Maßeinheit oder der Nullpunkt nicht natürlich gegeben ist bzw. nicht (mehr) verlässlich rekonstruiert werden kann. Die meisten Altersbestimmungen sind sog. schwimmende Chronologien, d. h. sie beruhen auf Einhängung in andere Chronologien, wobei verdeckte Zirkelschlüsse vorkommen können und vorkommen. Eine vielbeachtete Untersuchung mit dem Resultat, dass Dendrochronologie und C-14-Methode in einem wechselseitigen Begründungsverhältnis stehen, also auf gut deutsch ein Zirkelbeweis vorliegt, ist wie schon erwähnt Blöss, Ch./Hans-Ulrich Niemitz, H.-U.: *C14-Crash. Das Ende der Illusion, mit Radiocarbon-methode und Dendrochronologie datieren zu können*, Gräfelfing 1997.

Dennoch könnten, so die Überlegungen, diese Methoden für relative Zeitbestimmungen in etwa akzeptiert werden, also für eine Ordinalskalierung, als Informationen über die Reihung (Ordnung) der Zeitwerte. Eine Probe mit einem höheren Rang oder Messwert besitzt somit auch eine höhere Ausprägung auf dem betrachteten Merkmal (= hier das Alter) als eine Probe mit einem niedrigeren Rang. Und eventuell, so die Diskussion, können auch die gemessenen relativen Abstände zwischen den

verschiedenen Merkmalsausprägungen als zutreffend gelten, wenn das Datenmaterial und der Kontext keine besonderen Fragen aufwerfen (= Intervallskalierung).

Selbstverständlich wird bei Vardiman et al. auch die berühmte ^{14}C [C-14]-Bestimmungsmethode bei kohlenstoffhaltigem Material (Anthrazitkohle, Grafit, Marmor, Diamanten) diskutiert. Das in Spuren in der Atmosphäre enthaltene Kohlenstoff-Isotop ^{14}C hat eine Halbwertszeit von 5730 Jahren. Dabei zerfällt es zu Stickstoff. Bei toten und abgeschlossenen organischen Körpern und Stoffen wird so der Anteil von ^{14}C gegenüber dem dominanten und stabilen ^{12}C (99 % des Kohlenstoffs der Atmosphäre) immer geringer, da das labile ^{14}C -Isotop dann nicht mehr fortlaufend z.B. durch Atmung ergänzt werden kann. Indem man das Verhältnis von ^{14}C zu ^{12}C misst, sind so Rückschlüsse auf das Alter möglich – bis ca. 70.000–90.000 Jahre. Mehr als 90.000 Jahre alte Materialien haben theoretisch keinen messbaren Gehalt an ^{14}C mehr. Man hat aber offensichtlich bei Kohleproben, denen nach herkömmlicher Datierung 34 bis 311 Millionen Jahre zugesprochen werden, immer noch ^{14}C -Anteile messen können, die dem radiometrischen Alter von 57.000 Jahren entsprechen. Vgl. L. Vardiman/A. A. Snelling/E. F. Chaffin (eds.): *Radioisotopes and the Age of the Earth*, Vol. 2, Institute for Creation Research, El Cajon, CA, 2005, 605–606. In den Geowissenschaften rechnet man hier mit Verunreinigungen, welche die zu geringen Altersangaben erklären sollen. Kritiker weisen darauf hin, dass solche kontaminierenden Einschlüsse trotz großer Bemühungen *bis dato* nicht nachgewiesen worden seien. Die Gegenkritik, etwa bei Dalrymple (*The Age of the Earth*, Stanford 1994) bestreitet diese Behauptung. Außerdem, sagen Kritiker, sollte die Uratmosphäre der Erde weniger radioaktiven Kohlenstoff (^{14}C) umfasst haben als heute, dann müsste man die Proben sogar noch jünger ansetzen. Vgl. Whitcomb/Morris (1977, 384–388), die unter Berufung auf den Erfinder der ^{14}C -Bestimmungsmethode, W. F. Libby, die Methode nur bis 5000 Jahre zurück als sicher bezeichnen. Auch Stanley (1994, 116) nennt als Voraussetzung eine 70.000 Jahre konstante Produktionsrate von ^{14}C .

Tatsächlich diskutiert auch die Standardphysik und -geologie einen weitreichenden Einfluss singulärer kosmischer Ereignisse wie nahe Supernova-Explosionen auf die ^{14}C -Produktionsrate. Und natürliche zeitliche Schwankungen des $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnisses in der Größenordnung einiger Prozent pro Jahrhundert sind sowieso seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts anerkanntes Fakt. Ursachen sind unterschiedlich starke Sonnenaktivität und Veränderungen des geomagnetischen Dipolfeldes, welche auch heute kurzfristig

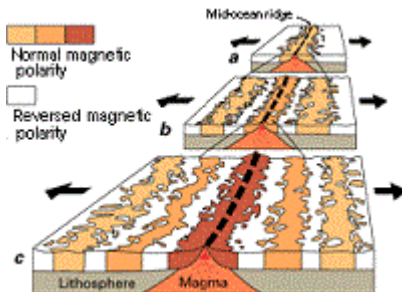
die in der Erdatmosphäre stattfindende Produktion von ^{14}C hundertfach steigen oder fallen lassen können. Dazu verzerrt der Kohlenstoffaustausch zwischen irdischen Kohlenstoffreservoirs (z.B. Gletscher und Eisberge) und der Erdatmosphäre das $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis. ^{14}C -Messungen antarktischen Fangfisches ergeben 300 bis 500 Jahre Lebensalter, da die Fische Kohlenstoff von Wasser aus alten Eismassen (mit wenig ^{14}C) über die Nahrungskette aufgenommen haben. Weitere Paradoxa der ^{14}C -Methode sind Altersbestimmungen von 2300 Jahren für lebende Molluskeln (Weichtiere) oder Altersbestimmungen von 27.000 Jahren für das Schneckenhaus lebender Tiere. Verringerte ^{14}C -Konzentrationen in der Atmosphäre, welche Fakt sind, ergeben drastische Alterszunahmen.

Das Paradeferd der Kritik sind Diamanten. Vardiman et al. haben 12 unterschiedliche Diamanten aus fünf verschiedenen Fundorten untersucht. Der Anteil an ^{14}C entsprach einem Alter von höchstens 58.000 Jahren. Nach konventioneller Geologie müssten die untersuchten Diamanten bis zu 3 Milliarden Jahre alt sein und dürften natürlich absolut keine Spur ^{14}C mehr enthalten, zumal Diamanten nach heutigem Kenntnisstand nicht kontaminiert werden können (Vardiman/Snelling/Chaffin: *Radioisotopes and the Age of the Earth*, Vol. 2, 2005, 609, DeYoung: *Thousands, not Billions, Challenging an Icon of Evolution*, Master Books, 2005, 46–62). Whitcomb/Morris (1977, 388) stellen die Hypothese auf, dass vor der Flut wegen des weltweit halbtropischen Klimas *plus* der riesigen angenommenen Quantität an Biomasse *plus* des Abschirm- bzw. Treibhauseffektes wegen der Dunsthülle die Menge an ^{12}C gegenüber ^{14}C sehr viel größer gewesen sein müsse als heute. Dazu kommt, dass die kosmische Neutronenstrahlung nicht nur ^{14}C produziert, sondern auch mit dem atmosphärischen schweren Wasserstoff (Deuterium) reagiert, und so Tritium erzeugt, das durch Beta-Zerfall zu dem Heliumisotop He 3 wird. Nun befindet sich aber in der Atmosphäre zuviel He 3 bei actualistischen Voraussetzungen, so dass hier so oder so früher andere Bedingungen geherrscht haben müssen. Die bizarren ^{14}C -Ergebnisse spiegeln sich auch in der Zwiespältigkeit der Archäologen und Historiker ihr gegenüber: „Die Gründe dafür, daß kaum ein Historiker der C14-Methode die Führerschaft oder gar Entscheidungsgewalt für die schriftlich belegten Epochen zugestehen will, sind relativ einheitlich. Es sind vor allem die immer wieder deutlich hervortretenden Diskrepanzen zwischen Datierungen, die mit eigenen Methoden erstellt werden, und den entsprechenden C14-Daten. Noch schwerwiegender ist jedoch, daß die C14-Daten bereits in sich immer wieder inkonsistent sind. So schwanken zum

Beispiel die Daten für Artefakte aus einer Besiedelung von wenigen Jahrzehnten um ca. 1.400 Jahre [...] Dieses Verrücktspielen, dieser Zufallscharakter der C14-Methode wirkt sich nicht etwa in einer mehr oder weniger großen Streuung um ein wahres Datum aus, sondern so, daß [...] unberechnete Schwankungen – eigentlich müsste man sie Irrläufer nennen – sich immer wieder in den Werten gleichaltriger archäologischer Proben finden“ (Blöss / Niemitz 2000, 50).

9.2 Magnetostratigraphie

Die Magnetostratigraphie untersucht dauerhaft magnetisierte Gesteine und deren zeitliche Abfolge. Erstarrendes Gestein wie z.B. erhärtender Basalt nimmt die Orientierung und Magnetisierung des magnetischen Feldes der Erde an. Die Zeitmessung der Magnetostratigraphie gründet nun auf den Wechseln der Richtung oder Polarität des Erdmagnetfelds, die sich in der Erdgeschichte sehr häufig ereignet haben (Stanley 1994, 124–126; Blöss 2000, 149–163). Stanley: „Es ist eine überraschende Tatsache, daß aus noch ungeklärten Gründen der magnetische Nord- und Südpol der Erde periodisch ihre Lage wechseln.“ (124–125) Die Magnetostratigraphie kann nur in Verbindung mit anderen Methoden sinnvoll eingesetzt werden und dann nur bis 50.000 Jahre. Allerdings ist auch hier zu beachten, dass die Intensität des Magnetismus bei der Erstarrung und die Bildungsrate des Gesteins nicht bekannt sind (Zillmer 2011, 78–79) Und: Nicht nur die Richtung, sondern auch die Stärke der Magnetisierung wechselt. Die Gesteine mit umgekehrter Polarisierung als heute weisen oft eine zigmal größere Stärke der Magnetisierung auf als der normale Erdmechanismus erzeugen könnte, was im aktualistischen Rahmen nicht erklärt werden kann (Zillmer 2011, 95). Insbeson-



ondere wird die Methode im Zusammenhang der sog. Seebodenspreizung verwendet [siehe Schema der USGS links, CC-Lizenz für schöpferisches Gemeingut BY-SA 4.0 [Creative-Commons-Lizenz CC-BY-SA 4.0]] – durch postuliertes gleichbleibend langsam austretendes, erstarrendes Magma und dessen magnetische Muster entlang beider Seiten der mittelozeanischen Rücken, insbesondere des Atlan-

tiks. Voraussetzungen der Altersbestimmung sind auch hier: (i) uniformes Geschehen – (ii) konstante Entstehungs- und Spreizungsrate neuen Meeresbodens – (iii) Magmaquellen als Ursache. Wissenschaftstheoretisch und empirisch ist die alternative Erklärung durch katastrophische Kompression und Dehnung des Meeresbodens mittels hoher Druckgradienten (Alvarezthese) und ev. Magnetisierung durch extreme elektromagnetische Spannungsfelder in vielem plausibler (Blöss 2000, 155, 156–163).

Überhaupt wird aus den inzwischen bekannten Gründen die Theorie der Plattentektonik, der Subduktionszonen und der Magnetstreifen *en bloc* hinterfragt (Zillmer 2008, 78–124), auch mit Hinweis auf Inkonsistenzen wie jener, dass die Ozeanböden lediglich 1/20 des Alters der Kontinente aufweisen (Zillmer 2008, 104) oder dass auf Grönland, Spitzbergen, in Alaska, in der Antarktis im Mesozoikum Dinosaurier und Palmen und Korallen existierten, obwohl sie sich nach der Plattentektonik ungefähr am heutigen – arktisch kalten – Ort befanden (Zillmer 2008, 155). Man macht die These stark, dass die Phänomene, für deren Erklärung die Kontinentaldrift-Theorie aufgestellt wurde, besser durch ein Impaktmodell beschrieben würden (Zillmer 2011, 197–200).

Auch die etablierte Geologenkommunität glaubt inzwischen, dass die Plattentektonik nicht genügt, um seit Kurzem belegte dramatisch schnelle Kontinentverlagerungen zu erklären. Siehe dazu den Aufsatz: Kippte eine Polverschiebung Gondwana? Gesteinsmagnetisierung enthüllt ungewöhnlich schnelle Verschiebung der Landmasse im frühen Kambrium [<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-12095-2010-08-12.html>]. Man sieht die Lösung auch hier in einer „Polverschiebung, ein plötzlicher Prozess, bei dem die gesamte feste Schicht der Erde bis hinunter an die Kern-Mantelgrenze sich gegenüber dem flüssigen Inneren und damit auch gegenüber der Rotationsachse der Erde verschiebt“. Im Zusammenhang:

„Vor 525 Millionen Jahren kippte plötzlich der gesamte Südkontinent Gondwana um 60 Grad zur Seite – und dies mit einer in der Erdgeschichte einmaligen Geschwindigkeit. Das enthüllt eine jetzt in ‚Geology‘ veröffentlichte Studie amerikanischer Geologen. Ihrer Ansicht nach könnte eine Polverschiebung, die plötzliche Verlagerung der gesamten festen Erdhülle verursacht haben. Sollte sich dies bestätigen, wäre es der erste Beweis für die Existenz dieses bisher umstrittenen Phänomens. In jedem Fall aber hatte die Drehung schwerwiegende Auswirkungen für die sich zu diesem Zeitpunkt explosionsartig entwickelnde Lebenswelt.“

Vor etwa 540 Millionen Jahren, im frühen Kambrium, explodierte die Artenvielfalt der Erde förmlich: Die ersten Mehrzeller entwickelten sich innerhalb kürzester Zeit zu vielen verschiedenartigen Tier- und Pflanzengruppen und schufen so die Basis vieler noch heute erhaltener Baupläne der Lebensformen. In dieser Zeit bildeten fast alle Kontinente eine große Landmasse um den Südpol herum, den Südkontinent Gondwana. Er erstreckte sich teilweise

bis zum Äquator der Erde und darüber hinaus. Nur Teile des heutigen Nordamerika, Sibirien und Nordeuropa bildeten drei kleinere, von Gondwana getrennte Kontinente.

Jetzt hat ein Team von Geologen der amerikanischen Yale Universität aufgedeckt, dass just in jener Zeit die gesamte Landmasse Gondwanas eine dramatische Veränderung durchmachte. Sie könnte auch die Entwicklung des Lebens entscheidend beeinflusst haben. Die Forscher stießen darauf, als sie die Magnetisierung von Gesteinen aus dieser Ära im Amadeusbecken in Zentralaustralien untersuchten. Wenn Gestein an die Oberfläche kommt und dort erstarrt, konservieren metallische Partikel in ihm die gerade an diesen Ort herrschende Richtung der Magnetfeldlinien.

Im Falle der Amadeusbecken-Gesteine, die zur Zeit des frühen Kambrium erstarrten, entdeckten die Geologen Erstaunliches: Die Magnetisierung änderte sich vor rund 525 Millionen Jahren innerhalb kürzester Zeit um 60 Grad. Demnach muss der gesamte Kontinent Gondwana, in dessen Landmasse diese Gesteine früher lagen, sich damals plötzlich um 60° gedreht haben. Weiterführende Messungen enthüllten, dass diese Rotation mit einer Geschwindigkeit von 16 Zentimetern pro Jahr, möglicherweise sogar noch mehr stattfand – nach geologischen Maßstäben gerade rasend schnell. Die schnellsten Bewegungen der Erdkruste, die heute bekannt sind, liegen bei rund vier Zentimetern pro Jahr.

Aber was löste diese plötzliche Verschiebung aus? Nach Ansicht von Ross Mitchell, dem Hauptautor der Studie, kommen dafür prinzipiell zwei Mechanismen in Betracht: Zum einen die ‚normale‘ Plattentektonik, die durch Konvektionsströmungen im Erdmantel angetriebene Bewegung der Kontinentalplatten gegeneinander. Zum anderen aber eine Polverschiebung, ein plötzlicher Prozess, bei dem die gesamte feste Schicht der Erde bis hinunter an die Kern-Mantelgrenze sich gegenüber dem flüssigen Inneren und damit auch gegenüber der Rotationsachse der Erde verschiebt.

Ob es in der Erdgeschichte solche Polverschiebungen gegeben hat, darüber wird seit Jahrzehnten intensiv diskutiert [...] Nach Ansicht von Mitchell und seinen Kollegen könnte [...] ihre jüngste Beobachtung durchaus für eine solche Polverschiebung im frühen Kambrium sprechen. Denn die Geschwindigkeit, mit der sich Gondwana damals verschob, übertrifft sämtliche für die Plattentektonik ermittelten Werte der letzten hunderte von Millionen Jahre bei weitem. ‚Wenn wirklich eine echte Polverschiebung diese Drehung verursachte, ergibt das einen Sinn‘, so Mitchell. ‚Wenn die Rotation auf Plattentektonik zurückzuführen war, müssen wir mit ziemlich neuen Erklärungen aufwarten.‘

Was auch immer die Ursache war, in jedem Falle hatte diese gewaltige Rotation der gesamten Gondwana-Landmasse schwerwiegende Folgen. So verschob sich beispielsweise das Gebiet des heutigen Brasilien von den Tropen bis fast direkt an den Südpol und auch in vielen anderen Regionen muss sich das Klima dadurch stark verändert haben. Auch andere Umweltfaktoren wie die Kohlendioxidgehalte der Luft und die Meeresspiegel könnten durch diese Verschiebung beeinflusst worden sein, so Mitchell: ‚Während des frühen Kambriums gab es dramatische Veränderungen der Umweltbedingungen, direkt in der Zeit, als Gondwana diese massive Verschiebung erlebte‘, erklärt Mitchell. (Yale University, 12.08.2010 - NPO)

Die Magnetostratigraphie wird heute über das Anwendungsgebiet Seebodenspreizung hinaus auf viele Materien und Prozesse angewandt, mit teilweise sehr forschungsintensiven Methoden und interessanten Ergebnissen. Aktuell informieren darüber die selbst zu geologischer Zeitmessung und

Datierung forschenden Elicki / Breitzkreuz: *Die Entwicklung des Systems Erde*, Berlin / Heidelberg 2016, 181—183, 260—263, 267—271.

9.3 Lithostratographie

Siehe oben Kapitel 5 *Lithostratographie*. Eine E-Version bietet der Abschnitt [Lithostratigraphie](#) im Menu '[Gesteinsbildung und Fossilisation](#)'.

9.4 Biostratographie

Siehe oben Kapitel 6 *Biostratographie*. Eine E-Version bietet der Abschnitt [Biostratigraphie](#) im Menu '[Gesteinsbildung und Fossilisation](#)'.

9.5 Dendrochronologie

Dendrochronologie (übersetzt: Lehre oder Theorie vom Baumalter) ist eine Datierungsmethode, bei der die Jahresringe von Bäumen mittels deren unterschiedlicher Mächtigkeit oder Breite bestimmten, bekannten Wachstumszeiten zugeordnet werden. Jahresringe aus Sommern bzw. Jahren mit guten Wachstumsbedingungen sind breiter als jene aus Jahren mit schlechten Wachstumsbedingungen. Für alle Bäume derselben Art sind in einem bestimmten geographischen Raum die Wachstumsbedingungen annähernd gleich. Deswegen zeigen alle Bäume derselben Spezies in diesem Raum ungefähr dieselbe charakteristische Abfolge schmaler und breiter Jahresringe. Die sich überlagernden Ringmuster vieler Bäume erlauben die Erstellung einer gemittelten Baumringabfolge oder Jahrring-Chronologie, welche aufgrund der überlappenden Lebenszeiten der Bäume viele Jahrhunderte bis Jahrtausende abdecken kann.

Die Methode ist im räumlichen und zeitlichen Nahbereich eine interessante Option, z.B. für Archäologen. Sehr oft ist dann durch die Fundsituation eines der hereinspielenden Hölzer auch eine annähernde Absolutdatierung möglich. Freilich benötigt die Baumringchronologie erfahrene Begutachter, da sehr viele Faktoren und Ausnahmen zusammenzuhalten sind. Aus den in Folge vorzustellenden Gründen wird von Krikern eingewandt, dass die Methode im Fernbereich nicht belastbar sei: Das gilt sowohl für räumli-

che Entfernungen zwischen den Hölzern jenseits einiger hundert Kilometer wie auch für zeitliche Distanzen jenseits ein- bis zweitausend Jahren. In diesen Fernbereichen stütze sich die Methode zwingend auf eine Vordatierung der Hölzer mittels der Radiokarbonmethode (^{14}C).

Die ausführlichste und kompetenteste Kritik, welche mir bekannt ist, ist Blöss, Ch./Hans-Ulrich Niemitz, H.-U.: *C14-Crash. Das Ende der Illusion, mit Radiocarbonmethode und Dendrochronologie datieren zu können*, Gräffelfing 1997 [²2000]. Wir geben ihr Argument in Folge einfach wieder und werten diese gründliche, umfangreiche Studie für unsere Zwecke aus. Das heißt soweit sie die Physik, Chemie und Geobiologie der Methoden behandelt und lassen die m.E. nicht belastbaren Ausflüge in die geschichtliche Chronologie (Argumentation zugunsten sog. Phantomzeiten in der sumerischen, altägyptischen und mittelalterlichen Chronologie) beiseite. Blöss / Niemitz konzentrieren sich auf den ersten Baumring-Fernkalender, die in vielem bis heute grundlegende Borstenkieferchronologie aus Kalifornien. Inzwischen ist v.a. der Hohenheimer Baumringkalender aus Deutschland in der Materie führend, dessen Väter wir ebenfalls zu Wort kommen lassen — mit der Selbstdarstellung der entsprechenden Forschergruppe in Stuttgart-Hohenheim.

Methodenkritisch ist nach Blöss / Niemitz zunächst und *summa summarum* anzumerken, dass Dendrochronologie und C-14-Methode in einem wechselseitigen Begründungsverhältnis stehen, also auf gut deutsch ein Zirkelbeweis vorliegt. Darauf wurde bereits oben hingewiesen.

Der zweite Schritt der Methodenkritik ist dann der Hinweis, dass nicht „die individuelle Jahresringstruktur interessierender Hölzer“ maßgeblich ist, welche immer auch nicht generalisierbare, individuelle Standortverhältnisse und Baumschicksale spiegelt: Wildverbiss, Waldbrände, Überschwemmungen, Sturmschäden, Nährstoffversorgung u.a. Verwertbar und maßgeblich ist vielmehr eine aus dem Vergleich zahlreicher Hölzer derselben Region modellierte und idealisierte „Mittelkurve« (auch »Standard«- oder »Mastersequenz« genannt)“. Man arbeitet zunächst auf lokale Standardsequenzen hin, um diese dann nach Möglichkeit durch erneute Mittelung in eine regionale Standardsequenz zu überführen, die etwa zwischen 50 km und 300 km liegen kann (Blöss / Niemitz 2000, 29—30)

Drittens können bei der Anwendung der gemittelten Sequenzen auf ein interessierendes Objekt „durch Variation in Bodentyp, Hangneigung, Exposition und Höhenlage auch in ideal kleinen Regionen die Jahresringkurven-

muster einzelner Bäume so unterschiedlich ausfallen, daß eine sichere Synchronisation unmöglich wird.“ (ebd. 30)

Über die genannten Distanzen hinaus werden, viertens, die geographischen und klimatischen Entstehungsbedingungen generell so unterschiedlich, dass z.B. Eichenjahresringe bzw. Standardsequenzen Süddeutschlands und Norddeutschlands nicht mehr verglichen und in ein Verhältnis gebracht werden werden können. In der Regel ist dann auch die Fundsituation der Referenzhölzer zweier Regionen so unterschiedlich, dass eine stratigraphische Zuordnung nicht mehr möglich ist. Man hat zunächst einmal schwimmende unverbundene Sequenzen vor sich.

Weiter und fünftens passen gemittelte und damit auch unscharfe lokale / regionale Standardsequenzen auf zuviele Epochen und Regionen: „Eine Überprüfung aller theoretisch möglichen Synchronlagen zwischen zwei Hölzern erbringt in der Regel eine viel zu große Zahl möglicher Synchronitäten (von Dendrochronologen »Zufallslagen« genant). Das ist der Grund, weshalb kein Dendrochronologe auf das Hilfsmittel der Vordatierung verzichtet. Nur so kann er die Zahl der Zufallslagen so weit reduzieren, daß eine begründete Entscheidung möglich wird.“ (Blöss / Niemitz 2000, 31—33)

Das führt zu dem nächsten und sechsten Problem: Diese Vordatierung erfolgt über die ^{14}C -Methode in Verbindung mit der ursprünglich „weltweit einzigen kompletten Baumringchronologie aus Amerika — die Borstenkiefer oder *Bristle-Cone-Pine*-Chronologie“, mit der die europäischen etc. Baumringsequenzen abgeglichen werden. Diese Chronologie reicht 7000 bis inzwischen 9000 Jahre zurück und stützt sich auf Exemplare der Borstenkiefer (auch: Grannenkiefer, oder seit den 1970er Jahren: Langlebige Kiefer), welche mit einem Alter von 3000 Jahren und teilweise über 4000 Jahren als älteste Bäume der Welt gelten. Die entsprechende Standardsequenz wurde von C. W. Ferguson 1969 vorgestellt, um „den C14-Wissenschaftlern eine Chronologie des Verlaufs der atmosphärischen C14-Konzentration an die Hand geben zu können. Damit sollten diese ihre C-14-Daten in ein Absolutdatum umwandeln können.“ (Blöss / Niemitz 2000, 60). Genauer gilt die Borstenkieferchronologie nur

- i. für einige Extremstandorte an der Baumgrenze in Kalifornien, Nevada und Utah,
- ii. für „eine äußerst seltene ... Spezies“ sowie
- iii. bei hypothetischer Zusammensetzung vieler relativ kurzer Einzelsequenzen jenseits 4000 Jahren aus zahlreichen unterschiedlichen Tothölzern
- iv. unter Weglassung von ca. 50 % der Jahresringe wegen zu geringer Sensitivität oder Strukturierung und

- v. Einräumung von 5—10 % sogenannter Fehlringe,
- vi. außerdem nachträglicher spekulativer Einfügung von 10 % der Jahresringe, wobei man
- vii. auf knapp 13 mm Holzdicke bis zu 1100 Baumringe zählte, und selbst mit diesen sehr weitgehenden Zugeständnissen
- viii. auch hier nicht ohne eine ^{14}C -Vordatierung der Hölzer auskam, was bereits einen einschlussweisen methodischen Zirkel darstellt.
- ix. Schließlich wählte Ferguson drei Laboratorien, denen „besonders schlechte Zensuren beim Messen von Baumringproben gegeben“ wurden, weswegen 1983 „die amerikanische *National Science Foundation* (NSF) die finanzielle Unterstützung des [Haupt]Labors von H. E. Suess auch stoppte“ (Blöss / Niemitz 2000, 70—71).
- x. Und *last but not least* steht das Ergebnis im offenen Widerspruch zu der seit 1962 sehr gut dokumentierten Jahresringsequenz eines neuseeländischen Kauribaumes von 1000 Jahren Alter, der nicht nur eine radikal andere Baumringfolge aufweist, sondern v.a. eine seit einem Jahrtausend kontinuierlich um insgesamt 50 % angewachsene ^{14}C -Konzentration in der Atmosphäre dokumentiert. Die *Bristle-Cone-Pine*-Chronologie setzt genau umgekehrt eine weltweit konstante ^{14}C -Konzentration in der Atmosphäre voraus, mit nur vorübergehenden und weltweit einheitlichen Ausreißern (*wiggles*, s.u.).

Siebtens: Die Umweltbedingungen von Kalifornien (mit den ältesten, zu Referenzhölzern gewählten Exemplaren der Art) zum übrigen Amerika und erst recht zu Europa usw. sind viel zu unterschiedlich, um die Baumringsequenzen selbst und in sich überhaupt sinnvoll vergleichen zu können, zumal die Borstenkiefer nur im amerikanischen Westen vorkommt. Deswegen setzt man auf ein anderes Phänomen. Dieses besteht in besonders krassen statistischen Ausreißern der ^{14}C -Konzentration in der *Bristle-Cone-Pine*-Chronologie. Man nennt diese Ausreißer, also besonders auffällige Zu- und Abnahmen der ^{14}C -Konzentration Kaliforniens, „wiggles“. Nun sucht man in den europäischen etc. Sequenzen ebenfalls nach solchen *wiggles* und versucht, weltweit zueinander passende *wiggle*-Muster zu finden. Das Verfahren trägt den Namen *wiggle-matching*.

Voraussetzung hierfür ist das sogenannte Simultaneitätsprinzip, wie der Erfinder der ^{14}C -Methode Libby diese Bedingung nannte. Sie besagt, dass für relevante Ergebnisse immer und überall auf der Welt die Änderungen der ^{14}C -Produktions- und Diffusionsrate identisch sein müssen. Wie die Forschung immer deutlicher gezeigt hat und zeigt, ist das keineswegs der Fall. Sowohl die Produktion wie die Ausbreitung und Verteilung (Diffusion) von ^{14}C variieren zeitlich wie geographisch wie nach Geosphäre (Luft, Humus, Organismen, Gesteine, Ozeane) ganz erheblich und oft sogar drastisch. Damit ist aber eine Synchronisation der Jahresringsequenzen Kaliforniens bzw. Amerikas mit Jahresringsequenzen aus anderen Erdgegenden und Geo-

sphären nicht möglich: Deswegen „ist *wiggle-matching* eine nicht vertretbare Vorgehensweise [...] Es gibt ... zwingende Gründe, die ... Ergebnisse in Frage zu stellen. Die globalen Kohlenstoffreservoirs befinden sich nicht in einem homogenen Gleichgewicht von Produktion bzw. Diffusion und Zerfall.“ (Blöss / Niemitz 2000, 33—41)

Achtens haben wie gezeigt ^{14}C -Radiologen und Archäologen aufgrund der chaotischen Streuung ihrer Messergebnisse nach einer unabhängigen Kalibriermethode für die Absolutdatierung gesucht — und in der Dendrochronologie, näherhin der *Bristle-Cone-Pine*-Chronologie Kaliforniens, gefunden. Aber auch die Dendrochronologen waren auf der Suche nach einer unabhängigen Kalibriermethode für die Absolutdatierung — und haben sie in der ^{14}C -Methode gefunden. Ein klassischer Beweiszirkel.: „Die meisten Fachleute wissen, daß diese Baumring-Chronologie die erste allgemein anerkannte Kalibrierkurve für C14-Daten darstellte, auf deren Konto erhebliche Chronologierevisionen für die europäische Früh- und Vorgeschichte ging. Weit weniger geläufig ist, daß sich die europäischen Dendrochronologen über »wiggle-matching« mit dieser Chronologie tentative Absolutdaten für ihre schwimmenden Baumringsequenzen verschafften, weil sie anders nicht mehr vorankamen [...] Obwohl heutzutage offenbar kein einziger Dendrochronologe mehr seine Hand für diese erste komplette Baumringchronologie ins Feuer legen würde ... ist gleichwohl ihre radiometrische Struktur in allen heute gebräuchlichen Kalibriermaßstäben wiederzufinden.“ (Blöss / Niemitz 2000, 59)

Heute existieren weitere langfristige dendrochronologische Eichsequenzen. Vor allen zwei sind erheblich und maßgeblich. Die eine ist die irische Belfast-[Eichen-]Chronologie, welche eine durchgehende, zusammengesetzte Baumring-Sequenz für die letzten 7500 Jahre beansprucht. Die zweite ist der [Hohenheimer Jahrringkalender](#) der Universität Hohenheim (Landwirtschaftliche Hochschule) bei Stuttgart, der sich 12.500 Jahre zurück erstreckt. Es ist damit das erfolgreichste Unterfangen dieser Art. Es stützt sich auf viele Tausend Eichen und Kiefern aus Mooren und Schotterschichten von Flüssen (Kiesgruben) Deutschlands sowie auf Eichen und Tannen aus römischen Kastellen, frühen Kirchen, alten Bauernhäusern.

Der Hohenheimer Jahrringkalender gilt heute als das beste Werkzeug zur Kalibrierung der ^{14}C -Methode. Man sieht daran, dass Letztere selbstverständlich von außen kalibriert werden muss, was ein Hauptpunkt von Blöss / Niemitz ist. Die eigenständige Absolutdatierung mittels ihres Jahresringkalenders sehen die Hohenheimer — im Gegensatz zu Blöss / Niemitz — al-

lerdings viel unproblematischer und als gegeben, was beides folgendes Zitat zeigt: „Um ... das genaue Alter mit dieser Methode [= ^{14}C -Methode] zu bestimmen, muss man die Ergebnisse allerdings mit einer Eichkurve vergleichen, die aus den jahrgenau datierten Bäumen des Hohenheimer Archivs gewonnen wird. Jeder Ausbau des Jahrringkalenders bedeutet daher auch gleichzeitig immer bessere Radiokarbonaten.“ (*Nature-Geoscience*, [Heidelberger Akademie der Wissenschaften](#), 01.04.2008)

Selbst wenn man das zugibt, wird damit das methodische Problem nicht gelöst, das sich ergibt durch die Irrläufer und widersinnigen Messergebnisse der Radiokarbonmethode in sich und potentiell bei jeder einzelnen Messung. Die Frage ist mithin, ob diese Methode überhaupt ein und für alle Mal kalibriert werden kann und sich nicht prinzipiell einer solchen verlässlichen Eichung widersetzt. Blöss / Niemitz sehen dies so, dass sich hinsichtlich der ^{14}C - oder Radiokarbon-Methode und / oder Dendrochronologie heute in der Wissenschaft Macher und Kritiker gegenüber stehen. Erstere hoffen und glauben unbeirrt an ihre Sache, bestreiten die Zirkelhaftigkeit des Vorgehens und glätten gutmütig die experimentellen Irrläufer. Letztere haben mehrere Jahrzehnte experimentell, argumentativ und publizistisch die Entwicklung als Wegdriften in ein willkürliches, fiktives Szenario bekämpft, scheinen sich heute aber eher mit milder Altersweisheit zu sagen: *mundus vult decipi*.

Nun, das Jahrringlabor des Hohenheimer Institutes für Archäo-/Paläobotanik würde dagegen zumindest ihren Kalender und das zugrunde liegende Baumarchiv verteidigen, als in sich und unabhängig Bestand habend. Hinsichtlich der Grenzen und Voraussetzungen der ^{14}C -Methode sind sie in der Sache hingegen nicht sehr weit von Blöss / Niemitz entfernt.

9.6 Eisbohrkerne

Eisbohrkerne sind Bohrkern aus den riesigen Landeisschilden der Erde, vor allem in der Antarktis und in Grönland. Durch deren Analyse ist es möglich, Informationen über das Klima der Vergangenheit zu gewinnen. Eine Klimadatenerfassung dieser Art ist eine junge, aber bereits sehr wichtige Methode. Zur Idee: Von Jahr zu Jahr setzt sich eine neue Jahresschicht Eis ab, wodurch ein Landeisschild aus sehr vielen übereinander liegenden Schichten Eis besteht. Einige sind über 3000 m mächtig und mehrere hunderttausend Jahre geologischer Zeitrechnung alt. Je tiefer eine Jahresschicht

im Eis liegt, desto älter und dünner ist sie, durch den Druck der darüber liegenden Schichten. Man kann Informationen zu bestimmten Jahren gewinnen, indem man die Schichten von oben nach unten durchzählt. Die Dicke der jeweiligen Jahresschichten ist dabei Indiz der jeweiligen Niederschlagsmenge. Einen Überblick über die Forschung bieten Elicki / Breitkreuz: *Die Entwicklung des Systems Erde*, Berlin / Heidelberg 2016, 267–273.

Dass sich auch hier gewaltige Überraschungen verbergen können, dazu drei Beispiele: Die Eisbohrkerne aus Grönland stoßen nach nach 3028 m auf Fels, was für die Entstehungsdauer des der Eiszeit zugeordneten Eisschildes 205.000 Jahre ergibt. Dies lässt sich aber nicht damit in Übereinstimmung bringen, dass die vorhergegangene Eiszeit nicht 205.000 Jahre, sondern 1–2 Mio. Jahre gedauert haben soll.

Das zweite Beispiel: Während des II. Weltkrieges mussten am 15.07.1942 zwei viermotorige US-Bomber vom Typ B 17 und 6 Jagdflugzeuge vom Typ P 38 während einer Überführung in Grönland notlanden. Nach der Theorie hätte nun bis 1989, als man die Flugzeuge bergen wollte, eine 12 m dicke Eisdecke über den Flugzeugen liegen und dieselben zusammengedrückt sein müssen. Tatsächlich lagen sie unter einer 78 m starken Eisdecke und waren intakt. Das heißt, der Eisschild Grönlands ist von 1942 bis 1989 um 1,65 m jährlich gewachsen und der Gewichtsdruck des Eises wirkt sich anders als nach der Theorie aus (Zillmer 2008, 215–216). Hochgerechnet bedeutet das wiederum, dass die 3000 m starke Eisdecke Grönlands in 1818 Jahre entstanden ist bzw. entstanden sein könnte statt der nach der Theorie angenommenen 250000 Jahre (Zillmer 2008, 217).

Eine Erklärung für die Differenz zwischen Theorie und Beobachtung bietet in detaillierter Auseinandersetzung mit der einschlägigen Forschungsliteratur der Junge-Erde-Geologe Michael Kotulla: *Grönländische Eiskern-daten und ihre Interpretation: Absolute Datierung durch Zählung von Jahresschichten?*, E-Papier 2013, 47 S.¹: „Die Eiskerndatierung in ihrer Gesamtheit ist ... weder ein unabhängiges noch ein absolutes Datierungsverfahren. Eine absolute Datierung durch Zählung von nachweislich echten Jahresschichten ist nicht gegeben. Schlussfolgerung: Die von den Eiskern-Bearbeitern ausgewiesenen Alter zu den gewonnenen Eiskernen des grönländischen Eisschildes sind radiometrisch begründet. Da nicht bekannt ist, in

¹ http://www.wort-und-wissen.de/loseblattsammlung/G-13-1_Kotulla2013_Groenlaendische%20Eiskern-daten.pdf

welcher Beziehung ^{14}C -Alter und weitere radiometrische Alter dieser Größenordnungen zum realen Alter stehen ..., können radiometrische Alter nicht mit realem Alter gleichgesetzt werden. Die Altersangaben zu den Eiskernen ohne Ausweis der (mittel- oder unmittelbar) zugrundeliegenden Datierungsmethode, also ohne entsprechende Kennzeichnung, sind irreführend“ (ebd. 2013, 41).

Das dritte Beispiel: Es gab in der geologischen Vergangenheit und Gegenwart Eiszeiten *resp.* Eisdecken in den Tropen, konkret in Äquatorialbrasilien und -afrika sowie Indien (heute dem hunderte Millionen Jahre zurückliegenden Permzeitalter zugeordnet) (Velikovsky 1980, 58–59), aber keine Eiszeiten *resp.* Eisdecken in der kältesten Arktis, konkret in Nordgrönland, Nordsibirien, Alaska und den arktischen Inseln (Velikovsky 1980, 60). Viele ziehen aus diesen Daten den Schluss, dass die Landeisschilde der Erde viel besser und zwangloser mit der in einem Impaktgeschehen involvierten Schneezeit statt einer jahrmillionenlangen Eiszeit erklärt werden können (Zillmer 2008, 219). Bekanntlich hat auch der Vordenker der Eiszeittheorie, Louis Agassiz, 1840 deren Beginn und Ende katastrophisch angedacht (Velikovsky 1980, 55).

Wie bereits verhältnismäßig wenige Vulkanausbrüche und/oder kleine Meteoriten weltweite Dunkelzeiten, Klimakatastrophen und Bevölkerungseinbrüche hervorrufen, zeigt in geschichtlicher Zeit die seit 1983 von Geophysikern und Archäologen intensiv erforschte schwere Naturkatastrophe im Jahr 535 n. Chr. mit Verfinsterung der Sonne für 18 Monate, vulkanischem Winter, rotem Blutregen und Mißernten. Nach zeitgenössischen schriftlichen Berichten, archäologischen Befunden, Eiskerndaten aus Grönland und der Antarktis, Dendrochronologien der verschiedenen Erdteile und agrartechnischen Studien begann die Katastrophe 535 durch Explosion / Einschlag eines ca. 500 Meter großen Meteoriten und/oder einem bzw. mehreren Vulkanausbrüchen. Innerhalb 12 Monaten wurden riesige Asche- und Staubmengen (Aerosole) durch die Stratosphäre über die ganze Welt verteilt und hielten einen großen Teil des Sonnenlichts ab. Mißernten, Hungertote und eine anschließende Pest und raffte die Hälfte der europäischen Bevölkerung hin. Auch in anderen Kontinenten erlitten Hochkulturen Grenzbelastungen oder zerbrachen.²

²

Vgl. die monographische Darstellung von David Keys: *Als die Sonne erlosch. 535 n. Chr.: Eine Naturkatastrophe verändert die Welt*, München 1999; sowie *Spiegel online*, 21.12.2010: 'Klimaforschung: Geologen erklären größte Katastrophe des Mittelalters'

Abgeschwächte Parallelen hierzu sind der extreme Winter von 1783/1784 auf der Nordhalbkugel mit extremen Überschwemmungen, eine der größten Naturkatastrophen der Neuzeit, verursacht durch besonders schwefelreiche und aschereiche vulkanische Eruptionen in Island. Und das Jahr ohne Sommer 1816, verursacht durch einen vulkanischen Winter infolge des Ausbruchs des Vulkans Tambora auf der Insel Sumbawa in Indonesien. Dieser hatte neben ungefähr 150 km^3 Staub und Asche auch Schwefelverbindungen von 130 Megatonnen wie einen Schleier um den gesamten Erdball gelegt.

In den letzten beiden Jahrzehnten begann man mit dem Forschungsprojekt, Baumringdatierung und Eislagendatierung in eine gemeinsame Chronologie zu integrieren. Und zwar nicht zuletzt deswegen, weil die Datierung der Eischronologie mit der ^{14}C -Methode als mangelhaft empfunden wird. Man will sich jetzt auf die Entdeckung stützen, dass die Konzentration zweier radioaktiver Elemente aus der Atmosphäre im selben Rhythmus steigt

[<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/klimaforschung-geologen-erklaren-groesste-katastrophe-des-mittelalters-a-735253.html>]: "Berichte aus dem Jahr 536 zeugen von dramatischen Geschehnissen: Der Himmel verdunkelte sich für lange Zeit. Roter Blutregen ging nieder. Selbst am Mittelmeer kühlte es dramatisch ab. Frostige Winde und Dunkelheit ließen weltweit die Ernte verderben. Es war die stärkste Abkühlung der letzten zwei Jahrtausende. Die mysteriöse Wolke von 536 ging in die Geschichte ein: 'Die Sonne leuchtete das ganze Jahr schwach wie der Mond', schrieb der zeitgenössische Historiker Prokopios in Byzanz. Hunger, Krankheiten und Tod plagten die Menschen. Bewohner Roms schilderten, dass ein Jahr lang 'eine bläuliche Sonne' selbst mittags keinen Schatten warf. Ähnliches wurde aus anderen Erdteilen berichtet. Die frühmittelalterliche Klimakatastrophe könnte zu gravierenden Umwälzungen in jener Epoche beigetragen haben, meinen Wissenschaftler: Hochkulturen in Indonesien, Persien und Südamerika verschwanden; Dürren hatten ihnen zugesetzt. Großstädte verfielen, in Byzanz kam es 536 zu andauerndem Vandalismus [...] Geoforscher haben den Kreis möglicher Verursacher eingegrenzt: Nur ein großer Vulkan oder ein Meteorit kommen in Frage. [...] Wissenschaftler haben Hinweise auf einen gewaltigen Meteoriteneinschlag gefunden. Zusammen mit anderen Indizien schält sich ein dramatisches Szenario heraus: Offenbar hat die frühmittelalterliche Klimakatastrophe zehn Jahre gedauert, ausgelöst von mindestens zwei monströsen Naturereignissen, berichten Wissenschaftler auf dem Herbsttreffen der American Geophysical Union (AGU) in San Francisco. [...] Sowohl im Meeresgrund vor Australien als auch im Eis Grönlands hatten die Forscher Partikel eines zerplatzten Meteoriten entdeckt. Ihr Ergebnis: Der Meteorit käme als Auslöser in Frage. Er sei in der Zeit um das Jahr 539 herum niedergegangen, berichten die Geologen auf der AGU-Tagung. [...] [Darüber hinaus ...] entdeckten skandinavische Forscher 2008 in Eisbohrkernen in der Antarktis Schwefelablagerungen, die sie in etwa dem Jahr 534 zuordnen konnten. Vermutlich habe eine heftige Vulkaneruption in den Tropen den Schwefel über die Welt verstreut, schrieben die Wissenschaftler. [...] Der Meeresforscher Mike Baillie von der Queen's University Belfast in Nordirland meint, es habe zwei Naturkatastrophen gegeben. Seine Annahme steht im Einklang mit Baumringen und historischen Quellen, die auf Dürreperioden bis Mitte der 540er-Jahre hindeuten. Vermutlich habe es erst einen großen Vulkanausbruch gegeben, gefolgt von einem Meteoriteneinschlag, meint Mike Baillie. Ein Jahrzehnt lang könnte die Welt von Staubwolken eingehüllt gewesen sein. Würde sich nur eine dieser Katastrophen in der modernen Welt wiederholen, kämen die Folgen einem weltweiten Atomkrieg gleich."

und fällt, wovon das eine, unser altbekanntes ^{14}C in den Eiskernen erhalten bleibt, während das andere, Beryllium ^{10}Be , in den Baumringen eingebaut wird. Aus dem gekoppelten Schwankungsmuster soll ein neuer Kalender entstehen. Konkret: Man will "eine neue Radiokarbon-Eichkurve ... erstellen" ([Universität Heidelberg](#), 01.08.2008), die die Eiskerne besser datieren hilft.

9.7 Warvenchronologie

Die Warvenchronologie schließlich heißt auch Bändertonatierung oder Bändertonkalender und stützt sich auf Auszählung schichtweiser Ablagerungen von Sedimenten in Seen, Sümpfen, Flüssen und Meeren, die man Warven nennt (nach schwedisch *varvig lera* = geschichteter Ton; Begründer der Warvenchronologie war der schwedische Geologe Gerard Jakob De Geer, 1858–1943). Man versucht dann die Auszählung mittels zusätzlicher Anhaltspunkte in einen absoluten Zeitrahmen einzureihen und so eine Altersangabe nach Warvenjahren zur Verfügung zu haben. Auch hier ergeben sich erhebliche und weitreichende Bedenken: Die Annahme, dass die Tonbänder um 1 Schicht/Jahr wachsen, stößt sich mit dem Fakt, dass viele Schichten pro Jahr während der vielen nachgewiesenen kataklysmischen Fluten entstehen. So werden in der nordeuropäischen Tiefebene Sand-, Lehm- und Geröllformationen eher durch die Tätigkeit außerordentlicher Wassermassen erklärt als durch langsame, behutsame Sedimentierung. In einem wie chaotischen und theoriwidrigen Umfeld die Warvenchronologie zurecht kommen muss, zeigen Findlinge, Grund- und Endmoränen und glatt geschliffene Felsplateaus in Kalifornien, Afrika und Australien, obwohl es dort nie unsere klassischen Eiszeiten und Gletscher gab (Zillmer 2008, 221–222). Die gängige geologische Erklärung hierfür ist, dass es in viel früherer Zeit, im Proterozoikum (vor 1 Mrd. bis 500 Mio. Jahren) mehrere archaische Kontinentalverschiebungen und archaische Eiszeiten gab (Zillmer 2008, 223). Aber diese Erklärung versagt vor dem Fakt, dass die oft nach Tausenden zählenden Findlinge, Moränen und glatt geschliffenen Felsplateaus *in situ* auf der Oberfläche erhalten geblieben sind trotz 1 Mrd. Jahre Erosion, Frost, Vulkanismus, Gebirgsbildung, Subduktion. Der uniformitarkritische Geologe K. Kotulla bilanziert De Geers Warvenchronologie wie folgt:

„Die Möglichkeit anderer Ursachen als die eines jahreszeitlichen Temperaturrehythmus ... zieht De Geer nicht in Betracht. Hochenergetische katastrophische) Ereignisse im Zuge des Abschmelzens der Eisschilde (u. a. Dammbrüche von Glazialseen, sog. glacial lake outburst floods; z. B. Lake-Missoula-Flut, Bretz 1969³ oder Bildung des Englischen Kanals, Gupta et al. 2007⁴ zeugen von außergewöhnlichen Extrembedingungen und gigantischen Wassermengen und -bewegungen, die nicht mit heutigen Schmelzwasserbildungen vergleichbar sind. Viel wahrscheinlicher sind Ereignisse signifikanter Warmluft bzw. Warmmassen-Zufuhr sowie Regen- oder Starkregen-Ereignisse, die den Abschmelzprozess nicht nur initiierten, sondern verstärkten und beschleunigten. Ein weitverzweigtes Strömungsnetz am Grunde des Eises mit schießenden Wassern wird die Eismassen zusätzlich von unten erodiert und aufgelöst haben. Diese Ereignisse könnten mehrmals im Jahr stattgefunden haben, in ihrer Ergänzung oder Wechselwirkung möglicherweise einige Dutzende Mal pro Jahr. Bei beispielsweise 36 dieser Ereignisse in einem Kalenderjahr wäre die Relation 36 ‘Warven’ = 1 Jahr [...] Gleichgültig welches Lehrbuch aufgeschlagen, welches Lexikon bemüht, welche Web-Seite angeklickt wird, seit De Geers ‘Geo‘- bzw. Warvenchronologie (1912) werden (unechte) Warven mit Kalenderjahren gleichgesetzt (was wie eine Warve aussieht ist eine Warve) und diese Art der ‘Jahresschichtenzählung’ als absolute Datierungsmethode ausgelobt. De Geer aber hat einen Jahresschichten-Nachweis nicht erbracht; mangels Unkenntnis über die Bildungsdauer der ‘Warven’ können – unabhängig von der lückenhaften Chronologie – auch keine 12000 Jahre ausgewiesen werden. Im Lichte moderner Sedimentologie sind die einzelnen Lagen vielmehr als Ereignislagen zu deuten. Wie häufig diese Ereignisse in einem Kalenderjahr stattgefunden haben, ist nicht bekannt; im Kontext des Gesamtgeschehens scheint eine Größenordnung bis zu mehreren Dutzend Mal pro Jahr(Hochphase) wahrscheinlich.“ (*Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. Online-Loseblattsammlung* auf www.wort-und-wissen.de, 3.10, 2013)

Vgl. dazu auch Whitcomb/Morris 1977, 433–440 und Garner 2011, 87, der von fünf Lagen pro Jahr im Schweizer Walensee berichtet, verursacht durch schnelle Unterströmungen. Viele packen daher den Stier bei den Hörnern und ziehen aus diesen Daten den bekannten Schluss, dass erratische Blöcke (Findlinge) und Geschiebelehm, Grundmoränen, Endmoränen, Sander (die ganze sog. glaziale Serie) überhaupt viel besser und zwangloser als Flutrelieks riesenhafter Flutwellen und einer Vereisung der ganzen Erde erklärt werden können (Zillmer 2008, 223) als mit der Eiszeittheorie (Blöss 2000, 49). Dies umso mehr als die Erklärung von Erosion, Staubdrift, Findlingen, Ausschürfungen von Seen und Tälern und Auffüllung mit Lehm und Steinen und Sand durch das Eis kontraintuitiv ist: Eisdecken konservieren und

³ Bretz, J. H. (1969) The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland. In: *Journal of Geology* 77, 503-543.

⁴ Gupta, S/Collier, J. S./Palmer-Felgate, A/Potter, G. (2007) Catastrophic flooding origin of shelf valley systems in the English Channel. In: *Nature* 448, 342-5.

schützen vielmehr gegen erodierende Witterungseinflüsse und gegen aktualistische Wirkungen von Eis. Und Eisdecken sind physikalisch sicher nicht in der Lage, Findlinge, Geröll und Schutt bergauf und landeinwärts – wie oft zu beobachten – zu transportieren. K. J. Hsü (*Die letzten Jahre der Dinosaurier*, Basel 1990) entwickelt ein detailliertes Szenario, wonach nach einem Meteoriteneinschlag monatelang 5–10 m Regen am Tag fielen, welche Niederschlagsmenge später als Schnee niederging, woraus Schneezeiten, Eisschilde und Gletscher werden (Blöss 2000, 200). Eine aufschlussreiche Untersuchung hierzu stammt von F. Röthlisberger: *10000 Jahre Gletschergeschichte der Erde*, Aargau 1986. Er benennt C-14-datierte globale Gletschervorstöße 10000 und 4500/5000 v. C. (Blöss 2000, 186) mit einer Lücke von 10000 bis 5000 v. C.

Wie offen und mehrdeutig selbst diese Befunde sind, zeigt folgendes, durchaus realistisches Gedankenexperiment: Wenn beim *ersten* Vorstoß, vor 10000 Jahren, die C-14-Produktion durch atmosphärische Veränderungen um 100 % größer gewesen wäre, dann würde das C-14-Alter von 10000 auf 5000 Jahre zurückgehen (Blöss 2000, 189). Wenn andererseits beim *zweiten* Vorstoß, vor 5000 Jahren, umgekehrt eine C-14-Depression durch ein Großereignis wie einer Sintflut erfolgt wäre (indem eine C-14 Absorption durch fossiles Wasser in der Atmosphäre stattgefunden hätte) dann würde eine Alterssteigerung von 5000 auf 10000 Jahre gemessen werden. Im Fazit heißt das: Die beiden globalen Gletschervorstöße 10000 und 4500/5000 v. C. wären in diesem Fall identisch. W. F. Libby, der 1947 die C-14 Methode erfand, nannte als deren Voraussetzungen, dass (i) die kosmische Strahlungsmenge in den letzten 30000 Jahren gleichblieb und (ii) die Wassermenge der Ozeane unverändert blieb (wegen der Absorption von C-14 durch die Ozeane).

Garner 2011, 209–225 nennt als Bedingungen einer Eiszeit kalte Sommer (10–12° C) plus hoher Schneefall (200 % des derzeitigen Wertes) plus längerer Zeitraum. Die Erde habe nun, so Garner, bei der Sintflut Ozeanwasser von 30° C Temperatur aufgewiesen statt der heutigen 4° C. Die Verdunstung erfolgte somit dreimal schneller als bei 10° und sieben Mal schneller als bei 0°. Das verdunstete Wasser fällt als Regen/Schnee zurück. Dazu stark erhöhter Vulkanismus: 68 Aschefälle bis 10 Mio km² während der Eiszeit im Westen der USA, wegen der riesigen Staubmengen in der Atmosphäre, welche auch einen Abkühlungseffekt hatten und kalte Sommer erzeugen konnten. Die Eiszeit selbst ist eher als „Schneeblitz“ anzusprechen, der 174–1765 Jahre bis zum Eiszeitmaximum dauerte. Also keine 50 Eiszei-

ten in 2,6 Mio. Jahren. Das Abschmelzen erfolgte in 100–200 Jahren und zog Flutkatastrophen nach sich (Ärmelkanal!). Die Oszillationen der Eisdicke und -fläche führten zu unterschiedlichen Sedimentgrenzen. Die Bildungszeit von Eisschutt wie z.B. Moränen spricht nicht dagegen: Heutiger Gletscherschutt in Höhe von 1–5 Metern entsteht in 200 Jahren (Glacier Bay, Alaska): Der Eiszeitschutt in Kanda hat keine wesentlich andere Höhe: 2–10 Meter. Vgl. heutiger Gletscherschutt in Höhe von 1–5 Metern entsteht in 200 Jahren (Glacier Bay, Alaska): Der Eiszeitschutt in Kanda hat eine Höhe von 2–10 Metern.⁵

⁵ *Hinweis:* Wer einen kompakten Überblick zu Ansatzpunkten und Argumenten der Kritik an den in diesem Menu vorgestellten Datierungsmethoden sucht, findet einen solchen bei dem Geologen M. Kotulla (2014) *Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung*. Online-Loseblattsammlung, Stand: 1. Ergänzungslieferung 03/2014, <http://www.wort-und-wissen.de/loseblattsammlung.html>.

Literaturverzeichnis

Logik und Wissenschaftstheorie

- Abela, P. (2006) The Demands of Systematicity: Rational Judgment and the Structure of Nature. In: G. Bird (ed.) *A Companion to Kant*, Oxford, 408—422.
- Anderson, J. M. / Johnstone H. W., Jr. (1962) *Natural Deduction. The Logical Basis of Axiom Systems*, Belmont Ca.
- Andreas, H. (2007) *Carnaps Wissenschaftslogik: eine Untersuchung zur Zweistufenkonzeption*, Paderborn.
- Aristoteles (1987) *Zweite Analytiken* (hrsg. von H. Seidl), Würzburg/Amsterdam.
- Baumann, P. (2015) *Erkenntnistheorie*, 3. Aufl. Berlin / Heidelberg.
- Bochenski, I. M. (1993) *Die zeitgenössischen Denkmethode*, 10. Aufl. Tübingen/Basel.
- Bortz, J./Döring, N. (1995) *Forschungsmethoden und Evaluation*, 2. Aufl. Berlin/Heidelberg/New York et al.
- Brendel, E./Jäger, Ch. (eds.) (2005) *Contextualisms in Epistemology*, Dordrecht.
- Britton, G. B. (1978) *Kant's Theory of Science*, Princeton.
- Butterfield, J. (Autor) / Gabbay, D. M. (Hrsg.) / Woods, J. H. (Hrsg.) (2006) *Philosophy of Physics*, Amsterdam.
- Butts, R. E. (1961) Hypothesis and Explanation in Kant's Philosophy of Science. In: *Archiv f. Gesch. d. Philosophie* 43, 153—170.
- Butts, R. E. (1984) *Kant and the double Government. Methodology — Supersensibility and Method in Kant's Philosophy of Science*, Dordrecht/Boston/Lancaster.
- Carnap, R. (1956) *Meaning and Necessity*, 2. Aufl. Chicago.
- Carnap, R. (1961 [1928]) *Der logische Aufbau der Welt*, 2. Aufl. Hamburg.
- Carnap, P. R. (1958) Beobachtungssprache und theoretische Sprache. In: *Dialectica* 12, 236—248.
- Carnap, P. R. (1960 [1956]): The Methodological Character of Theoretical Concepts. In: H. Feigl/M. Scriven (eds.) *Minnesota Studies in the Philosophy of Science I*, Minneapolis [dt. in *Zeitschrift für Philosophische Forschung* 14 (1960), 209—233 und 571—596].
- Carnap, R. (1993) *Mein Weg in die Philosophie*, Stuttgart.
- Carruthers, P./ Laurence S./Stich, S. (eds.) (2005) *The Innate Mind: Structure and Contents*, Oxford.
- Chomsky, N. (1970) *Sprache und Geist*, Frankfurt a. M.
- Chomsky, N. (1981) *Regeln und Repräsentationen*, Frankfurt a. M.
- Churchland, P. M. (1992a) *Matter and Consciousness. A Contemporary Introduction to the Philosophy of Mind*, 4. Aufl. Cambridge, Mass./London, Engl.
- Churchland, P. (1992b) *A Neurocomputational Perspective. The Nature of Mind and the Structure of Science*, Cambridge, Mass./London, Engl.

- Churchland, P. (1992c) The Ontological Status of Observables: In Praise of the Super-empirical Virtues. In ders.: *A Neurocomputational Perspective. The Nature of Mind and the Structure of Science*, Cambridge, Mass./London, Engl., 139—151.
- Cocchiarella, N. B. (1989) Philosophical Perspectives on Formal Theories of Predication. In: D. M. Gabbay/F. Guentner (eds.) *Handbook of Philosophical Logic*, Bd. IV: *Topics in the Philosophy of Language*, Dordrecht/Boston/London, 254—326.
- Davidson, D. (1993) *Der Mythos des Subjektiven*, Stuttgart.
- Deely, J. et al. (eds.) (1986) *Frontiers in Semiotics*, Bloomington.
- Dennett, D. (1996) *Kinds of Minds*, New York [dt.: *Spielarten des Geistes*, München 2001].
- Düsing, K. (1986) *Die Teleologie in Kants Weltbegriff*, 2. Aufl. Bonn.
- Engels, E.-M. (1987) Kritische Überlegungen zur „kaputten“ Erkenntnis- und Realismuskonzeption der Evolutionären Erkenntnistheorie und ein „Reparaturvorschlag“. In: W. Lütterfelds (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 229—260.
- Esfeld, M. (2002) *Holismus in der Philosophie des Geistes und in der Philosophie der Physik*, Frankfurt.
- Esfeld, M. (2011) *Einführung in die Naturphilosophie*, 2. Aufl. Darmstadt.
- Förster, von et al. (1995) *Einführung in den Konstruktivismus*, 2. Aufl. München/Zürich.
- Frank, M. / Zanetti, V. (Hrsg.) (2009) *Immanuel Kant. Kritik der Urteilskraft. Schriften zur Ästhetik und Naturphilosophie*. Text und Kommentar, Frankfurt am Main.
- Friedman, M. (1992) *Kant and the Exact Sciences*, Cambridge, Mass.
- Friedman, M. (1999) *Reconsidering Logical Positivism*, Cambridge.
- Friedman, M. (2001) *Dynamics of Reason. The 1999 Kant Lectures at Stanford University*, Stanford.
- Friedman, M. (2002) Kant, Kuhn, and the Rationality of Science. In: *Philosophy of Science* (Chicago) 69, 171—190.
- Friedman, M./Creath, R. (eds.) (2007) *The Cambridge Companion to Carnap*, Cambridge.
- Gadamer, H.-G. (1990) *Wahrheit und Methode I. Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik*, 6. Aufl. Tübingen.
- Gadamer, H.-G. (1993) *Wahrheit und Methode II. Ergänzungen und Register*, 2. Aufl. Tübingen.
- Gärdenfors, P. (2000) *Conceptual Spaces. The Geometry of Thought*, Cambridge, Mass.
- Gerhardt, V. (1998) Die Disziplin der reinen Vernunft, 1. Abschnitt (A738/B766—A794/B822). In: G. Mohr/M. Willaschek (Hrsg.) *Immanuel Kant. Kritik der reinen Vernunft*, Berlin, 571—595.
- Goy, I. (2017) *Kants Theorie der Biologie* [= Kantstudien-Ergänzungsheft 190], Berlin / Boston.
- Goy, I. / Watkins, E. (eds.) (2014) *Kant's Theory of Biology*, Berlin / Boston.
- Grau, Ch. (ed.) (2005) *Philosophers Explore the Matrix*, Oxford.
- Grundmann, Th. (2017) *Analytische Einführung in die Erkenntnistheorie*, 2. Aufl. Berlin / Boston.
- Hanna, R. (2006) *Kant, Science, and Human Nature*, Oxford.
- Heisenberg, W. (1990 [1942]) *Ordnung der Wirklichkeit*, 2. Aufl. München/Zürich
- Heisenberg, W. (1994) *Quantentheorie und Philosophie*, Stuttgart.
- Hintikka, J. (1996) Strategic thinking in Argumentation and Argumentation theory. In: *Revue Internationale de Philosophie* 50, 92—130.

- Husserl, E. (1980 [1900/01]) *Logische Untersuchungen*, 6. Aufl. Tübingen.
- Husserl, E. (1981 [1929]) *Formale und Transzendente Logik*, 2. Aufl. Tübingen.
- Janich, P. (1987) Evolution der Erkenntnis oder Erkenntnis der Evolution? In: W. Lütterfelds, (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 210—226.
- Janich, P. / Weingarten, M. (1999) *Wissenschaftstheorie der Biologie. Methodische Wissenschaftstheorie und die Begründung der Wissenschaften*, München.
- Kanitscheider, B. (2013) *Natur und Zahl. Die Mathematisierbarkeit der Welt*, Berlin / Heidelberg.
- Kitcher, P. (1990) *Kant's Transcendental Psychology*, New York/Oxford.
- Krausser, P. (1987) Transzendente und evolutionäre Erkenntnistheorie. In: W. Lütterfelds (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 334—357.
- Künne, W. (2007) *Abstrakte Gegenstände. Semantik und Ontologie*, 2. Aufl. Frankfurt am Main.
- Kuhn, Th. S. (1991) *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, 11. Aufl. Frankfurt a. M.
- Kutschera, F. v. (1993) *Die falsche Objektivität*, Berlin/New York.
- Lorenz, K. (1973) *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens*, München/Zürich.
- Mainzer, K. (2007) *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*, 5. Aufl. Berlin.
- Martin, G. (1969) *Immanuel Kant. Ontologie und Wissenschaftstheorie*, 4. Aufl. Berlin.
- Maturana, H. (1985) *Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit: Ausgewählte Arbeiten zur biologischen Epistemologie*, 2. Aufl. Braunschweig.
- McDowell, J. (1994) *Mind and World*, Harvard.
- McDowell, E./Sosa, C./A. J. Cradey (1992) *Testimony. A Philosophical Study*, Oxford.
- Meixner, U. (1997) *Ereignis und Substanz. Die Metaphysik von Realität und Realisation*, Paderborn.
- Meixner, U. (2001) *Theorie der Kausalität. Ein Leitfaden zum Kausalbegriff in zwei Teilen*, Paderborn.
- Nagel, Th. (2012) *Mind and Cosmos. Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Certainly False*, Oxford [dt.: *Geist und Kosmos: Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist*, Berlin 2013].
- Natterer, P. (1999) *Identität und Systemstelle der Psychologie und Formalen Logik in der kantischen Theorie der Erfahrung*, Mainz.
- Natterer, P. (2003) *Systematischer Kommentar zur Kritik der reinen Vernunft. Interdisziplinäre Bilanz der Kantforschung seit 1945*, Berlin/New York.
- Natterer, P. (2010) *Philosophie der Logik. Mit einem systematischen Abriss der Kant-Jäsche-Logik*, Norderstedt.
- Oeser, E. (1987) Evolutionäre Wissenschaftstheorie. In: W. Lütterfelds (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 51—63.
- Onnasch, E.-O. (Hrsg.) (2009) *Kants Philosophie der Natur. Ihre Entwicklung im Opus postumum und ihre Wirkung*, Berlin / New York.
- Parrini, P. (ed.) (1994) *Kant and Contemporary Epistemology*, Dordrecht/Boston/London.
- Piaget, J. (1974) *Biologie und Erkenntnis. Über die Beziehungen zwischen organischen Regulationen und kognitiven Prozessen*, Frankfurt a. M.
- Piaget, J. (1992) *Einführung in die genetische Erkenntnistheorie*, 5. Aufl. Frankfurt a. M.

- Piattelli-Palmarini, M. (1980) *Language and Learning: the Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*, Cambridge, Mass.
- Popper, K. R. (1963) *Conjectures and Refutations*, London [dt.: *Vermutungen und Widerlegungen. Das Wachstum der menschlichen Erkenntnis*, Tübingen 1994/1997].
- Popper, K. R. (1989) *Logik der Forschung*, 9. Aufl. Tübingen.
- Popper, K. R. (1994) *Alles Leben ist Problemlösen*, München/Zürich.
- Putnam, H. (1981) *Reason, Truth and History*, Cambridge 1981 [dt.: *Vernunft, Wahrheit und Geschichte*, Frankfurt a. M. 1982].
- Putnam, H. (1993) *Von einem realistischen Standpunkt. Schriften zur Sprache und Wirklichkeit*, Hamburg
- Putnam, H. (2004) *Die Bedeutung von Bedeutung*, 2. Aufl. Frankfurt a. M.
- Putnam, H. (2001) *The Threefold Cord: Mind, Body and World*, Berkeley, Cal.
- Quine, W. V. O. (1961) *From a logical point of view*, 2. Aufl. Cambridge, Mass.
- Quine, W. V. O. (1977) *The Ways of Paradox and other Essays*, 2. Aufl. Harvard.
- Quine, W. V. O. (1998 [1960]) *Wort und Gegenstand*, Stuttgart.
- Radke, G. (2003) *Die Theorie der Zahl im Platonismus. Ein systematisches Lehrbuch*, Tübingen / Basel.
- Radnitzky, G./ Bartley, W. W. III (eds.) (1993) *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, 3. Aufl. La Salle, Illinois.
- Rescher, N. (1999) *Kant and the Reach of Reason: Studies in Kant's Theory of Rational Systematization*, Cambridge.
- Rock, I. (1985) *Wahrnehmung. Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen*, Heidelberg.
- Rohs, P. (1996) *Feld — Zeit — Ich: Entwurf einer feldtheoretischen Transzendentalphilosophie*, Frankfurt a. M.
- Salmon, W. C. (1998) *Causality and Explanation*, Oxford.
- Schmitt, Arbogast: *Die Moderne und Platon. Zwei Grundformen europäischer Rationalität*, 2. Aufl. Stuttgart 2008
- Schopper, H. (1991) Was heißt Materie? Beiträge der Elementarteilchenphysik zum Weltverständnis. In: Thomas, H. (Hrsg.) *Naturherrschaft. Wie Welt und Mensch sich in der Wissenschaft begegnen*, Herford, 19—20.
- Schmitt, A. (2008) *Die Moderne und Platon. Zwei Grundformen europäischer Rationalität*, 2. Aufl. Stuttgart.
- Schmitz, M. (2010) *Analysis — Eine Heuristik wissenschaftlicher Erkenntnis. Platonisch-aristotelische Methodologie vor dem Hintergrund ihres rhetorisch-technisch beeinflussten Wandels in Mathematik und Philosophie der Neuzeit und Moderne*, Freiburg.
- Schulz, W. (2001) *Philosophie in der veränderten Welt*, 6. Aufl. Stuttgart.
- Seebohm, Th. M. (1984) *Philosophie der Logik* [Handbuch der Philosophie Bd. 5], Freiburg/München.
- Seebohm, Th. M./Føllesdal, D./Mohanty, J.N. (eds.) (1991a) *Phenomenology and the Formal Sciences*, Dordrecht/Boston/London.
- Seebohm, Th. M. (2005) *Hermeneutics, Method, and Methodology*, Berlin / Heidelberg / Dordrecht.
- Seiffert, H. (1991) *Einführung in die Wissenschaftstheorie*, 3 Bde., München.
- Simon, J. (1987) Zur „Möglichkeit“ der Erkenntnis. In: W. Lütterfelds (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 387—408.

- Stegmüller, W. (1991) *Das Problem der Induktion: Humes Herausforderung und moderne Antworten. Der sogenannte Zirkel des Verstehens*, Darmstadt.
- Stuhlmann-Laeisz, R. (2002) *Philosophische Logik*, Paderborn.
- Tugendhat, E./Wolf, U. (1997) *Logisch-semantische Propädeutik*, Stuttgart.
- Vollmer, G. (1983) *Evolutionäre Erkenntnistheorie. Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie*, 3. Aufl. Stuttgart.
- Vollmer, G. (1987) Eine Kopernikanische Wende? Zur Kritik an der Evolutionären Erkenntnistheorie. In: Lütterfelds, W. (Hrsg.) *Transzendente oder evolutionäre Erkenntnistheorie?*, Darmstadt, 81—113.
- Wezsäcker, C. F. v. (2002) *Ein Blick auf Platon. Ideenlehre, Logik und Metaphysik*, Stuttgart.
- Wright, G. H. v. (1991) *Erklären und Verstehen*, 3. Aufl. Frankfurt a. M.

Physik, Astronomie und Geologie

- Agricola, G. (1546) *De natura fossilium*, Leipzig.
- Agricola, G. (1556) *De re metallica*, Basel.
- Alvarez L. W./Alvarez W./Asaro F./Michel H. V. 1980) *Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction*. In: Science 208, 1095—1108.
- Alvarez, W./Asaro, F. (1990) Die Kreide-Tertiär-Wende: ein Meteoriteneinschlag? In: *Spektrum der Wissenschaft*, 12/1990, 52—59.
- Appenzeller, I. (Hrsg.) (1988) *Kosmologie. Struktur und Entwicklung des Universums*, 4. Aufl. Heidelberg.
- Auyang, S. Y. (1995) *How is Quantum Field Theory Possible?*, New York
- Bahlburg, H./Breitkreuz, Ch. (2018) *Grundlagen der Geologie*, 5. Auflage Berlin / Heidelberg.
- Barrow, J. D. (1991) *Theories of Everything. The Quest for Ultimate Explanation*, Oxford; Neubearbeitung als: *New Theories of Everything*, Oxford 2007; [Dt: (1992) *Theorien für Alles. Auf der Suche nach der Weltformel*, Heidelberg/Berlin/New York (TB: Reinbek 1994)].
- Beckers, M. (Hrsg.) (2017) *Die Struktur des Kosmos*, Berlin / Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft.
- Beerling, D. (2007) *The Emerald Planet: How Planets Changed Earth History*, Cambridge.
- Berner, U. / Streif, H. (Hrsg.) (2004) *Klimafakten. Der Rückblick — ein Schlüssel für die Zukunft*, 4. vollständig überarbeitete Auflage, Stuttgart.
- Blöss, Ch. (2000) *Ceno-Crash. Neue Überlegungen zum Ursprung und zum Alter des Menschengeschlechtes*, Berlin.
- Blöss, Ch./Hans-Ulrich Niemitz, H.-U. (1997) *C14-Crash. Das Ende der Illusion, mit Radiocarbonmethode und Dendrochronologie datieren zu können*, Gräfelfing.
- Boeyens, J. C. A. (2008) *A Chemistry from First Principles*, Dordrecht.
- Boeyens, J. C. A./Levendis, D. C. (2008) *Number Theory and the Periodicity of Atomic Matter*, Dordrecht.
- Born, M. (1965) *Die Relativitätstheorie Einsteins* 5. Aufl. Berlin.

- Borys M. Didyk/Bernd R. T. Simoneit (1989) *Hydrothermal Oil of Guaymas Basin and Implications for Petroleum Formation Mechanisms*. In: *Nature*, Vol. 342, 2. November 1989, 65—69.
- Bretz, J. H. (1969) The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland. In: *Journal of Geology* 77, 503—543.
- Butterfield, J. (Autor) / Gabbay, D. M. (Hrsg.) / Woods, J. H. (Hrsg.) (2006) *Philosophy of Physics*, Amsterdam.
- Carrier, M. (2009) *Raum-Zeit*, Berlin / New York.
- Dalrymple, G. B. (1994) *The Age of the Earth*, Stanford.
- Dalrymple, G. B. (2004) *Ancient Earth, Ancient Skies: The Age of Earth and its Cosmic Surroundings*, Stanford.
- Davies, P. C. W. / Brown, J. R. (1988) *Der Geist im Atom. Eine Diskussion der Geheimnisse der Quantenphysik*, Basel/Boston/Berlin [TB Frankfurt 1993; orig: *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics*, Cambridge University Press ¹⁰2010]
- DeYoung, D. (2005) *Thousands, not Billions, Challenging an Icon of Evolution*, Master Books.
- Dorato, M. (2005) *The Software of the Universe. An Introduction to the History and Philosophy of Laws of Nature*, Aldershot.
- Dowe, Ph. (2000) *Physical Causation*, Cambridge.
- Dürr, H.-P. (2000) *Das Netz des Physikers*, 3. Aufl. München.
- Elicki, O. / Breitkreuz, Ch. (2016) *Die Entwicklung des Systems Erde*, Berlin / Heidelberg.
- Elsfeld, M. (2011) *Einführung in die Naturphilosophie*, 2. Aufl. Darmstadt.
- Falkenburg, B. (1995) *Teilchenmetaphysik. Zur Realitätsauffassung in Wissenschaftsphilosophie und Mikrophysik*, 2. Aufl. Heidelberg / Berlin / Oxford.
- Frebel, A. (2008) Auf der Spur der Sternreise. In: *Spektrum der Wissenschaft*, Sept. 2008, 24—32.
- Friebe, C. / Kuhlmann, M. / Lyre, H. et al. (2015) *Philosophie der Quantenphysik*, Berlin / Heidelberg.
- Friedman, M. (1983) *Foundations of Space-Time Theories: Relativistic Physics and Philosophy of Science*, Princeton.
- Fritzsche, H. (2015) *Quantenfeldtheorie — Wie man beschreibt, was die Welt im Innersten zusammenhält*, Heidelberg / Wiesbaden.
- Grehn, J. et al (Hrsg.) (1992 [2014]) *Metzler Physik*, 2. Aufl. Hannover.
- Grotzinger, J. / Jordan, Th. (2017) *Press / Siever. Allgemeine Geologie*, 7. Aufl. Berlin / Heidelberg ⁷2017.
- Gupta, S./Collier, J. S./Palmer-Felgate, A/Potter, G. (2007) Catastrophic flooding origin of shelf valley systems in the English Channel. In: *Nature* 448, 342—5.
- Hawking, S. W. (1997) *Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Weltformel*, Reinbek bei Hamburg.
- Heisenberg, W. (1990 [1942]) *Ordnung der Wirklichkeit*, 2. Aufl. München/Zürich.
- Humboldt, A. v. (1845—1862) *Kosmos — Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart.
- Janich (1985) *Protophysics of Time*, Dordrecht / Boston / Lancaster.
- Janich, P. (1997) *Das Maß der Dinge. Protophysik von Raum, Zeit und Materie*, Frankfurt / Main.

- Julien, P. Y. (1995) *Erosion and Sedimentation*, Cambridge, Mass.
- Keys, D. (1999) *Als die Sonne erlosch. 535 n. Chr.: Eine Naturkatastrophe verändert die Welt*, München.
- Kim, J. (1992) „Downward Causation“ in Emergentism and Nonreductive Physicalism. In: A. Beckermann/H. Flohr/J. Kim (Hrsg.) *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*, Berlin/New York, 119—138.
- Kim, J. (2000b) Making Sense of Downward Causation. In: P. B. Andersen/C. Emmeche/N. O. Finnemann/P. Voetmann Christiansen (eds.) *Downward Causation. Minds, Bodies and Matter*, Århus, 305—321.
- Kim, J. (2008) *Physicalism, or Something Near Enough*, 3. Aufl. Princeton/Oxford [¹2005].
- Kistler, M. (1999) *La causalité et les lois de la nature*, Paris.
- Kotulla, M. (2013) *Grönländische Eiskerndaten und ihre Interpretation: Absolute Datierung durch Zählung von Jahresschichten?*, E-Papier/W+W Special Paper G-13-1, Baiersbrunn.
- Kuhlmann, M. (2010) *The Ultimate Constituents of the Material World. In Search of an Ontology for Fundamental Physics*, Frankfurt a. M.
- Lalomov, A. et al. (2003) Soviet Scientists and Academics debate Creation-evolution Issue. In: *Technical Journal* 17/1, 67—69.
- Laskar, J. (1989) A Numerical Experiment on the Chaotic Behaviour of the Solar System. In: *Nature* 338, 16. März 1989, 237—238.
- Lyell, Ch. (1875) *Principles of Geology*, 12. Aufl. London [¹1830—1833].
- Macquaker, J. H. S./Bohacs, K. M. (2007) Geology. On the Accumulation of Mud. In: *Science*, 14 December 2007, 1734—1735.
- Meixner, U. (2009) *Philosophische Anfangsgründe der Quantenphysik*, Frankfurt a. M. et al.
- Meschede, D. (Hrsg.) (2002 [²²2015]) *Gerthsen Physik*, 21. Aufl., Berlin / Heidelberg / New York et al.
- Mittelstaedt, P. (1989) *Philosophische Probleme der modernen Physik*, 7. Aufl. Mannheim/Berlin/Zürich.
- Natterer, P. (2010) *Philosophie der Physik. Mit einem Abriss der physikalischen Grundlagenforschung*, Norderstedt.
- Plichta, P. (2006) *Gottes geheime Formel. Die Entschlüsselung des Welträtsels und der Primzahlcode*, 8. Auflage München.
- Press, F./Siever, R. (2003) *Allgemeine Geologie*, 3. Auflage Heidelberg [orig.: *Understanding Earth*, New York].
- Putnam, H. (2001) *The Threefold Cord: Mind, Body and World*, Berkeley, Cal.
- Rees, M. (1999) *Just six numbers*, London.
- Rees, M. (2001) *Our Cosmic Habitat*, London.
- Röthlisberger, F. (1986) *10000 Jahre Gletschergeschichte der Erde*, Aargau.
- Rohs, P. (1996) *Feld—Zeit—Ich: Entwurf einer feldtheoretischen Transzendentalphilosophie*, Frankfurt a. M.
- Roth, A. A. (1986) Some Questions About Geochronology. In: *Origins* 13, Nr. 2, 64—85.
- Rutte, E. (1990) Die Fossilfundstellen des Mittelmaincromer im stratigraphischen Vergleich mit den benachbarten Fundstellen. In: *Quartärpaläontologie* 8, Berlin, 233—236.
- Salmon, W. C. (1998) *Causality and Explanation*, Oxford.
- Schieber, J./Southard, J./Thaisen, K. (2007) Accretion of Mudstone Beds from Migrating Floccule Ripples. In: *Science*, 14 December 2007, 1760—1763.

- Smolin, L. (1997) *The Life of the Cosmos*, London.
- Stanley, S. M. (1994) *Historische Geologie. Eine Einführung in die Geschichte der Erde und des Lebens*, Heidelberg / Berlin / Oxford [²2001]. Die vierte Auflage 2015 (mit Ko-Autor John A. Luczaj) liegt unter dem Titel vor: *Earth System History*.
- Steno, N. (1669) *De Solido intra Solidum Naturaliter contento Dissertationis Prodrromus*, Florenz.
- Stewart, I. / Lynch, J. C. (2008) *Expedition Erde. Die Urkräfte unseres Planeten*, München.
- Strohmeyer, I. (1977) *Transzendentalphilosophische und physikalische Raum-Zeit-Lehre*, Köln.
- Sussman, G. J./Wisdom, J. (1992) Chaotic Evolution of the Solar System. In: *Science* 257, 3. Juli 1992, 56—62.
- Thomas, H. (Hrsg.) (1991) *Naturherrschaft. Wie Mensch und Welt sich in der Wissenschaft begegnen*, Herford.
- Van Benthem, J. F. A. K. (1983) *The Logic of Time: a Modal-theoretic Investigation into the Varieties of Temporal Ontology and Temporal Discourse*, Dordrecht.
- Vardiman, L./Snelling, A. E./Chaffin, E. F. (eds.) (2000/2005): *Radioisotopes and the age of the Earth*, Vol. 1 + Vol. 2, Institute for Creation Research, El Cajon, CA [dt.: Bd I *Radioisotope und das Alter der Erde*, Holzgerlingen 2004].
- Velikovskiy, I. (1978) *Welten im Zusammenstoß*, Frankfurt a. M. [*Worlds in Collision*, New York 1950].
- Velikovskiy, I. (1980) *Erde im Aufruhr*, Frankfurt a. M. [*Earth in Upheaval*, New York 1956].
- Weinberg, S. (1992) *Dreams of a Final Theory*, New York.
- Welbourne, M. (1986) *The Community of Knowledge*, Aberdeen.
- Zeyer, K. (1999) *Die methodische Philosophie Hugo Dinglers und der transzendente Idealismus Immanuel Kants*, Hildesheim / New York.

Paläobiologie, Paläanthropologie, Archäologie und Vorgeschichte

- Andree, R. (1891) *Die Flutsagen ethnographisch betrachtet*, o.O.
- Auffermann, B./Orschiedt, J. (2002) *Die Neandertaler*, Stuttgart.
- Baer, K. E. v. (1828/37) *Entwicklungsgeschichte der Tiere*, Riga.
- Bauer, J. (2008) *Das kooperative Gen*, Hamburg.
- Baumann, H. (1936) *Schöpfung und Urzeit des Menschen im Mythos der afrikanischen Völker*, Berlin.
- Behe, M. J. (2006) *Darwin's Black Box. The Biochemical Challenge to Evolution*, 2. Aufl. New York [dt.: *Darwins Black Box. Biochemische Einwände gegen die Evolutionstheorie*, Gräfelfing 2007].
- Brandt, M. (2006) *Wie alt ist die Menschheit?: Demographie und Steinwerkzeuge mit überraschenden Befunden*, 2. Aufl. Holzgerlingen.
- Brandt, M. (2011) *Vergessene Archäologie. Steinwerkzeuge fast so alt wie Dinosaurier*, Holzgerlingen.
- Caduff, G. A. (1997) *Antike Sintflutsagen*, Göttingen.
- Campell, K. L./Wood, J. W. (1988) Fertility in Traditional Societies. In: P. Diggory/M. Potts/S. Teper: *Natural human fertility*, London, 39—69.

- Carey, N. (2013) *The Epigenetic Revolution: How Modern Biology is Rewriting our Understanding of Genetics, Disease, and Inheritance*, New York.
- Cavalli-Sforza, L. L. (1999) *Gene, Völker und Sprachen: Die biologischen Grundlagen unserer Zivilisation*, München/Wien.
- Chalmers, D. J. (1996) *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory*, New York/Oxford.
- Cheney, D. L./Seyfahrt, R. M. (1994) *Wie Affen die Welt sehen*, München.
- Clube, V./Napier, B. (1982) *The Cosmic Serpent*, Universe Pub.
- Cremonesi, M. A. / Thompson, R. L. (1996) *Verbotene Archäologie. Sensationelle Funde verändern die Welt*, Augsburg [orig.: *Forbidden Archeology: The Hidden History of the Human Race*. San Diego 1993].
- Creuzer, F. (1810/12) *Symbolik und Mythologie der alten Völker*, Leipzig.
- Damasio, A. R./Damasio, H. (1992) Sprache und Gehirn. In: *Spektrum des Wissenschaft* 11, 80—92.
- Damasio, A. R. (1994) *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Grosmont, Whitby 1994 [dt.: *Descartes' Irrtum — Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn*, München 1994].
- Damasio, A. R. (1999) *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*, New York 1999 [dt.: *Ich fühle, also bin ich*, München 2000].
- Darwin, Ch. (1875—1887) Charles Darwin's Gesammelte Werke. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Autorisierte deutsche Ausgabe, 19 Bde., Stuttgart.
- Dascal, M. (1996) The dispute on the primacy of thinking or speaking. In: M. Dascal/D. Gerhardus et al. (Hrsg.) *Sprachphilosophie. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung* [= HSK (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft) 7.1 und 7.2], Berlin/New York 7.2, 1012—1041.
- Dascal, M./Gerhardus, D. et al. (Hrsg.) (1996) *Sprachphilosophie. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung* [= HSK (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft) 7.1 und 7.2], Berlin/New York.
- Davies, J. A. (2015) *Life Unfolding: How the Human Body Creates Itself*, Oxford.
- Dawkins, R. (1986) *The Blind Watchmaker*, Harlow.
- Dawkins, R. (2007) *The God Delusion*, London.
- Deevey, E. S. (1960) The Human Population. In *Scientific American* 203 (1960), 195—204.
- Dennell, R. (1997) The World's Oldest Spears. In: *Nature* 385, 27.02.1997, 767—768.
- Dennett, D. C. (1991) *Consciousness explained*, London/New York [dt.: *Philosophie des menschlichen Bewusstseins* (übers. von Franz M. Wuketits), Hamburg 1994].
- Dennett, D. C. (1993) Bedingungen der Personalität. In: P. Bieri (Hrsg.) *Analytische Philosophie des Geistes*, Bodenheim, 303—324.
- Dennett, D. (1995) *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, New York 1995 [dt.: *Darwins gefährliches Erbe. Die Evolution und der Sinn des Lebens*, Hamburg 1997].
- Ehrenreich, P. (1910) *Die allgemeine Mythologie und ihre ethnologischen Grundlagen*, Berlin.
- Eliade, M. (2002) *Geschichte der religiösen Ideen*, 4 Bde., Freiburg/Basel/Wien.
- Eliade, M. (1998) *Die Religionen und das Heilige. Elemente einer Religionsgeschichte*, Frankfurt a. M.

- Eliade, M. (2007 [¹1957]) *Das Heilige und das Profane. Vom Wesen des Religiösen*, 3. Aufl. Frankfurt a. M.
- Fodor, J./Piatelli-Palmarini, M. (2010) *What Darwin Got Wrong*, New York.
- Friedrich, H. (1996) *Erdkatastrophen und Menschheitsentwicklung — Unser kataklysmisches Ur-Trauma*, Efodon.
- Gamble, C. (1996) Die Besiedlung Europas: 70000—4000 Jahre vor heute. In: B. Cunliffe (Hrsg.) *Illustrierte Vor- und Frühgeschichte Europas*, Frankfurt a. M., 13—54
- Gamble, C. (1999) *The Palaeolithic societies of Europe*, Cambridge.
- Gehlen, A. (1986 [1940]) *Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt*, 13. Aufl. Wiesbaden.
- Gould, R. A. (1977) Ethno-archaeology; or where do models come from. In: R. V. S. Wright (ed.) *Stone Tools as Cultural Markers*, New Jersey, 162—168.
- Gould, S. J. (1988) *Time's Arrow, Time's Cycle. Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*, Cambridge, Mass. [dt.: *Die Entdeckung der Tiefenzeit. Zeitpfeil und Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde*, München 1990].
- Gould, S. J. (2004) *Illusion Fortschritt. Die vielfältigen Wege der Evolution*, 3. Aufl. Frankfurt a. M.
- Harris, M. (1968) *The Rise of Anthropological Theory*, London.
- Hartmann, F. (1999) *Der Turmbau zu Babel, Mythos oder Wirklichkeit. Turmbausagen im Vergleich mit der Bibel*, Neuhausen / Stuttgart.
- Hassan, F. A. (1981) *Demographic Archaeology*, New York.
- Hayden, B. (1977) Stone Tool Functions in the Western Desert. In: R. V. S. Wright (ed.) *Stone Tools as Cultural Markers*, New Jersey, 178—188.
- Heinzerling, R. (2004) *Das Impaktszenario sprengt Kurzzeitmodell des biblischen Kreationismus*, Büdingen 2004 [http://www.waschke.de/twaschke/artikel/gast/heinzerling/impakt.htm]
- Hölder, H. (1989) *Kurze Geschichte der Geologie und Paläontologie*, Berlin/Heidelberg/New York.
- Howitt, A. W. (1904) *The Native Tribes of South-East-Australia*, London.
- Hsü, K. J. (1990) *Die letzten Jahre der Dinosaurier*, Basel.
- Hume, D. (1757) *The Natural History of Religion*, London.
- Isaak, M. (2007) *The Counter-Creationism Handbook*, Berkeley/Los Angeles.
- Johnson-Laird, P. N. (1983) *Mental Models*, Cambridge.
- Junker, R./Scherer, S. (2013) *Evolution. Ein kritisches Lehrbuch*, 7. Aufl. Gießen.
- Kitchen, K. (2006) *On the Reliability of the Old Testament*, Grand Rapids / Cambridge.
- Kroeber, A. L. (1906/07) Indian Myths of South Central California. In: *UC Publ. Am. Arch. Ethn.* 4, 167—250; ders.: The Religion of the Indians of California, ebd. 319—356.
- Kutschera, U. (2015) *Evolutionsbiologie*, 4. Auflage Stuttgart.
- Lalomov, A. et al. (2003) Soviet Scientists and Academics debate Creation-evolution Issue. In: *Technical Journal* 17/1, 67—69.
- Lang, A. (1898) *The Making of Religion*, London.
- Lang, A. (1901a) *Magic and Religion*, 2. Aufl. London.
- Lang, A. (1901b) *Myth, Ritual, and Religion*, 2. Aufl. London.
- Lero, B. (2000) *From earth spirits to sky gods. Socioecological Origins of Monotheism*, Lanham, MD.
- Lévy-Bruhl, C. (1912) *La mentalité primitive*, Paris.
- Liebi, R. (2007) *Herkunft und Entwicklung der Sprachen*, 3. Aufl. Holzgerlingen.

- Long, V. P./Baker, D. W./Wenham, G. J. (eds.) (2002) *Windows into Old Testament History: Evidence, Argument, and the Crisis of "Biblical Israel"*, Grand Rapids / Cambridge.
- Lowie, R. H. (1924) *Primitive Religion*, New York.
- Lüken, H. (1869) *Die Traditionen des Menschengeschlechts*, 2. Aufl. Münster.
- Macquaker, J. H. S./Bohacs, K. M. (2007) Geology. On the Accumulation of Mud. In: *Science*, 14 December 2007, 1734—1735.
- Mania, D. (1998) *Die ersten Menschen in Europa*, Stuttgart.
- Mania, D. (2004) Die Urmenschen von Thüringen. In: *Spektrum der Wissenschaft*, Oktober 2004, 38—47.
- McCready Price, G. (1923) *The New Geology. A Textbook for Colleges, Normal Schools, and Training Schools; and for the General Reader*, Mountain View, Calif.
- McKusick, A. V. (1990) *Mendelian Inheritance in Man*, 8. Auflage Baltimore.
- Meyer, S. C. (2009) *Signature in the Cell: DNA and the Evidence for Intelligent Design*, New York.
- Morris, H. E./Whitcomb, J. C. (1960) *The Genesis Flood. The Biblical Record and Its Scientific Implications*, Philipsburg.
- Muck, O. (1956) *Atlantis: die Welt vor der Sintflut*, Olten.
- Müller, M. (1867—1875) *Chips from a German Workshop*, London.
- Müller, M. (1870) *Vorlesungen über Sprachwissenschaft II*, 2. Aufl. Leipzig.
- Münke, W. (1976) *Die klassische chinesische Mythologie*, Stuttgart.
- Natterer, P. (2010) *Philosophie der Biologie. Mit einem systematischen Abriss der Kritik der teleologischen Urteilskraft und einer interdisziplinären Bilanz zur Evolutionsbiologie*, Norderstedt.
- Natterer, P. (2011) *Philosophie des Geistes, Mit einem systematischen Abriss zur Biologischen Psychologie und zur Kognitionswissenschaft*, Norderstedt.
- Newen, A. (2000) Selbst und Selbstbewusstsein aus philosophischer und kognitionswissenschaftlicher Perspektive. In: A. Newen/K. Vogeley (Hrsg.) *Selbst und Gehirn. Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen*, Paderborn 19—55.
- Newen, A./Vogele, K. (Hrsg.) (2000) *Selbst und Gehirn. Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen*, Paderborn.
- Numbers, R. N. (2006) *The Creationists: From Scientific Creationism to Intelligent Design*, 2. Aufl. Harvard.
- Oeser, E./Seitelberger, F. (1988) *Gehirn, Bewußtsein und Erkenntnis*, Darmstadt.
- Pennington, R. L. (2001) Hunter-gatherer Demography. In: C. Panter-Brick/R. H. Layton/P. Rowley-Conwy (eds.) *Hunter Gatherers*, Cambridge, 170—204.
- Pettazoni, R. (1956) *The All-knowing God: Researches Into the Early Religion and Culture*, London.
- Pinker, S. (1994) *The Language Instinct*, New York [dt.: *Der Sprachinstinkt. Wie der Geist die Sprache bildet*, München 1998].
- Pinker, S. (2002) *The Blank Slate. The Modern Denial of Human Nature*, New York 2002 [dt.: *Das unbeschriebene Blatt. Die moderne Leugnung der menschlichen Natur*, Frankfurt am Main 2017].
- Popper, K. R./Eccles, J. C. (1977) *The Self and Its Brain*, New York [dt.: *Das Ich und sein Gehirn*, 10. Aufl. München 1991].
- Radin, P. (1927) *Primitive Man as Philosopher*, New York/London.
- Radin, P. (1954) *Monotheism among Primitive Peoples*, London.

- Riem, J. (1925) *Die Sintflut in Sage und Wissenschaft*, Hamburg.
- Robert, A. / Feuillet, A. (Hrsg.) (1963) *Einleitung in die heilige Schrift*. Bd. I: *Allgemeine Einleitungsfragen und Altes Testament*. Wien / Freiburg / Basel.
- Rössler, M. (2007) *Die deutschsprachige Ethnologie bis ca. 1960: Ein historischer Abriss*, Köln.
- Roth, G. (1994) *Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*, Frankfurt a. M.
- Schmidt, F. (1985) *Grundlagen der kybernetischen Evolution*, Krefeld.
- Schmidt, W. (1910) *Die Stellung der Pygmäenvölker in der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Stuttgart.
- Schmidt, W. (1912—1955) *Der Ursprung der Gottesidee. Eine historisch-kritische und positive Studie*, 12 Bde., Münster.
- Schmidt, W. (1930) *Handbuch der vergleichenden Religionsgeschichte. Ursprung und Werden der Religion*, Münster.
- Schmidt, W. (1931) *The Origin and Growth of Religion*, London.
- Schmidt, W. H. (1995) *Einführung in das Alte Testament*, 5. Aufl. Berlin / New York.
- Schöblier, K. (2003) Versuch zur Deutung des Strichmusters auf dem Knochenartefakt Bilzingsleben Nr. 208, 33 — Mondkalender? In: *Praehistoria Thuringica* 9, 29—34.
- Schroeder, L. v. (1914/16) *Arische Religion*, 2 Bde., Leipzig.
- Schuster, J./Holzammer, J. B. (1925) *Handbuch zur Biblischen Geschichte*, Bd. I, 8. Aufl. Freiburg.
- Searle, J. (1992) *The Rediscovery of the Mind*, Cambridge, Mass. [dt.: *Die Wiederentdeckung des Geistes*, Frankfurt a. M. 1993].
- Searle, J. (2004) *Mind*, Oxford [dt.: *Geist. Eine Einführung*, Frankfurt a. M. 2006]
- Shapiro, J. A. (2011) *Evolution: A View from the 21st Century*, FT Press Science.
- Spedicato, E. (1990) Apollo Objects, Atlantis and the Deluge: A Catastrophical Scenario for the End of the Last Glaciation. In: *Quaderni del Dipartimento di Matematica e Informatica*, Istituto Universitario di Bergamo, Nr. 22.
- Spiess, A. E. (1979) *Reindeer and Caribou Hunters*, New York.
- Sproul, B. C. (1993) *Schöpfungsmythen der östlichen Welt*, München.
- Sproul, B. C. (1994) *Schöpfungsmythen der westlichen Welt*, München.
- Stephan, M. (2002) *Der Mensch und die geologische Zeittafel. Warum kommen Menschen nur in den obersten geologischen Schichten vor?*, Holzgerlingen.
- Stephan, M. (2010) *Sintflut und Geologie. Schritte zu einer biblisch-urgeschichtlichen Geologie*, 3. Aufl. Holzgerlingen [2. Aufl. 2003 durch Stephan, M./Fritzsche, Th.].
- Sussman, G. J./ Wisdom, J. (1992) Chaotic Evolution of the Solar System. In: *Science* 257, 3. Juli 1992, 56—62.
- Tattersall, I. (2000) Wir waren nicht die Einzigen. Warum von allen Menschen nur der Homo sapiens überlebte. In: *Spektrum der Wissenschaft. Dossier: Die Evolution des Menschen*, 3/2000, 40—47.
- Tollmann, A./Tollmann, E. (1993) *Und die Sintflut gab es doch. Vom Mythos zur historischen Wahrheit*, München.
- Turk, I. (ed.) (1997) *Mousterien bone flute and other finds from Divje Babe I site*, Ljubljana.
- Tylor, E. B. (1872) *Primitive Culture. Research into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art and Custom*, London.
- Valentine, J. W. (2004) *On the Origin of Phyla*, Chicago/London.

- Vencl, S. (1991) On the importance of spatio-temporal differences in the intensity of Palaeolithic and Mesolithic settlement in Central Europe. In: *Antiquity* 65, 308—317.
- Vogeley, K. (2000) Selbstkonstrukt und Präfrontaler Cortex. In: A. Newen/K. Vogeley (Hrsg.) *Selbst und Gehirn*, Paderborn, 217—231
- Wainwright, W. J. (ed.) (2004) *The Oxford Handbook for Philosophy of Religion*, Oxford.
- Weniger, G.-C. (1982) *Wildbeuter und ihre Umwelt*, Tübingen.
- Werning, M. (2009) *The Compositional Brain: A Unification of Conceptual and Neuronal Perspectives*, Paderborn.
- Wilder-Smith, A. E. (1980) *Die Naturwissenschaften kennen keine Evolution*, Basel/Stuttgart.
- Wilder-Smith, A. E. (1980) *Herkunft und Zukunft des Menschen*, 5. Aufl. Neuhausen-Stuttgart.
- Witzel, M. E. J./Goto, T. (Hrsg.) (2007) *Rig-Veda. Das heilige Wissen. Erster und zweiter Liederkreis. Die grundlegenden Texte des Vedismus, der ältesten uns überlieferten Religion Indiens — in neuer Übersetzung und mit ausführlichem Kommentar*, Frankfurt a. M.
- Zillmer, H.-J. (2011) *Darwins Irrtum. Vorsintflutliche Funde beweisen: Dinosaurier und Menschen lebten gemeinsam*, 2. Aufl. München.
- Zillmer, H.-J. (2008) *Irrtümer der Erdgeschichte. Die Wüste Mittelmeer, der Urwald Sahara und die Weltherrschaft der Dinosaurier: Die Urzeit war gestern*. Mit einem Vorwort von o. Univ.-Prof. Dr. Bazon Brock, Bergische Universität Wuppertal, 5. Aufl. München.

Weiterführende Skripte des Verfassers zum Thema Historische Geologie:

- [Historische Geologie: Gesteinsbildung und Fossilisation](#), 2019 [2014], 124 Seiten.
Sprache: Deutsch
Reihe: Aufsätze zur Philosophie der Naturwissenschaften
Ausgabe: PDF-Datei. Format: 15,5 x 22 cm
- [Die Datenbasis von Geologie, Paläontologie und Archäologie zur Hypothese des fiktiven Känozoikums \(Tertiär und Quartär\)](#), 2014, 34 Seiten
Sprache: Deutsch
Reihe: Sonderdruck aus *Wissenschaftsphilosophie der Historischen Geologie* [= Ergänzungsband zur *Philosophie der Biologie*]. E-Version.
Ausgabe: PDF-Datei. Format: 15,5 x 22 cm
- [Erdgeschichte im Spiegel der Vorgeschichte](#), 2014, 41 Seiten
Sprache: Deutsch
Reihe: Sonderdruck aus *Wissenschaftsphilosophie der Historischen Geologie* [= Ergänzungsband zur *Philosophie der Biologie*]. E-Version.
Ausgabe: PDF-Datei. Format: 15,5 x 22 cm
- [Intelligent Design: Kontroverse Kutschera versus Scherer](#), 2008, 12 Seiten
Sprache: Deutsch
Reihe: Aufsätze zur Philosophie der Naturwissenschaften
Ausgabe: PDF-Datei. Format: DIN A4
- [Zur Diskussion der Geo- und Biowissenschaften im Scientific Creationism](#), 2018 [2010], 26 Seiten
Sprache: Deutsch
Reihe: Aufsätze zur Philosophie der Naturwissenschaften
Ausgabe: PDF-Datei. Format: DIN A4

Die Netzversion der genannten PDF-Skripte wird, wo sinnvoll, fortlaufend ergänzt und gegebenenfalls überarbeitet. Die aktuellen Versionen können auf www.paul-natterer.de/historische-geologie eingesehen werden.