

Megafluten

Zahlreiche gewaltige Flutereignisse stehen in Verbindung mit dem Zusammenbruch großer Eisschilde. Ihnen wird ein gravierender Einfluss auf die Landschaftsentwicklung zugeschrieben. Die Lake-Missoula-Flut allerdings brach nicht nur über die lössbedeckte Ebene des Columbia-Plateaus herein, sondern auch in das geologische Theoriengebäude zur Deutung der erdgeschichtlichen Vergangenheit.

Michael Kotulla

Megafluten sind extrem große, hoch-energetische Fluten mit Fluss- bzw. Abflussraten ≥ 1 Million [Mega] m^3/s (vgl. BAKER 2013, Tab. ZT-1).¹ Fluten dieser Dimension werden auch als *katastrophische Fluten*, *kataklysmische Fluten* oder *Superfluten* bezeichnet. Bisher sind sie der direkten wissenschaftlichen Beobachtung nicht zugänglich gewesen; es sind durchweg vergangene Ereignisse, die historisch bzw. „wissenschaftlich“-historisch nicht dokumentiert sind. Als Paläofluten* können sie nur anhand von Indizien rekonstruiert werden.

Hinweis: Die Z-Verweise beziehen sich auf das Zusatzmaterial unter www.si-journal.de/jg21/heft1/megafluten.pdf

Mechanismen, Phänomene, Verbreitung

Megafluten sind plötzliche Ereignisse, verursacht durch schlagartige Austritte (Aus- bzw. Einbruch) gewaltiger, aufgestauter Wassermassen. Sie bilden

sich an natürlichen Blockaden (u.a. Gletschereis, Moränen, Erdbeben, Lava) in Flussläufen oder Tälern sowie in Becken. Wird ein kritischer Schwellenwert überschritten (Druck, Unterspülung), bricht die instabile Barriere (Damm) oder das „randvolle“ Becken bricht an einer oder mehreren Überlaufstellen (Schwellen) ein.

Die am besten erforschte Megaflut ist die spätglaziale* Lake-Missoula-Flut (BRETZ 1923, 1969; BAKER 1973, 2008). Das Kerngebiet der Überflutung ist das Channeled Scabland im östlichen Teil des Bundesstaates Washington (USA, s. Abb. ZA-1), eine beeindruckende Landschaft aus einem Komplex anastomosierender (verflochtener), in das Untergrundgestein eingeschnittener Kanäle (Abb. ZA-2, ZA-3), lössbedeckter Inselberge, Katarakten, Felsenbecken, Strudelkessel, mächtiger Schotterflächen und gewaltiger Schotterbänke. Vom aufgestauten Lake Missoula (Montana) bis zu den Tiefseeablagerungen im Pazifischen Ozean lassen sich die Spuren dieser Megaflut von Osten nach Westen über eine Strecke von über 2000 km Länge verfolgen

Abb. 1 Gigantische Strömungsrippeln im Kuraj-Becken, Altai-Gebirge, Südsibirien. Die Strukturen in einer Meereshöhe von über 1500 m, 2500 km vom nächsten Meer entfernt, entstanden bei einer durch einen Eisstausee-Ausbruch verursachten Megaflut. Sie haben eine Wellenlänge zwischen 50 und 100 Meter und erreichen eine Höhe bis 16 Meter. Foto: Alexei RUDOV (freundl. Überlassung).





Abb. 2 Gletscherdamm, Patagonien. Die Gletscherzunge des 30 km langen Perito-Moreno-Tal-gletschers (Bildmitte) staut den südlichen Teil des Argentino-Sees (Brazo Rico, links, schlammfarben) relativ um bis zu 30 m auf. Übersteigt der Druck des aufgestauten Schmelzwassers einen Schwellenwert, bricht der natürliche Eisdamm. Gegenwärtig geschieht dies alle vier bis fünf Jahre. – Ein natürliches Miniatur-Labor im Vergleich zur Lake-Missoula-Flut mit einem etwa 700 Meter hohen Eisdamm. Foto (Credit): NASA (ISS030-E-91253) vom 21. Februar 2012 (letzter Dammbbruch im März 2012), Norden ist rechts, Bildbreite etwa 57 km.

(Kasten, Abb. 4). Dabei bilden die zahlreichen Phänomene eine Indizienkette. Der Gletscherseeausbruch setzte schlagartig ein 600 m hoch aufgestautes Wasservolumen von etwa 2260 km³ frei (vgl. Bodensee 48 km³). Die Leerung erfolgte wahrscheinlich binnen zwei Tagen, rechnerisch werden Abflussraten von 10–20 Millionen m³/s und Strömungsgeschwindigkeiten von 80–120 km/h ermittelt. Die Wassermenge war etwa 15 Mal so groß wie alle Wassermassen aller Flüsse der Erde zusammen, die heute in zwei Tagen in die Meere fließen.

Ein wichtiges und auffallendes Indiz für Megafloten sind gigantische Rippelmarken, deren Entstehung auf sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten schließen lassen. Die Megarippeln (ZM-1) sind in der Region der Lake-Missoula-Flut dutzendfach beschrieben und u.a. auch in Alaska (Atna-Glazialsee, WIEDMER et al. 2010), Patagonien (Santa Cruz River, PACIFICI 2009) und in mehreren Gebieten des zentralasiatischen Gebirges nachgewiesen worden. Dort wird die spätglaziale Altai-Megaflut (RUDOY & BAKER 1993, Abb. 1) hinsichtlich Mechanismus und Größenordnung der Lake-Missoula-Flut gleichgestellt. Neuere Modellrechnungen (HERGET 2012) ergeben unter der Voraussetzung einer vollständigen Leerung eines 600 km³ fassenden Eis-aufgestauten Sees im Kuray- und Chuja-Becken maximale Abflussraten von etwa 10 Millionen m³/s und eine Dauer von 2–3 Tagen. Weitere Indizien sind insbesondere die zahlreichen bis zu 120 m hohen Schottertafeln und Geröllfelder entlang der heutigen Flussläufe von Chuja und Katun. Unklar allerdings ist, ob sie Bildungen eines oder mehrerer Megaflutereignisse repräsentieren. Weiter östlich in der Tuwa-Region,

entlang des Oberlaufs des Jenissei, sind außerordentlich gut erhaltene Megarippeln bei Kysyl (Abb. ZM-1) zu beobachten. Ein Eisdamm (vgl. Abb. 2) soll zu einer Auffüllung des Darkhadyn/Khotgor-Beckens (Mongolei) geführt haben. Des Weiteren sind Kanäle, hängende Täler und Flutsedimente in Nebentälern ausgebildet (KOMATSU et al. 2009). Der Flut-Mechanismus soll sich mehrfach wiederholt haben.

Es wird angenommen, dass sich im eurasischen Tiefland im Spätglazial weitere Megafloten ereignet haben, entlang eines vorgezeichneten sich über mehrere Tausend Kilometer erstreckenden Drainage-Systems vom Westsibirischen Tiefland bis zum Schwarzen Meer (vgl. GROSSWALD 1998). Der proglaziale* Lake Mansi im Süden des arktischen Barents-Kara-Eisschildes (Nordrussland) staute sich bis zu einer Höhe von etwa 128 m auf (Fläche von 1,2 Mio. km², Volumen von 75.000 km³), bis seine Wassermassen

Kompakt

Megafloten sind extrem große, hoch-energetische Fluten, die gehäuft am Ende der Eiszeit aufgetreten sind. Mit dem Zusammenbruch der Eismassen bildeten sich hochdynamische pro- und subglaziale Eisstauseen, deren instabile Becken kollabierten (Dammbbruch, Überlauf). Infolgedessen wurden schlagartige Ausbrüche gigantischer Wassermassen ausgelöst.

Die Erforschung der Megafloten, insbesondere der Lake-Missoula-Flut, hat dazu beigetragen zu erkennen, dass die in der Geologie zur Deutung der Vergangenheit vorherrschende methodische Vorgehensweise, das regulative Prinzip des Uniformitarismus (Uniformität), fehlerbehaftet und irreführend ist.

Die Assoziation der postulierten holozänen Schwarzmeer-Megaflut mit der Genesis-Flut ist spekulativ und nicht plausibel. Ein weiterer wesentlicher Aspekt des Uniformitarismus, die A-priori-Annahme langer Zeit, macht – im Kontext der Genesis-Flut – deutlich, dass eine gravierende Zeitverwerfung zwischen dem uniformitaristischen Entwurf der Zeit, sowohl der Projektion in die Vergangenheit als auch in die Zukunft, und dem biblischen Zeitrahmen besteht.

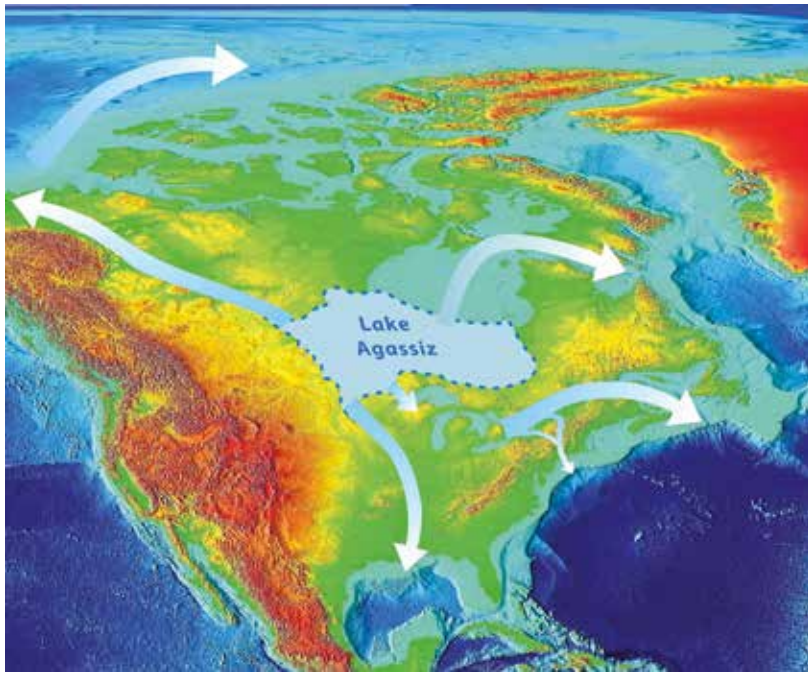


Abb. 3 Der Glazialsee Lake Agassiz (Nordamerika) mit den Drainage-Routen zu den Rand- und Weltmeeren (zur Verdeutlichung ohne Laurentidischen Eisschild). In seinem Endstadium bedeckte der gigantische See nach Modellrechnungen mit einem Volumen von 163.000 km³ eine Fläche von etwa 841.000 km². Das Volumen entspricht dem Doppelten des heutigen Kaspischen Meeres. Die Megaflut soll 6 Monate andauert haben. Grafik: John SHAW & Michael LEWIS (freundl. Überlassung).

Richtung Süden über die Turgai-Senke in den Aralsee (Paläohöhe etwa 80 m) entwässerten, von dort weiter über den Uzboi-Kanal in das Kaspische Meer (Paläohöhe 50 m, heute -28 m) und anschließend über die Manytschniederung (höchster Punkt heute 27 m) in das Schwarze Meer.

Zwischen dem Mittelmeer und dem Schwarzen Meer (Bosporus-Schwelle) ist es möglicherweise mehrmals zu wechselseitigen Flutungen gekommen. Durch schwankende (fallende) Meeresspiegelstände waren die Wasserregime nicht verbunden und in ihrer Entwicklung entkoppelt. Ein ungleichläufiger Anstieg des Wasserspiegels kann so zu teilweise katastrophischen Wassereintrüben geführt haben. RYAN und Co-Autoren (1997, 2003, 2007) postulieren ein initiales, katastrophisches Flutereignis vor etwa 8400 ¹⁴C-Jahren, welches das während des Glazials um etwa 100 m niedrigere Schwarze Meer rasch auffüllte. Die Überflutung kann, so die Autoren, eine Zerstreung der neolithischen Wildbeuter und Bauern vom Schwarzmeergebiet in das Innere Europas beschleunigt haben. Insgesamt

soll eine Schelffläche von 100.000 km² überflutet worden sein, wobei der Seespiegel mit einer Rate von 15 cm/Tag (etwa 55 m/Jahr) anstieg. Das Schwarzmeer-Flutereignis wird allerdings kontrovers diskutiert. YANKO-HOMBACH (2007) bspw. geht nur von einem durchschnittlichen (moderaten) Anstieg von 3 cm/Jahr aus, der von den Anrainern kaum wahrgenommen worden wäre und sicherlich nicht zu einer Zerstreung geführt hätte.

Ein großdimensioniertes anastomosierendes Kanalsystem beschreiben GUPTA et al. (2007) vom Untergrund des Ärmelkanals nach Auswertung hochauflösender bathymetrischer (Topographie des Meeresbodens mit Tiefenzahlen) Daten. In Analogie zur Lake-Missoula-Flut schließen sie, dass eine vormals bestehende natürliche Landverbindung im Bereich der Doverstraße zwischen dem heutigen Großbritannien und Kontinentaleuropa von den anstehenden Wassermassen der südlichen Nordsee im Mittel-Pleistozän durchbrochen wurde und dies zu einem katastrophalen Ausbruch des gesamten proglazialen Schmelzwasserstausees führte. Die Vorabmeldung zur *Nature*-Veröffentlichung löste in 2006 eine große mediale Aufmerksamkeit aus, so *The Telegraph*: „Britain became Island in 24 hours.“ Bemerkenswert ist, dass von der bereits von SMITH (1985) vorgelegten Hypothese einer katastrophischen Entstehung des Paläotalsystems keine Notiz genommen worden war.

Des Weiteren wird vermutet, dass die Urstromtäler in Norddeutschland und Polen aufgrund ihres anastomosierenden Musters ebenfalls Bildungen hoch-energetischer Flutströme sind (SHAW et al. 1989, BAKER 2013).

Der finale Ausbruch des gigantischen Agassiz-Gletscherstausees mit einem doppelten Volumen des heutigen Kaspischen Meeres löste eine sechs Monate andauernde Megaflut aus.

Typische Scabland-Phänomene werden auch aus Island beschrieben. Der über mehrere Stufen insgesamt 300 Meter tiefe Jökulsárgljúfur-Canyon (Abb. ZA-4) nördlich des Vatnajökull ist durch prähistorische Jökullhlaups (Gletscherläufe) erodiert und eingeschnitten worden; entlang des Jökulsá-Tales sind verflochtene (anastomosierende) Kanäle, Strudellöcher, Trockenfälle und gewaltige Felsbrockenansammlungen zu beobachten (WAITT 2002).

Während des Zusammenbruchs und der Enteisung des Laurentidischen Eisschildes bildeten sich im zentralen Teil des nördlichen Nordamerika zahlreiche Paläo-Randseen, von denen der Lake Agassiz (zeitweise in Verbindung mit dem Lake Ojibway) der größte war. Diese

Glossar

a priori: unabhängig von Erfahrung und Wahrnehmung, hier: von vornherein festgelegt.

glazial: eiszeitlich, Erscheinungen im Zusammenhang mit einer Eiszeit; probzw. subglazial: dem Eisschild/Gletscher vor- bzw. untergelagert; Spätglazial: definiert als letzter Zeitabschnitt der (letzten) Eiszeit.

Induktion: wissenschaftliche Methode; abstrahierter Schluss vom speziellen Einzelfall (Empirie) auf das Allgemeine

(Gesetzmäßige).

Katastrophismus: Deutung der Erdgeschichte als (im Wesentlichen) eine Folge katastrophischer Ereignisse.

Paläo-: alt, die Vergangenheit betreffend; Paläoflut: Eine Flut in früherer Zeit, die nicht durch direkte hydrologische Messung studiert oder durch Laien beobachtet und aufgezeichnet wurde.

terrestrisch: Das Land betreffend; bezieht sich auf Prozesse, Kräfte und Bildungen, die auf dem Festland auftreten.

Der Lake-Missoula-Gletscherseeausbruch: Chronologie einer Megaflut

Die anhand von Indizien rekonstruierte Lake-Missoula-Flut** (u. a. BRETZ 1969; BAKER 1973, 2008; DENLINGER & CONNELL 2010) ist die bisher am besten erforschte terrestrische Megaflut. Das Ereignis hat sich wahrscheinlich in nur wenigen Tagen am Ende der Eiszeit zugetragen.

1| Mit einem mächtigen Vorstoß am Südrand der großen Kordilleren-Eisdecke strömt das Gletschereis des Purcell Ice Lobus in das Tal des Clark Fork River, einem bedeutenden Nebenfluss des Columbia River (vgl. Abb. 2). Der so entstandene natürliche Eisdamm (ice dam) staut die sich rasch akkumulierenden Schmelzwässer in den dahinterliegenden Tälern auf. Der glaziale Lake Missoula entsteht.

2| Wasserstandsmarken (Abb. ZA-5, ZA-6) geben Zeugnis von dem Paläo-Eisstausee; sie zeigen die Mindesthöhe der Oberfläche an (bei Missoula, etwa 1295 m ü. NN; Talsohle bei Clark Fork, etwa 630 m ü. NN). Hieraus lassen sich Seefläche (7800 km²) und Wasservolumen (2260 km³) berechnen. – Zum Vergleich: Bodensee 48 km³ (etwa 1/50), Genfer See 89 km³ (etwa 1/25).

3| Unter dem gewaltigen Druck der aufgestauten Wassermassen, so ist anzunehmen, bricht der Eisdamm. Eine gigantische Flutwand von bis zu 600 Metern (?) Höhe schießt explosionsartig durch den gebrochenen Damm. Da der untere Talbereich des Clark Fork ebenfalls durch Eis versperrt ist, stürzen die Flutwasser nach Süden in den kleineren Lake Columbia.

4| Gigantische Strömungsrippeln in Camas Prairie (Abb. ZA-7, ZA-8) am Grunde des Lake Missoula zeugen von extrem hohen

Strömungsgeschwindigkeiten. Bereits nach wenigen Minuten werden Werte von über 125 km/h erreicht. Wegen ihrer ungewöhnlichen Größe (Höhe bis 20 m, Abstand bis 200 m) wurden sie erst aus der Luftperspektive erkannt (PARDEE 1942).

5-7| Die schießenden und zunehmend Untergrundmaterial aufnehmenden (mit Sediment beladenen) Wassermassen erodieren die südwestlich gelegene basaltische Plateaufläche tiefgründig (Abb. ZA-9, ZA-10). In wahrscheinlich nur wenigen Tagen entsteht das Channeled Scabland, ein Labyrinth von Zeugenbergen und tief eingeschnittenen (ausgefästrten) Canyons (Abb. 5). Die bemerkenswertesten Strukturen sind Grand Coulee (eine kanalartige Schlucht, 80 km lang, 1 bis 10 km breit und bis zu 300 m tief; Abb. ZA-11, ZA-12) mit einem System von Trockenkatarakten (Dry Falls) sowie Palouse Falls, ein relativ kleiner Wasserfall in einem gigantischen, überdimensionierten Strudeltopf (Abb. 6a-b).

8| Ein Teil des erodierten Untergrundes lagert sich an den Ausgängen der Coulees ab. Es entstehen riesige, bis zu 120 m mächtige fächerartige Schotterflächen (Abb. 7) mit Hunderten km³ Material aus Silt, Sand, Kies und Felsblöcken. Der größte Block misst in der Längserstreckung 18 m und ist etwa 10 km weit transportiert worden.

9| Die Wallula Gap (heutige Bodenhöhe 105 m ü. NN), eine nur etwa 2 km breite Talenge des Columbia River (Abb. ZA-13), bremst die Flutwasser. Sie stauen sich bis nahe der Oberkante der Klippen auf (ca. 380 m ü. NN) und bilden

einen Rückstau in die Seitentäler und 150 km stromaufwärts. Die Enge lässt nur einen Maximal-Abfluss von etwa 160 km³/Tag zu; das lässt auf eine Abfluss-Dauer von etwa 14 Tagen schließen.

10-11| Auf dem Weg zum Pazifischen Ozean bilden sich weitere temporäre Seen (Lake Condon, Lake Willamette). Jenseits der Wallula-Enge werden erneut sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten (80 km/h und mehr) und Mega-Abflussraten (10 Millionen m³/s) erreicht. Das Tal des Columbia River weitet sich weiter aus, steile Wände entstehen.

12| Ein weiterer Teil des erodierten Materials lagert sich teilweise über 1000 km vom Mündungsbereich des Columbia River entfernt in Depressionen und auf Tiefseeebenen des Pazifischen Ozeans ab. Als sedimentbeladene, sich schnell fortbewegende Bodenströme (Trübeströme, turbidity currents) wird die Fracht im untermeerischen Cascadia-Kanal den Kontinentalhang hinab transportiert, bis sie am Ende hauptsächlich über die ausgedehnte Tufts-Tiefseeebene zur Ablagerung kommt und in Teilen im jungen Escanaba-Graben eine mächtige, siltig-sandige Turbidit-Einheit mit einer Gesamtmächtigkeit von 57 m ausbildet (NORMARK & REID 2003, s. ZE-1, ZA-14).

** Einige Detailfragen sind ungeklärt. Umstritten ist, ob sich das Ereignis mit dieser Magnitude dutzendfach ereignet hat (s. ZE-2). Der Verfasser geht nach dem jetzigen Kenntnisstand nur von einer Lake-Missoula-Flut dieser Magnitude aus.



Abb. 4 Vereinfachte Karte zur Lake-Missoula-Flut. Grafik: Tony Waltham (freundl. Überlassung), aus *Geology Today* (2010, s. Literatur); Nummern ergänzt durch den Verfasser. Weiß: Kordillerische Eisdecke; Blau: aufgestauter Missoula-See; hellblau: temporäre (Tage-) Seen; rosa: tiefgreifend erodierter Bereich (Scabland).



Abb. 5 Das Channeled Scabland im Nordwesten der USA. Die Aufnahme zeigt den Kontrast zwischen den verflochtenen, in das Untergrundgestein eingeschnittenen Kanälen und den lössbedeckten Inselbergen (landwirtschaftlich genutzten Flächen mit „Flickwerkmuster“). Links oben der künstlich mit Wasser aufgefüllte Grand Coulee, eine kanalartige Schlucht, 80 km lang, 1-10 km breit und bis zu 300 m tief. Wahrscheinlich entstanden in nur wenigen Tagen. Foto: NASA.

temporären Seengebilde waren hinsichtlich Position, Ausdehnung und Volumen hochdynamisch. Zahlreiche möglicherweise durch Dammbüche ausgelöste kataklysmische Fluten entwässerten über Drainage-Routen (Abb. 3) entweder nordwestlich zum Arktischen Ozean (FISHER et al. 2002, MURTON et al. 2010), nordöstlich und östlich zum Atlantischen Ozean (CLARKE et al. 2004; TELLER 2005) oder südlich zum Golf von Mexiko (FISHER 2004). Entlang der Routen werden klein- und großdimensionierte Erosionsformen, u.a. Strudellöcher, langgestreckte Auskolkungen, anastomosierende Kanäle und Überläufe beobachtet. Ein Relikt des Eisschildes sind die Beckenfüllungen der Großen Seen. Der „finale“ Ausbruch des Agassiz-Ojibway-Megasees erfolgte über die Hudsonstraße in den Nordatlantik (Labradorsee). Als Mechanismus wird ein subglaziales Tunnel-System angenommen; die Freisetzung soll 6 Monate andauert und maximale Flussraten von 5 Millionen m³/s erreicht haben (CLARKE et al. 2004). Nach den bathymetrischen Modellrechnungen bedeckte der gigantische See in diesem Endstadium mit einem Volumen von 163.000 km³ eine Fläche von etwa 841.000 km² (LEVERINGTON et al. 2002). Das Volumen entspricht dem Doppelten des heutigen Kaspischen Meeres.

BAKER (2013) führt weltweit mehr als 40 Regionen auf, in denen terrestrische* Megafloten oder kataklysmische Flut-Phänomene für das Spätquartär bisher beschrieben wurden. Hinzuzurechnen sind noch ältere kataklysmische Flutereignisse, so bspw. aus dem Münsterland

(Mittel-Pleistozän, MEINSEN et al. 2011). Auch für die Bildung wesentlicher Teile des Grand Canyon werden als Ursache katastrophische Stauseeausbrüche bzw. Stauseeüberläufe angenommen (MEEK & DOUGLAS 2001; KARLSTROM et al. 2014).

Nach 50 Jahren weiteren Erkenntnisgewinns steht die Erforschung von Megafloten dennoch am Anfang. Aktuogeologische Studien, bspw. an isländischen Jökulhlaups (s. ZE-1, ZM-2), und Versuche in Sediment- und Hydrauliklabors können hierzu wesentliche Impulse liefern.

Kataklysmische Fluten und Uniformitarismus

Als BRETZ in den 1920er-Jahren aus seinen Geländebeobachtungen folgerte, dass das Channeled Scabland durch eine katastrophische Flut entstanden sein muss, reagierte die wissenschaftliche Gemeinde mit harscher Kritik. Was bisher als eine langsame und stete Bildung in einem Zeitraum von Hunderttausenden von Jahren (Pleistozän) galt, sollte nun in „unvorstellbar“ kurzer Zeit entstanden sein.

BRETZ hatte mit seiner kataklysmischen Interpretation das vorherrschende Prinzip des Uniformitarismus (Uniformität) nachdrücklich verletzt. Es ist das grundlegende (regulative) Prinzip, die methodische Vorgehensweise, die in der Geologie zur Deutung der Vergangenheit Anwendung findet. Die von HUTTON (1788) begründete und durch LYELL (1830-33) systematisch und theoretisch ausgestaltete Methode (ein System von Prinzipien) nannte WHEWELL (1832), ein Kritiker LYELLS, Uniformitarismus. Erkenntnistheoretisch besagt Uniformitarismus, dass für die Deutung der Vergangenheit im Sinne wissenschaftlich verlässlicher Schlussfolgerungen als einzige Erfahrungsquelle nur die gegenwärtigen, durch menschliche Beobachtung nachweisbaren, geologisch langsam wirkenden und niedrig-energetischen Prozesse zuzulassen sind (vgl. BAKER 2002, 2379). Mit dieser Methodologie ließ LYELL in der Geologie ausschließlich dieses konstruierte Schließverfahren der Induktion* zu. Nach GOULD (1990, 155) hatte diese Methodologie noch eine weitere Funktion: Nur durch strikte Befolgung dieser Methodologie sei die geologische Wahrheit zu ermitteln.

Das Ansinnen von LYELL war, die Geologie als „echte“ Naturwissenschaft zu etablieren und ihr den gleichen Grad an Sicherheit zuzueignen wie den experimentellen Naturwissenschaften Physik und Chemie. Sein Werk beginnt mit der zu seiner Zeit entscheidenden Aussage: „Geology is the science (...).“ Das war aber nur möglich, wenn die Geologie so „funktionierte“ wie die



Physik oder die Chemie, also ausschließlich das Schließverfahren der Induktion zur Anwendung kam. BAKER (2002) kritisiert, dass das uniformitaristische Prinzip von den intellektuellen Nachkommen LYELLS bis weit in das 20. Jahrhundert blind angewandt worden ist. Für BAKER war diese „falsch angewandte wissenschaftliche Logik“ das größte Hindernis in dem Fortschreiten der Erkenntnis über Superfluten.

Falsch sei die induktive Vorgehensweise deshalb, so BAKER, weil es – entgegen den konventionellen Ansichten über wissenschaftliche Methodologie – niemals eine generelle Theorie über Superfluten gegeben hat, die durch Beobachtung und Experiment getestet, bestätigt oder falsifiziert hätte werden können. Stattdessen hat die Beobachtung Vorrang vor der Theorie (siehe BRETZ), und das Verständnis hat sich weiterentwickelt, als zuvor unerkannte Phänomene entdeckt wurden. Das betrifft aber nicht nur Superfluten. Grundsätzlich ist die substanzielle Annahme des Uniformitarismus, die wirksame kataklysmische Ereignisse ablehnt, der Logik der Naturwissenschaft zuwider (BAKER 2009, S. 6-4).

Erst in den 1960er-Jahren wurde die Lake-Missoula-Flut generell akzeptiert. Weitere Befunde, u.a. Megarippeln (PARDEE 1942) und Satellitenaufnahmen, sowie Vorort-Exkursionen führten zu einem langsamen Umdenken.²

Megaflut und Genesis-Flut

Nach RYAN & PITMAN (1999) soll der kataklysmische Wassereinbruch in das Schwarze Meer die historische Basis für die biblische „Legende“ der Genesis-Flut (sog. „Noah-Fluthypothese“) bilden. Diese Assoziation ist reine Spekulation. Ungeachtet der Kontroverse (s. o.), in welcher die gewonnenen Daten unterschiedlich interpretiert werden, folgen RYAN & PITMAN bei ihrer Zuweisung methodisch einem vorherrschenden Muster: Die Genesis-Flut wird als eine zeitgenössische Legende betrachtet, die möglicherweise

von lokalen Flutereignissen inspiriert worden ist. Und mit dem Erkenntnisgewinn um die Verbreitung und Häufigkeit von gewaltigen Fluten (s. o.) scheint es nicht überraschend, so BAKER (2013, 522), dass zahlreiche späteiszeitliche Kulturen gewaltige Fluten im kollektiven Gedächtnis bewahrt und mündlich tradiert haben.

Wird die Bibel allerdings als eine unabhängige und ernstzunehmende Erkenntnisquelle akzeptiert, erscheinen Charakter und Relevanz der Genesis-Flut in einem anderen Licht: Die Sintflut (Gen 6-9) will als Sinn-Flut verstanden werden, ein historisches Ereignis, ein von Gott angekündigtes und real vollzogenes Gericht, konkret die Vernichtung aller luftatmenden Landtiere und Menschen, – aber auch als Zeugnis der Gnade Gottes, der Errettung und Erneuerung. Dieses historische Geschehen – in seiner Universalität – wird zum realen Analogon endzeitlichen Geschehens, der Wiederkunft Christi, des finalen Gerichts der Menschen und des Vergehens von Himmel und Erde (Mt 25, 2. Petr 3). Damit ist die Sintflut ein nicht auflösender Teil der Lebens- und Erdgeschichte auf einem Zeitstrahl, der von der Schöpfung über die gefallene zur zukünftigen Welt reicht (vgl. STEPHAN 2010, *Sintflut und Geologie*).

Der in weiten Kreisen anerkannte (geglaubte) biblische Zeitrahmen wich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Idee der Unermesslichkeit vergangener Zeit (HUTTON). Sie manifestierte sich als überzeugender Gegenentwurf zum damals vorherrschenden, sintflutlastigen Kataklysmismus. Dieser konnte nur dadurch zurückgewiesen werden, so BURCHFIELD (1990, 9), indem die gewaltigen Kräfte, denen die umwälzenden Veränderungen der Erdoberfläche zugeschrieben wurden, durch Zeit ersetzt wurden. Mit dem regulativen Prinzip des Uniformitarismus (s. o.) wurde genau das erreicht: Eine immerwährende Gegenwart (minimale Kräfte), projiziert in die Vergangenheit, bedingte maximale Zeit. Die Konsequenz war eine gigantische Zeitverwerfung zwischen dem biblischen Rahmen einerseits und der Langzeitkonstruktivi-

Abb. 6 a Palouse Falls. Der heutige Palouse River kann weder den gigantischen Strudelkessel noch den Katarakt noch den Canyon geschaffen haben. Die Besichtigung dieser Lokalität durch Geologen der Quartärvereinigung führte 1965 final zur Akzeptanz der von BRETZ seit über 40 Jahren vertretenen, kataklysmischen Fluthypothese. Lokalität siehe Abb. 4, Nr. 6. Foto: PJ BLALOCK (Wikimedia Commons)

b Palouse Canyon. Typischer rechteckiger, kastenförmiger Querschnitt. Die kanalartige, 120 m tiefe Hohlform wurde wahrscheinlich in nur wenigen Tagen aus den Plateaubasalten herausgefräst. Lokalität wie Abb. 6a. Foto: Martin ERNST (freundl. Überlassung).



Abb. 7 Schotterfläche südlich des Grand Coulee. Durch die Fluten transportierte und am Ausgang der Coulees abgelagerte Blöcke. Lokalität siehe Abb. 4, nahe Punkt 8. Foto: Martin ERNST (freundl. Überlassung).

on der Historischen Geologie andererseits. Die (einjährige) Genesis-Flut, interpretiert in einem Entwurf von Hunderten von Millionen Jahren, schrumpfte zunächst zu einem Mikroereignis am Ende des langen geologischen Zeitstrahls (Diluvium) und verkümmerte – ihrer Universalität und Historizität beraubt – zu einem Mythos.

Es wird HUTTON zugeschrieben, dass er „die Naturwissenschaft und Philosophie von den Limitierungen des biblischen Alters der Erde (6000 Jahre alt) befreite.“³ Dem uniformitaristischen Entwurf der Zeit ist ein Großteil der Geologen bis heute gefolgt; vielmehr ist er „als eine Grundlage der Naturwissenschaft akzeptiert.“³ Ist aber der A-priori-Ausschluss* hoch-energetischer, kataklysmischer Prozesse eine „falsch angewandte wissenschaftliche Logik“ (s. o.), so gilt dies für die A-priori-Substitution solcher Prozesse mit Zeit ebenfalls. LOTZE (1968, 7) decodierte diesen Aspekt des Uniformitarismus, indem er schrieb: „Denn die Geologie ist in ihrem Wesenskern eine geschichtliche Wissenschaft. Sie geht davon aus, dass das heutige Erscheinungsbild der Erde das Ergebnis einer langen und wechselvollen Entwicklung ist [...]“. Es wird deutlich, dass die Historische Geologie mit ihrem Entwurf der Zeit für die Deutung der Vergangenheit auf einer weiteren substanziellen Annahme gründet, die eine kurze kataklysmische Zeitspanne ablehnt. Im Sinne dieser Annahme wird (vergangene) Zeit Langzeit-konstruiert und es wird der Versuch unternommen, Methoden der Zeitbestimmung zu entwickeln, die diese entsprechend quantifiziert. Waren es über Jahrzehnte summarische (uniformitaristische) Schätzmethode, die der wissenschaftlichen Gemeinde eine zufriedenstellende Größenordnung im Bereich von hunderten von Millionen Jahren

Falsch angewandte wissenschaftliche Logik war das größte Hindernis im Fortschreiten der Erkenntnis über Superfluten.

lieferte, ist es heute die radiometrische Methode, die Ergebnisse in gleicher Größenordnung interpretiert und ausweist (vgl. KOTULLA 2014).

In anderer Weise deutlich wird die Zeitverwerfung, wenn spiegelbildlich eine Projektion in die Zukunft vorgenommen wird: Den Prophezeiungen der modernen Wissenschaft (vgl. bspw. Terra X (ZDF) vom 7. Oktober 2012: „Die Entdeckung der Zukunft“ mit Prof. H. LESCH) – eine neue Eiszeit in 50.000 Jahren, ein neuer Superkontinent in 250 Millionen Jahren, eine neue (makroevolutiv veränderte) Tierwelt in rund 500 Millionen Jahren, ein erkalteter Erdkern in 2,3 Milliarden Jahren und eine unbewohnbare Erde in 7 Milliarden Jahren – stehen die biblischen Prophezeiungen gegenüber, die (zeitnahe) Wiederkunft Christi und ein neuer Himmel und eine neue Erde (Offb 21).

Dank

Dr. Reinhard JUNKER danke ich für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Hinweise, Dr. Martin ERNST, Dr. Michael LEWIS & Dr. John SHAW, Prof. Alexei RUDOV und Dr. Tony WALTHAM für die Zurverfügungstellung von Fotos und Grafiken (siehe Abbildungen).

Anmerkungen

- ¹ Zum Vergleich: höchster gemessener Hochwasserabfluss: Rhein (1995) etwa 11000 m³/s; Elbe etwa 4600 m³/s (2002), Amazonas (800 km oberhalb der Mündung) 300000 m³/s.
- ² Ein weiteres Geo-Ereignis erregte 1980 Aufsehen: Der mögliche Impakt eines Meteoriten an der Kreide/Tertiär-Grenze, der ursächlich das Aussterben der Dinosaurier ausgelöst haben könnte (ALVAREZ et al. 1980). – Heute ist das Impakt-Ereignis weitestgehend akzeptiert. Ein Großteil der geowissenschaftlichen Gemeinde ist davon überzeugt, in den letzten 30 Jahren einen Paradigmenwechsel vollzogen zu haben, nämlich katastrophische Vorgänge und Ereignisse in der Erdgeschichte „zuzulassen“. Die Akzeptanz aber

ist limitiert auf seltene Vorkommnisse (Stichworte: „moderner Katastrophismus“, „Konzept des seltenen Ereignisses“) oder bspw. einer moderaten Ereignisstratigraphie. Dies zeigt eine nach wie vor starke Imprägnation LYELL'schen Gedankengutes.

- ³ Zitiert von Hinweistafeln am Siccar Point (Steilküste östlich Edinburgh, Schottland). Hier, so der weitere Text, soll HUTTON 1788 die abschließende Bestätigung für seine Behauptung gefunden haben, dass die Erde Äonen alt sei. Und weiter: Damit stehe Siccar Point wie kein anderes Naturmonument für das unvorstellbare Ausmaß von Zeit, das geologische Prozesse ausmachen soll (s. KOTULLA 2014).

Literatur

- ALVAREZ LW, ALVAREZ W, ASARO, F & MICHEL HV (1980) Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science* 208, 1095-1108.
- BAKER VR (1973) Paleohydrology and sedimentology of lake Missoula flooding in Eastern Washington. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* 144, 79 S.
- BAKER VR (2002) The Study of Superfloods. *Science* 295, 2379-2380.
- BAKER VR (2009) The Channeled Scabland – a retrospective. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 37, 6.1-6.19.
- BAKER VR (2013) Global late Quaternary fluvial paleohydrology: With special emphasis on paleofloods and megafloods. In: SHRODER JF (ed.) *Treatise on geomorphology*, Vol. 9, 511-527, San Diego.
- BRETZ JH (1923) The Channeled Scabland of the Columbia Plateau. *J. Geol.* 31, 617-649.
- BRETZ JH (1969) The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland. *J. Geol.* 77, 503-543. (hier weitere, ältere Referenzen)
- CLARKE GKC, LEVERINGTON DW, TELLER JT & DYKE AS (2004) Paleohydraulics of the last outburst flood from Glacial Lake Agassiz and the 8200 BP cold event. *Quaternary Science Reviews* 23, 389-407.
- GOULD SJ (1990) Die Entdeckung der Tiefenzeit. *Zeitpfeil oder Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde*. München, Wien.
- GROSSWALD MG (1998) A new approach to the Ice Age paleohydrology of northern Eurasia. In: BENITO G, BAKER VR & GREGORY KJ (eds) *Palaeohydrology and Environmental Change*. Chichester, 199-214.
- GUPTA S, COLLIER JS, PALMER-FELGATE A & POTTER G (2007). Catastrophic flooding origin of shelf valley systems in the English Channel. *Nature* 448, 342-345.
- HERGET J (2012) Ice-dammed lake outburst floods in the Altai Mountains, Siberia – A review with links for further readings. *Tomsk State University Journal of Biology* No. 1 (17), 148-168.
- HUTTON J (1788) *Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1(2), 209-304.
- KARLSTROM KE, LEE JP, KELLEY SA, CROW RS, CROSSEY LJ, YOUNG RA, LAZEAR G, BEARD LS, RICKETTS JW, FOX M & SHUSTER DL (2014) Formation of the Grand Canyon 5 to 6 million years ago through integration of older palaeocanyons. *Nature Geoscience*, doi:10.1038/ngeo2065.
- KOMATSU G, ARZHANNIKOV SG, GILLESPIE AR, BURKE RM, MIYAMOTO H & BAKER VR (2009) Quaternary paleolake formation and cataclysmic flooding along the upper Yenisei River. *Geomorphology* 104, 143-164.
- KOTULLA M (2014) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. Online-Loseblattsammlung, Stand: 1. Ergänzungslieferung 03/2014, www.wort-und-wissen.de.
- LEVERINGTON D, MANN JD & TELLER JT (2002) Changes in the bathymetry and volume of glacial Lake Agassiz between 9200 and 7700 14C yr B.P. *Quaternary Research* 57, 244-252.
- LYELL C (1830-33) *Principles of geology. Being an attempt to explain the former changes of the earth's surface by reference to cause now in operation*. London.
- MEINSEN J, WINSEMANN J, WEITKAMP A, LANDMEYER N, LENZ A & DÖLLING M (2011) Middle Pleistocene (Saalian) lake outburst floods in the Münsterland Embayment (NW Germany): impact and magnitudes. *Quaternary Science Reviews* 30, 2597-2625.
- MEEK N & DOUGLASS J (2001) Lake overflow: An alternative hypothesis for Grand Canyon incision and development of the Colorado River. In: YOUNG RA & SPANNER EE (eds.) *Colorado River: Origin and evolution: Grand Canyon, Arizona*. Grand Canyon Association, 199-204.
- PACIFICI A (2009) The Argentinean Patagonia and the Martian landscape. *Planetary and Space Science* 57, 571-578.
- PARDEE JT (1942) Unusual currents in glacial lake Missoula, Montana. *Geological Society of American Bulletin* 53, 1569-1600.
- RUDOY AN & BAKER VR (1993) Sedimentary effects of cataclysmic late Pleistocene glacial outburst flooding, Altay Mountains, Siberia. *Sedimentary Geology* 85, 53-62.
- RYAN WBF, MAJOR CO, LERICOLAIS G & GOLDSTEIN SL (2003) Catastrophic flooding of the Black Sea. *Annual Reviews of Earth and Planetary Science* 31, 525-554.
- RYAN WBF, PITMAN III WC, MAJOR CO, SHIMKUS K, MOSKALENKO V, JONES GA, DIMITROV P, GÖRÜR N, SAKINC M & YÜCE H (1997) An abrupt drowning of the Black Sea shelf. *Marine Geology* 138, 119-126.
- RYAN W & PITMAN W (1999) Noah's flood: The new scientific discoveries about the event that changed history. New York, 318 S.
- RYAN WBF (2007) Status of the Black Sea flood hypothesis. In: YANKO-HOMBACH VV, GILBERT AS, PANIN N & DOLUKHANOV M. (eds) *The Black Sea flood question: Changes in coastline, climate and human settlement*. New York, 63-88.
- SHAW J, KVILL D & RAINS B (1989) Drumlins and catastrophic subglacial floods. *Sedimentary Geology* 62, 177-202.
- SMITH AJ (1985) A catastrophic origin for the palaeovalley system of the eastern English Channel. *Marine Geology* 64, 65-75.
- STEPHAN M (Hrsg.) unter Mitarbeit von BINDER H, EGLI-ARM F, ERNST M, HERZOG T & JUNKER R (2010) *Sintflut und Geologie. Schritte zu einer biblisch-urgeschichtlichen Geologie*. 3. Aufl., Holzgerlingen, 319 S.
- WAIIT RB (2002) Great Holocene floods along Jokulsa a Fjollum, north Iceland. In: MARTINI IP, BAKER VR, GARZON G (eds.) *Flood and megaflood deposits: Recent and ancient examples*. Special Publication Number 32. International Association of Sedimentologists, Oxford, 37-51.
- WALTHAM T (2010) Lake Missoula and the Scablands, Washington, USA. *Geology Today* 26/4, 152-158.
- WHEWELL W (1832) *Lyell's Principles of Geology*, Volume 2. *Quarterly Review*, 103-132.
- WIEDMER M, MONTGOMERY DR & GILLESPIE AR (2010) Late Quaternary megafloods from Glacial Lake Atna, southcentral Alaska, U.S.A. *Quaternary Research* 73, 413-424.
- YANKO-HOMBACH VV (2007) Controversy over Noah's Flood in the Black Sea: Geological and Foraminiferal Evidence from the Shelf. In: YANKO-HOMBACH VV, GILBERT AS, PANIN N & DOLUKHANOV M. (Eds.) *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*. New York, 149-203.

Anschrift des Verfassers:

Michael Kotulla, SG Wort und Wissen,
Rosenbergweg 29, 72270 Baiersbronn;
email: m.kotulla@wort-und-wissen.de