

WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

GEORGES CUVIER, Württemberg und Katastrophen

Zum 250. Geburtstag von GEORGES CUVIER

Von BERND-JÜRGEN SEITZ, Kenzingen.

ZUSAMMENFASSUNG

GEORGES CUVIER, der vor allem durch seine Katastrophentheorie bekannt ist, kam vor 250 Jahren im damals württembergischen Mömpelgard (heute Montbéliard, Franche-Comté) zur Welt. Bereits im Alter von 14 Jahren besuchte er vier Jahre lang die Hohe Karlsschule in Stuttgart; danach ging er als Hauslehrer in die Normandie. 1795 begann seine wissenschaftliche Karriere in Paris, wo er zum Leiter des Naturhistorischen Museums aufstieg und mehrere Werke, vor allem zur Paläontologie und vergleichenden Anatomie der Säugetiere, veröffentlichte. Auf das breiteste Interesse stieß die Einleitung (*Discours préliminaire*) zu einem mehrbändigen Werk, in dem er seine Katastrophentheorie begründet. Nachdem diese lange Zeit belächelt wurde, ist sie angesichts der globalen Katastrophen in der Erdgeschichte heute wieder aktuell. Auch die Geschichte der Menschheit wurde durch Katastrophen beeinflusst, wie nachfolgend erläutert werden soll.

Schlüsselwörter: GEORGES CUVIER, Katastrophen, Evolution.

ABSTRACT

GEORGES CUVIER, who is best known for his catastrophe theory, was born 250 years ago in Moempelgard (today Montbéliard, Franche-Comté) in Wuerttemberg. Already at the age of 14, he attended the Hohe Karlsschule in Stuttgart for four years; then he went to Normandy as a tutor. In 1795 he began his scientific career in Paris, where he became the director of the Museum of Natural History, and published several works, especially on palaeontology and comparative anatomy of mammals. The widest interest attracted the introduction (*Discours préliminaire*) of a multi-volume work in which he substantiated his catastrophe theory. It has not been taken seriously for a long time, but it is back in the news today in the face of global catastrophes in the history of the earth. The history of humanity has also been affected by catastrophes, as explained below.

Keywords: GEORGES CUVIER, catastrophes, evolution.

Fragt man in Deutschland jemanden nach GEORGES CUVIER, so erhält man entweder verneinende Antworten oder Hinweise auf seine Katastrophen- oder Kataklysmentheorie. Durch diese Hypothese, der zufolge in der Erdgeschichte mehrmals ein Großteil der Lebewesen durch Katastrophen vernichtet wurde und nachfolgend andere Organismen aufkamen, machte auch der Verfasser in den ersten Semestern seines Biologiestudiums mit GEORGES CUVIER Bekanntschaft.

Bis heute wird mitunter behauptet, CUVIER hätte göttliche „Neuschöpfungen“ nach den Katastrophen postuliert; dabei war er einer der ersten Wissenschaftler, die ausschließlich von Fakten ausgingen und jegliche Spekulationen von sich wiesen, darunter auch die im 18. Jahrhundert aufkommenden Ideen der „Transformation“ von Arten – das, was heute als Evolution bezeichnet wird. Bereits zu Lebzeiten berühmt wurde der Naturforscher aber vor allem durch seine zahlreichen Abhandlungen zur Paläontologie und zur vergleichenden Anatomie ausgestorbener Säugetiere. Er erkannte auch als erster, dass Arten überhaupt aussterben können.

Um sich der Frage anzunähern, wer GEORGES CUVIER war, sollen hier vor allem seine ersten 26 Lebensjahre betrachtet werden, die eng mit Württemberg verknüpft waren. Diese Jahre haben sein weiteres Leben sehr stark geprägt – etliche Kontakte, die er in dieser Zeit geknüpft hat, rissen auch später nicht ab. Die Zeit von der Geburt CUVIERS 1769 bis zu seiner Ankunft in Paris 1795 wird im ersten und bisher einzigen Teil der Biografie von PHILIPPE TAQUET, von 1981 bis 2000 Direktor des Labors für Paläontologie am Pariser Naturhistorischen Museum, anschaulich und unter Zuhilfenahme zahlreicher Quellen geschildert (TAQUET 2006).

CUVIER kam am 23. August 1769 in Mömpelgard zur Welt (Abb. 1), heute als Montbéliard in der französischen Franche-Comté gelegen. Sein Vater JEAN-GEORGES war bereits 53 Jahre alt und diente in einem Regiment des Königs von Frankreich, seine Mutter ANNE-CLEMENCE CATHERINE war mit 33 Jahren 20 Jahre jünger als ihr Ehemann. Getauft wurde er auf die Vornamen seines Vaters und seiner drei Paten: JEAN, LÉOPOLD, NICOLAS und FRÉDÉRIC. Den Namen GEORGES erhielt er erst später von seiner Mutter in Erinnerung an seinen im Alter von zwei Jahren verstorbenen älteren Bruder. Im Jahr 1769 kamen weitere Kinder zur Welt, die später sehr berühmt werden sollten: Acht Tage vor GEORGES CUVIER erblickte ein gewisser NAPOLEON BONAPARTE in Ajaccio das Licht der Welt; am 14. September wurde ALEXANDER VON HUMBOLDT in Berlin geboren.

Von 1780 bis 1784 besuchte GEORGES CUVIER das Gymnasium von Mömpelgard, wo er neben Französisch, seiner Muttersprache, als weitere Fächer Geschichte, Geographie, Arithmetik, Algebra, Geometrie, Latein, Griechisch und Hebräisch praktizierte. Auch Recht und Philosophie waren Bestandteile des Unterrichts, weiterhin der lutherische Katechismus und die reformierte Bibel. Während seine Klassenkameraden VERGIL und CICERO übersetzten, verschlang der junge CUVIER die *Allgemeine und spezielle Geschichte der Natur (Histoire naturelle générale et particulière)* von GEORGES-LOUIS LECLERC DE BUFFON (1707-1788), ein Buch, das seinen weiteren Lebensweg prägen sollte.

Vor allem CUVIERS Mutter wollte, dass ihr Sohn Pfarrer werden sollte, und so bewarb er sich um ein Stipendium für ein Theologiestudium im Tübinger Stift. Die wenigen Stipendien wurden jedoch anderweitig vergeben. 1784 ergab sich für ihn die Gelegenheit, an der Hohen Karlsschule in Stuttgart (Abb. 2) zu studieren, was für seinen Werdegang entscheidend war. Die Zugangsvoraussetzungen



Abb. 1: CUVIERS Geburtshaus in Montbéliard (Foto: B. SEITZ).

zur Karls-Akademie waren: Man musste männlich und mindestens sieben (!) Jahre alt sein, gesund und frei von jedem äußerlichen Makel, zumindest lesen und schreiben können und sich zum christlichen Glauben bekennen.

Um optimal vom Unterricht profitieren zu können, musste der Zögling so schnell wie möglich Deutsch lernen. Dem widmete er sich sehr eifrig, übte jeden Tag mit seinen Schulkameraden und las deutsche Bücher. Im ersten Win-

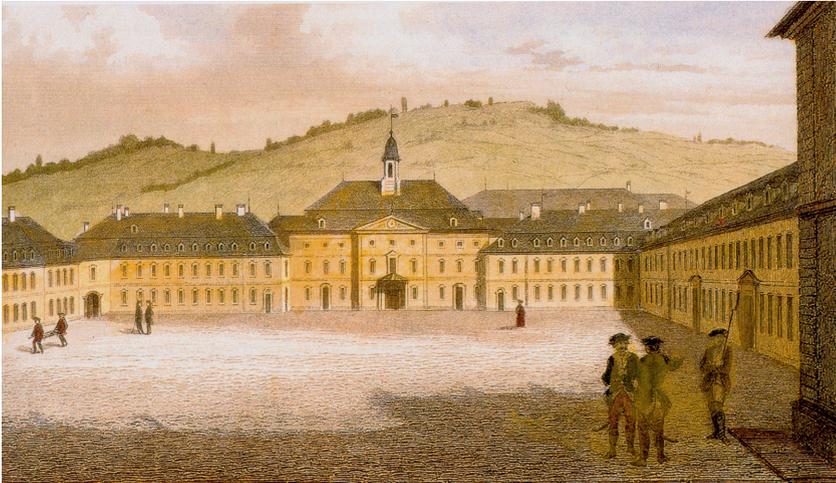


Abb. 2: Hohe Karlsschule in Stuttgart, kolorierter Stahlstich nach einer Zeichnung von KARL PHILIPP KONZ (Abbildung: Wikimedia / gemeinfrei: kolorierter Stahlstich nach einer Zeichnung von Karl Philipp Konz (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:175Hohe_Carlsschule.jpg), „175Hohe Carlsschule“, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-old>).

ter, sechs Monate nach seiner Ankunft, freundete sich der bis dahin eher auf sich selbst gestellte CUVIER mit zwei anderen Schülern an, die älter waren als er: GEORGES-FRÉDÉRIC PARROT und KARL FRIEDRICH VON KIELMEYER. Letzterer erkannte CUVIERS außergewöhnliche Beobachtungsgabe und sein Talent zum Zeichnen von Pflanzen und Tieren. CUVIER wiederum wurde von KIELMEYERS *enzyklopädischen Geist, der alle Naturwissenschaften umfasste* (TAQUET 2006) stark beeinflusst.

Die Naturwissenschaften spielten in CUVIERS Studium zunächst keine zentrale Rolle. Wegen besserer Karriereaussichten wählte er die Verwaltungs- und Finanzwissenschaften als Schwerpunkt – die gleiche Wahl traf übrigens der gleichaltrige ALEXANDER VON HUMBOLDT bei seinem Studium in Göttingen. Daneben belegte CUVIER aber auch Kurse in Botanik, Zoologie, Wasserwirtschaft, Forstwirtschaft, Mineralogie, Chemie und Bergbau. Ab der Mitte des Jahres 1786 widmete er seine ganze Freizeit der Naturgeschichte, Botanik und Zoologie. Er sammelte alles, was ihm in die Hände fiel, begann damit, ein Herbarium anzulegen und schrieb in einem „Diarium Botanicum“ und einem „Diarium Zoologicum“ seine Beobachtungen auf, begleitet von Zeichnungen. Dies waren die ersten von insgesamt zehn Diarien: Fünf wurden der Botanik und fünf der Zoologie gewidmet, hinzu kam noch ein „Diarium Halieuthicon“, das sich den Meeresorganismen widmete, und ein Notizbuch für die Insekten.

Unter den mit CUVIER befreundeten Studenten befanden sich auch Baron FRIEDRICH AUGUST MARSCHALL VON BIEBERSTEIN (1768-1826), später Staatsrat des russischen Zaren und Autor einer Flora von Südrussland, des Taurusgebirges und des Kaukasus, sowie seine beiden Brüder, die ebenfalls berühmt werden sollten. 1787 bestand CUVIER mehrere Prüfungen mit Bravour, erhielt drei Erste Preise der Fakultät für Ökonomie und wurde zum Chevalier (Ritter) ernannt, damals offenbar eine akademische Auszeichnung. Seine Abschlussprüfung fand am 20. April 1788 statt. Einstimmig erhielt er von den Prüfern den Ersten Preis der Fakultät für Wirtschaft und Verwaltung.

Nach der Prüfung erfüllte sich CUVIER zusammen mit den beiden Freunden CHRISTOPH FRIEDRICH IHM (1767-1844) und ERNST FRANZ LUDWIG FREIHERR MARSCHALL VON BIEBERSTEIN (1770-1834) einen Herzenswunsch, eine große Wanderung auf die Schwäbische Alb zwischen Stuttgart und Tübingen, über die er einen Reisebericht schrieb. Nach den Spaziergängen von JEAN-JACQUES ROUSSEAU waren derartige Fußreisen in Mode; außerdem waren er und seine Gefährten wohl durch die Reiseberichte und die Arbeiten von HORACE-BÉNÉDICT DE SAUSSURE (1740-1799) beeinflusst, deren erster Band 1779 erschienen war. Der Schweizer Naturforscher hatte die Alpen erkundet und 1787 den Mont Blanc bestiegen. Tatsächlich beabsichtigte CUVIER später, den Bericht über diese Wanderung an DE SAUSSURE zu senden.

Bereits einen Tag nach der Abschlussprüfung im April 1788 brach das Trio auf, um Münsingen über Nürtingen, Kirchheim und die Teck zu erreichen und über Pfullingen und Tübingen wieder nach Stuttgart zurückzukehren. CUVIER war nicht sehr sportlich und nahm sich vor, die Natur in Ruhe zu erkunden und seine Kräfte zu schonen. Seinen auf Deutsch verfassten Reisebericht mit eindrucklichen Landschaftsbeschreibungen, naturkundlichen Beobachtungen und Einblicken in die lokalen Merkwürdigkeiten der Alb und des Voralblandes veröffentlichten WÖRZ et al. 2009.

CUVIERS biografischer Weg danach kann hier nur kurz zusammengefasst werden (TAQUET 2006; RUDWICK 1997): Kurz nach seiner Albwanderung reiste GEORGES CUVIER aus Stuttgart ab und machte sich auf den Weg nach Mömpelgard, welches er Ende August wieder verließ, um eine Stelle als Hauslehrer in der Normandie anzutreten. Zwischen 1788 und 1792 unterhielt CUVIER einen regen Briefwechsel mit seinen Freunden in Württemberg, allen voran CHRISTOPH HEINRICH PFAFF, der mindestens 30 Briefe erhielt, aber auch mit ERNST FRANZ LUDWIG MARSCHALL VON BIEBERSTEIN, GOTTFRIED WILHELM HARTMANN, JOHANN AUTENRIETH und KARL FRIEDRICH VON KIELMEYER. Beim Sturm auf die Bastille im Juli 1789 war CUVIER fast 20 Jahre alt. Als er sich Sorgen um seine Eltern machte, erhielt er von seinem Vater die Nachricht, dass es in Mömpelgard noch ruhig war. 1792 wurde schließlich auch Mömpelgard von den Revolutionswirren erfasst, der Statthalter des Stuttgarter Fürsten floh. Nachdem sich Württemberg 1793 auf die Seite der Feinde Frankreichs gestellt hatte, fielen französische Truppen in Mömpelgard ein. Montbéliard gehörte fortan zu Frankreich.



Abb. 3: Galerie der Paläontologie und Vergleichenden Anatomie im Pariser Museum für Naturgeschichte, im Vordergrund eine CUVIER-Büste (Foto: B. SEITZ).

Im Frühjahr 1795 brach CUVIER nach Paris auf und begann dort seine unaufhaltsame Karriere, die den jungen, fast unbekanntem Naturforscher am 24. April 1795 zum Mitglied des vorübergehenden Ausschusses der Künste, am 26. Mai zum Professor für Naturgeschichte an der „École Centrale“ von Paris und am 02. Juli 1795 zum Stellvertreter auf dem Lehrstuhl für Tieranatomie im Museum für Naturgeschichte (Abb. 3) machte. Am 13. Dezember 1795 wurde er im Alter von 26 Jahren Mitglied der Sektion für Anatomie und Zoologie des neu gegründeten „Institut National des Sciences et Arts“.

NAPOLEON BONAPARTE, der sich im November 1799 durch einen Staatsstreich zum Ersten Konsul erklärte und damit faktisch zum Diktator wurde, hielt sich für den Patron aller Wissenschaften und machte sich zum Präsidenten des 1795 gegründeten „Institut National des Sciences et Arts“. Dadurch lernte CUVIER NAPOLEON persönlich kennen, was ihm ohne Zweifel bei seiner späteren Karriere in der staatlichen Verwaltung zum Vorteil gereichte. 1805 hielt CUVIER sowohl am Athenaeum als auch am Collège de France Vorlesungen, die erstmalig den Titel „Geologie“ trugen. Diese rückten ihn mehr als je zuvor ins öffentliche Rampenlicht; er wurde zu einem der prominentesten Wissenschaftler von Paris. CUVIER beabsichtigte, seine Geologie im Gegensatz zu den meisten seiner Vorgänger zu einer auf Fossilien beruhenden Wissenschaft zu machen, da diese die historischen Veränderungen belegten, denen die Erde unterzogen war. CUVIER legte dar,

(1) dass in den ältesten Gesteinen Fossilien fehlten, das Leben also nicht ewig existiert hatte;

(2) dass nicht nur Festland aus dem Meer aufgestiegen war, sondern dass das Meer auch auf das Festland vordrang;

(3) dass es eine Abfolge verschiedener Lebensformen gab.

Er folgerte, dass einige dieser Veränderungen plötzlich eintraten und nicht von einer physikalischen Kraft verursacht wurden, die aktuell wirksam war.

Im Jahr 1808 gliederte CUVIER gemeinsam mit ALEXANDRE BRONGNIART (1770-1847) die geologischen Schichten im Pariser Becken (älteres Känozoikum bzw. Tertiär). Sie untersuchten die Fossilien in den einzelnen Erdschichten und entdeckten eine Abfolge von insgesamt sieben fossilen Faunen, wobei jede Schicht ihre eigene Fauna aufwies. Dabei wechselten sich Süßwasser- und Meeresfauna ab. CUVIER konnte auch zeigen, dass die fossilen Wirbeltiere wie das Mammut aus geologischer Sicht sehr jung waren, aber dennoch vor dem Menschen aufgetreten waren.

Um seine nahezu abgeschlossenen Forschungen an Fossilien weiter zu verbreiten, fügte CUVIER seine Veröffentlichungen 1812 in drei Bänden mit dem Titel *Recherches sur les ossements fossiles* (Untersuchungen zu fossilen Knochen) zusammen. Diesen Bänden stellte er einen Sonderband voran, der zum einen eine überarbeitete Monographie der Geologie der Region um Paris enthielt, zum anderen aber auch einen neu verfassten umfangreichen *Discours préliminaire* (einleitende Rede), der die Publikation in einen Gesamtzusammenhang stellen sollte. Möglicherweise hatte der *Discours* auch den Zweck, das Werk attraktiver für Fossilien Sammler und andere Amateure zu machen – er beruhte auf CUVIERS früheren, an ein allgemeines Publikum gerichteten Vorlesungen. Er galt bei CUVIERS Zeitgenossen als Meisterwerk wissenschaftlicher Prosa und wurde während des 19. Jahrhunderts immer wieder neu gedruckt (Abb. 4). CUVIER widmete sein Werk dem Mathematiker, Physiker und Astronomen PIERRE-SIMON LAPLACE (1749-1827), wohl um zu betonen, dass er eine vergleichbare wissenschaftliche Präzision anstrebte.

GEORGES CUVIER UND DIE KATASTROPHEN

GEORGES CUVIER verwendete in seinem *Discours* das Wort **Katastrophe** (catastrophe) 21-mal, das Wort **Revolution** – außer im Titel – 31-mal. Er war der erste, der in der Naturgeschichte das Wort Revolution im Sinne einer (radikalen) Umwälzung gebrauchte. Vorher war es in der Astronomie für den Umlauf der Himmelskörper verwendet worden – in diesem Sinne benutzte NIKOLAUS KOPERNIKUS das lateinische Wort *revolutio* im Titel seines berühmten Werks *De revolutionibus orbium coelestium* (1543). Im England des 17. Jahrhunderts wurde der Begriff in Bezug auf die *Glorious Revolution* im Jahr 1688 im Sinne einer Wiederherstellung des alten legitimen Zustandes verwendet (ein „Zurückwälzen“ der gesellschaftlichen Verhältnisse). Seine heutige Hauptbedeutung „gewaltsamer politischer Umsturz“ kam erst im 18. Jahrhundert auf, ausgehend vom französischen *révolution*.

DISCOURS
SUR
LES RÉVOLUTIONS
DE LA SURFACE DU GLOBE,

ET SUR LES CHANGEMENTS QU'ELLES ONT PRODUITS
DANS LE RÈGNE ANIMAL;

PAR M. LE BARON G. CUVIER,

Grand officier de la Légion-d'Honneur et de l'ordre de la Couronne de Wurtemberg, conseiller ordinaire au Conseil d'État et au Conseil royal de l'instruction publique, l'un des quarante de l'Académie-Française, secrétaire perpétuel de celle des sciences, des Académies et Sociétés royales des sciences de Londres, de Berlin, de Pétersbourg, de Stockholm, de Turin, de Göttingue, de Copenhague, de Munich, de l'Académie italienne, de la Société géologique de Londres, de la Société asiatique de Calcutta, etc.

SIXIÈME ÉDITION FRANÇAISE,
REVUE ET AUGMENTÉE.



A PARIS,
CHEZ EDMOND D'OCAGNE,

LIBRAIRE-ÉDITEUR, RUE DES PETITS AUGUSTINS, N° 12;

ET A AMSTERDAM,

CHEZ G^L. DUFOUR ET C^{IE},
PRÈS LA BOURSE.

1830.

Abb. 4: Titelseite der 6. Auflage des *Discours*.

Das Wort Katastrophe stammt vom altgriechischen *katastrôphê* ab, was ungefähr dasselbe wie das lateinische *revolutio* bedeutet, nämlich „Umwendung“.

Eine plötzliche und gewaltige Katastrophe war für CUVIER ein spezieller Fall einer Revolution. CUVIER unterschied globale Revolutionen und Veränderungen von partiellen, deren Auswirkungen auf bestimmte Regionen beschränkt blieben. Er nahm an, dass die Revolutionen im Verlauf der Erdgeschichte dazu tendierten, eher lokal zu werden.

Für eine sehr große Katastrophe gibt es noch den wenig gebräuchlichen Begriff **Kataklysmus** (altgriechisch Überschwemmung). Speziell in der Geologie bezeichnet ein Kataklysmus eine erdgeschichtliche Katastrophe, weshalb CUVIERS Katastrophentheorie auch als Kataklysmentheorie bezeichnet wird.

CUVIER war im Übrigen nicht der erste, der annahm, dass viele „Revolutionen“ auf gewaltigen und plötzlichen „Katastrophen“ beruhten; vor ihm hatten das unter anderem der französische Geologe DÉODAT GRATET DE DOLOMIEU (1750-1801), nach dem der Dolomit benannt ist, der Genfer Naturforscher HORACE-BÉNÉDICT DE SAUSSURE (1740-1799), der Vater der modernen Alpenforschung, sowie der Schweizer Geologe und Meteorologe JEAN-ANDRÉ DELUC (1727-1817) postuliert.

CUVIER sprach ausdrücklich davon, dass es in der Erdgeschichte viele plötzliche Umwälzungen gegeben habe, aber er folgte seinen Mentoren darin, sich auf das jüngste derartige Ereignis zu fokussieren. Dafür lagen nicht nur die eindeutigsten Beweise vor. Es war natürlich auch dasjenige, das mit dem Menschen in Verbindung gebracht werden konnte. Wie er in einer seiner ersten Arbeiten angedeutet hatte, hielt CUVIER die jüngste Revolution für diejenige, welche die gegenwärtige menschliche Welt von der vormenschlichen trennte. Wenn es vor diesem Ereignis Menschen gegeben hätte, hätte man ihre fossilen Reste finden müssen.

Revolutionen, ob plötzlich oder nicht, waren für CUVIER ohne Zweifel Teil der natürlichen Ordnung der Dinge. Er machte wenige Vorschläge für ihre Ursachen, da ihn offensichtlich keine Vermutung zufrieden stellte. Dies zeigt eindeutig, dass er annahm, die Ursachen müssten vollständig natürlichen und physikalischen Charakters sein.

CUVIER nahm an, dass seit der jüngsten Revolution nur etwa zehntausend Jahre vergangen waren. Von Interesse war jedoch weniger diese Zahl als solche, sondern ihr Verhältnis zur Geschichte des Menschen. Das wissenschaftliche Studium der historischen Chronologie war seit dem 17. Jahrhundert ein ideologisches Minenfeld, da es sowohl zur Unterstützung als auch zur Widerlegung von Ereignissen verwendet wurde, über die in jüdischen Schriften oder im Alten Testament berichtet wurde.

Dass ein fossiles Nashorn mit Hautresten in Eis oder gefrorenem Boden gefunden wurde, betrachtete CUVIER als schlüssigen Beweis dafür, dass das Tier nicht von irgendwoher eingeschwemmt worden war, sondern dort gelebt hatte, wo es gefunden wurde und daher plötzlich verschüttet worden sein musste, damit seine Weichteile konserviert werden konnten. Diese Art war seiner Ansicht nach nicht durch langsame und unmerkliche Veränderungen verschwunden, sondern

durch eine plötzliche Revolution. Natürlich hatte dieses Bild eines vorübergehenden Meereseinbruchs auf das Festland Ähnlichkeit mit der traditionellen Vorstellung von der biblischen Sintflut. Es ist jedoch kaum anzunehmen, dass CUVIER insgeheim die Geschichtlichkeit der Genesis unterstützen wollte.

Die Beschreibung des dichten Fells des Mammuts sah CUVIER als entscheidenden Hinweis darauf, dass es an das arktische Klima angepasst war, wo seine Reste gefunden wurden. In dieser Hinsicht bestätigte dies seine generelle Schlussfolgerung, dass in jeder Region das Klima vor der letzten „Revolution“ dasselbe gewesen war wie das aktuelle. Das Ereignis selbst – ob ein Temperaturabfall oder ein plötzlicher Meereseinbruch – war im Hinblick auf ein weit verbreitetes Aussterben drastisch, aber es war vorübergehend. Danach kehrten die physikalischen Bedingungen der Erdoberfläche mehr oder weniger wieder zum vorherigen Zustand zurück.

Wenn der Reisende die fruchtbaren Ebenen durchstreift, in welchen ruhige Gewässer durch ihren regelmässigen Lauf eine üppige Vegetation unterhalten, und deren Boden von zahlreichen Menschen bewohnt, mit blühenden Dörfern, mit reichen Städten, mit prächtigen Denkmälern geschmückt ist, und die Gräuel des Krieges und die Unterdrückungen der Mächtigen nie erfahren hat, so wird er sich nicht leicht versucht fühlen zu glauben, dass auch die Natur ihre innerlichen Kriege gehabt habe und die Oberfläche der Erde durch eine Folge von Umwälzungen und mannichfaltigen Catastrophen verheert worden sey. Aber es ändern sich diese Ansichten, sobald er in das Innere dieses jetzt so friedlichen Bodens einzudringen sucht, oder sobald er die Hügel besteigt, welche die Ebene begrenzen; seine Ideen erweitern sich sodann, so zu sagen, mit seinem Blicke; sie beginnen die Ausdehnung und Grösse dieser vormaligen Ereignisse immer mehr zu erfassen, so wie er die höhern Gebirgsketten, deren Fuss jene Hügel bedecken, hinaufklettert oder wie er dem Laufe der von den Ketten herabfallenden Ströme folgt, und auf diese Weise in das Innere der Gebirge eindringt. (CUVIER/NÖGGERATH 1830: 6)

Neben Hinweisen auf plötzliche Katastrophen fand CUVIER auch Formationen von gleichmäßig geschichteten Strata, die auf lange Ruheperioden hinwiesen. Katastrophen waren also nur vorübergehende Ereignisse.

Nach der Einleitung führt CUVIER *erste Beweise von Umwälzungen auf der Oberfläche der Erde* an, zu denen er insbesondere die unterschiedlichen Gesteinsschichten mit ihren charakteristischen Fossilien zählt, die sich – obwohl es sich um Meeresbewohner handelt – zu Höhen erheben, *die das Niveau aller Meere übersteigen, und wohin kein Meer der Jetztzeit sich durch eine der bekannten Ursachen zu erheben vermöchte.* CUVIER stellte auch fest, dass die Gesteinsschichten in größerer Höhe häufig nicht mehr horizontal, sondern geneigt, *zuweilen fast senkrecht*, stehen.

Aus heutiger Sicht würde man sagen, dass dies allein noch kein Beweis für Katastrophen ist; die Kräfte der Gebirgsbildung sind bekannt und man weiß, dass auch ihre allmähliche Wirkung für diese von CUVIER vorgefundene Situation ausreichen würde. Ein anderer Befund ist daher weitaus denkwürdiger: CUVIER

stellte zwischen den verschiedenen Lagern (Gesteinsschichten) einen deutlichen Wechsel bei den auftretenden Fossilien fest:

Ihre Arten, selbst die Gattungen veränderten sich mit den Lagern; und wenn auch hin und wieder gewisse Arten in kurzen Entfernungen wiederkehren, so kann man doch im Allgemeinen in der Wahrheit sagen, dass die Conchilien [Schalen von Weichtieren] der alten Lager ihre eigenthümlichen Formen haben; dass sie nach und nach verschwinden und in den jüngern Lagern nicht wieder erscheinen, viel weniger in den heutigen Meeren, worin niemals die Analogien dieser Arten vorkommen und sich selbst mehre Arten ihrer Gattungen nicht mehr antreffen lassen; dass dagegen die Conchilien der jüngern Lager hinsichtlich der Gattung mit jenen, die unser Meer erzeugt, übereinkommen, und dass in den letzten und unzusammenhängendsten dieser Lager, so wie in gewissen neuen und beschränkten Ablagerungen, einige Arten vorkommen, welche das geübteste Auge nicht von denen unterscheiden kann, welche die benachbarten Küsten nähren. (CUVIER/NÖGGERATH 1830: 12 f.)

Weiterhin stellt CUVIER fest, dass sich mitten zwischen den Meeresablagerungen *animalische und vegetabilische Producte* des Festlands finden. Es ist ihm zufolge daher *mehrmals vorgekommen, dass schon aufs Trockne gesetzte Landestriche wieder von Wassern bedeckt worden sind.*

Danach widmet sich CUVIER den Beweisen, *dass diese Umwälzungen plötzlich eintraten:*

Sehr wichtig ist aber auch zu bemerken, dass diese Irruptionen, diese wiederholten Rückzüge nicht alle langsam, nicht alle stufenweise vor sich gegangen sind. Im Gegentheile traten die meisten Catastrophen, welche dieselben herbeiführten, plötzlich ein, und dieses ist vorzüglich von der letzten dieser Catastrophen leicht zu beweisen, von derjenigen nemlich, welche durch eine zwiefache Bewegung unsere heutigen Continente oder wenigstens einen grossen Theil ihrer jetzigen Oberfläche erst überschwemmte, und dann trocken zurückliess. Sie hinterliess in den Nordländern die Leichen grosser Vierfüsser, welche vom Eise eingehüllt, sich bis auf unsere Tage mit Haut und Haaren und unversehrten Fleische erhalten haben. Wären sie nicht gleich bei ihrem Tode von der Kälte erstarrt, so würde die Fäulniss sie ergriffen und aufgelöst haben; von der andern Seite aber konnte dieser ewige Frost da, wo sie eingefroren sind, früher nicht herrschen, denn, wie hätten sie in einer solchen Temperatur zu leben vermocht? Es war demnach derselbe Augenblick, der diesen Thieren den Tod gab, und das Land, das sie bewohnten, mit Eis bedeckte. Dieses Ereigniss muss plötzlich und ohne alle Zwischenstufen eingetreten seyn, und was so klar für diese letzte Catastrophe dargethan ist, ist es auch kaum weniger für die ihr vorhergegangenen. (CUVIER/NÖGGERATH 1830: 14 f.)

Der Hinweis auf die jüngste Katastrophe war am klarsten von allen, da ihre Auswirkungen am deutlichsten sichtbar waren. Um zu zeigen, dass es sich tatsächlich um eine Katastrophe gehandelt hatte, erläuterte CUVIER zunächst, dass die maßvollen Prozesse oder „Ursachen“, die derzeit aktiv waren, nicht ausreichten, um ihre zu beobachtenden Auswirkungen zu erklären.

Im Gegensatz zu den häufigen Fossilien von marinen Wirbellosen, die von anderen Naturforschern wie LAMARCK untersucht wurden, konnten paradoxerweise die viel selteneren Fossilreste von terrestrischen Wirbeltieren mehr entscheidende Hinweise liefern. Dies lag daran, wie CUVIER annahm, dass die noch lebenden Arten, vor allem die größeren, relativ gut bekannt waren, und so eine zuverlässige Basis für den Vergleich mit fossilen Arten liefern konnten. Im Gegensatz dazu hatten die Naturforscher nicht dieselbe Sicherheit über die Beziehung zwischen lebenden und fossilen Arten von marinen Wirbellosen.

Er schloss daher daraus, dass die großen fossilen Säuger, die er in seinem Werk detailliert beschrieben hatte, wohl kaum irgendwo überlebt hatten; ihr Verschwinden musste das Ergebnis „allgemeiner Ursachen“ sein.

Nachdem CUVIER sich in einem ganzen Kapitel (*Die verloren gegangenen Arten sind keine Abarten der noch lebenden*) gegen die Transformation von einer Art in eine andere ausspricht, folgt ein entscheidender Satz:

Wenn ich übrigens behaupte, dass die festen Gebirgslager die Knochen mehrerer Gattungen und die angeschwemmten Gebilde die Gebeine mehrerer Arten enthalten, welche nicht mehr vorhanden sind, so spreche ich damit noch nicht die Nothwendigkeit aus, dass es einer neuen Schöpfung bedurft hätte, um die jetzt lebenden Arten zu erzeugen; ich sage nur, dass letztere nicht an denselben Orten wohnten, wo sie gegenwärtig sich aufhalten, und daher aus anderen Gegenden dahin gekommen seyn müssen. (CUVIER/NÖGGERATH 1830: 116 f.)

Dieser Satz belegt klar, dass es CUVIER nicht darum ging, Belege für den Wahrheitsgehalt der Bibel zu finden. Im Gegenteil: Um zu belegen, dass lese- und schreibkundige menschliche Gesellschaften nicht älter als ein paar tausend Jahre waren, begutachtete er die ganze Bandbreite der menschlichen Aufzeichnungen, die zu jener Zeit bekannt waren. Seiner Ansicht nach war der älteste Teil des Alten Testaments als wissenschaftliche Quelle in keiner Weise den Aufzeichnungen anderer alter Kulturen überlegen: alle waren *zusammenhanglose traditionelle Geschichten*, die auf eine harte Probe gestellt werden mussten, um überhaupt einen historischen Wert zu erlangen.

In seiner generellen Schlussfolgerung stellte CUVIER daher fest, dass eine *große und plötzliche Revolution* vor nur wenigen tausend Jahren die Position von Kontinenten und Ozeanen verändert hatte. Wie gewöhnlich lehnte er es ab, irgendeinen Vorschlag für die mögliche Ursache dieser großen physikalischen Änderungen zu machen. Er stellte zutreffend fest, dass in einer historischen Wissenschaft, zu der die Geologie nun geworden war, zunächst die Geschichtlichkeit der Ereignisse selbst nachgewiesen werden musste, ausgehend von einer Analyse ihrer Auswirkungen, bevor man versuchte, kausale Erklärungen dafür zu finden.

CUVIER schlug vor, von der Gegenwart in die relativ junge Vergangenheit zurückzugehen, bevor man die älteren Formationen in Angriff nahm. Vor allem jedoch untermauerte CUVIERs Werk die Metapher, die fast zum Klischee geworden war: Der Naturforscher musste Fossilien heranziehen wie der Historiker Dokumente, um eine authentische Geschichte der Erde und des Lebens auf ihrer Oberfläche zu schreiben. Um *die Grenzen der Zeit zu sprengen*, wie er es zu Be-

ginn des *Discours* ausgedrückt hatte, musste eine vormenschliche Geschichte geschrieben werden.

Vielleicht war es die enge Bindung CUVIERS an die protestantische Kirche, die viele annehmen ließ, er wolle mit seinen Theorien die Autorität der Bibel unterstützen. Davon war er jedoch weit entfernt: Seine Schriften zeigen, dass er allen alten Texten kritisch gegenüberstand und auch niemals für den Wahrheitsgehalt der Schöpfungsgeschichte, der Sintflut oder anderer Bibeltexte eintrat. Vor allem zeigte CUVIER eine völlige Abstinenz gegenüber der damals in England vorherrschenden Naturtheologie. Dennoch wurde er oft als Erzfeind aller Theorien der organischen Evolution verunglimpft, und er war tatsächlich ein unerbittlicher Gegner des „Transformismus“ von JEAN-BAPTISTE DE LAMARCK (1744-1829), seines Kollegen am Naturhistorischen Museum von Paris. Seine Schriften standen jedoch eher für ihre extreme Vorsicht gegenüber Spekulationen über die Entstehung von Arten oder größeren Gruppen, und er trat nie für eine übernatürliche Schöpfung ein. Ihm wurde vorgeworfen, dass er den Fortschritt der Erdwissenschaften aufhielt, indem er einen extremen „Katastrophismus“ vertrat, der die Macht der in der Gegenwart zu beobachtenden „aktuellen Ursachen“ ignorierte. Seine Schriften zeigen aber, dass sowohl seine Anatomie der Fossilien als auch seine Geologie bewusst auf sorgfältigem „aktualistischem“ Vergleich mit lebenden Tieren und gegenwärtigen geologischen Prozessen beruhten, und dass er nur dort Katastrophen bemühte, wo seiner Meinung nach gegenwärtige Prozesse die Beobachtungen nicht erklären konnten. Es war für CUVIER sekundär, die physikalischen Ursachen der Katastrophen zu identifizieren. Beobachtungen wurden für ihn erst zu „Fakten“, wenn sie zuverlässig interpretiert werden konnten.

GEORGES CUVIER starb 1832 an den Folgen einer Cholera-Infektion, die – welche Ironie des Schicksals – die Spätfolge einer Katastrophe war, des Ausbruchs des Tambora in Südostasien im Jahr 1815. Es wird geschätzt, dass 10.000 Menschen direkt durch die Auswirkungen des Ausbruchs starben, durch die folgenden Flutwellen, Hungersnöte und Krankheiten starben etwa 100.000 weitere. Die Cholera-Pandemie von 1817, die sich vom indischen Kontinent über die ganze Welt ausbreitete, wird hauptsächlich auf den Ausbruch des Tambora zurückgeführt (D'ARCY WOOD 2015). Die Cholera erreichte um 1830 Europa und brach zunächst im Baltikum und in Polen aus. 1831 erreichte sie England, 1832 Frankreich, wo eines ihrer Opfer GEORGES CUVIER war.

DER KATASTROPHISMUS KOMMT ZURÜCK

Über das fast ausnahmslose Aussterben der Dinosaurier am Ende der Kreidezeit vor 65 Millionen Jahren wurde lange gerätselt. Während der Studienzeit des Verfassers wurde unter anderem die Hypothese vertreten, dass die Pflanzen den Sauriern das Leben schwer machten, indem sie immer härter und schwerer verdaulich wurden. Favorisiert wurde schließlich ein drastischer Klimawandel.

Ende der 1970er Jahre fanden der amerikanische Physiker und Nobelpreisträger LUIS WALTER ALVAREZ und sein Sohn WALTER in Ablagerungen an der Grenze zwischen der Kreide und dem nachfolgenden Tertiär (Paläogen) hohe Anreiche-

rungen der Elemente Iridium und Osmium, die in Meteoriten eine wesentlich höhere Konzentration aufweisen als auf der Erde. Daraus schlossen sie auf einen gigantischen Meteoriteneinschlag, der neben den direkten Zerstörungen zu einer weltweiten Klimakatastrophe führte, da der aufgewirbelte Staub die Atmosphäre verdunkelte und einen „nuklearen Winter“ (Impakt-Winter) verursachte, wie er aus dem Einschlag von Atombomben bekannt ist.

Die Kritiker dieser Hypothese nahmen deutlich ab, als 1990 im Golf von Mexiko ein Krater mit einem Durchmesser von etwa 180 km gefunden wurde, dessen Alter auf rund 65 Mio. Jahre datiert wurde – dem Ende der Kreidezeit! Aus der Größe des Chicxulub-Kraters lässt sich berechnen, dass der Meteorit (oder Komet) einen Durchmesser von etwa 10-15 km gehabt haben muss.

Auch wenn der Meteoriteneinschlag vielleicht nicht die alleinige Ursache für das Massensterben war, gilt die „Einschlagtheorie“ als die gängigste und plausibelste für das relativ rasche Aussterben der Dinosaurier und zahlreicher anderer Organismen.

Man geht davon aus, dass den Impakt am Ende der Kreidezeit kein Tier von mehr als 25 Kilogramm Körpergewicht überlebt hat. Von den Meeresbewohnern traten am Ende der Kreidezeit einst so bedeutende Gruppen wie die mit den Tintenfischen verwandten Ammoniten und Belemniten („Donnerkeile“) ab. Bei der Analyse alter Meeresböden aus Bohrkernen, die heute von Bohrschiffen sogar aus der Tiefsee gezogen werden können, findet man sogenannte Impakt-Grenztonne (Abb. 5), die darauf hinweisen, dass über lange Zeit keine Assimilation durch Meeresspflanzen stattfand. An der Kreide-Tertiär-Grenze hielt die geringe Produktivität durch kalkbildende Einzeller in seichten Ozeanbereichen mindestens eine Million Jahre an.

DIE „BIG FIVE“ DER MASSENAUSSTERBEN

1984 veröffentlichten die US-amerikanischen Paläontologen DAVID M. RAUP (1933-2015) und JOSEPH J. „JACK“ SEPKOSKI (1948-1999) Aussterbedaten auf der Ebene von Familien und stellten fest, dass die Größenordnung des Aussterbens während bestimmter geologischer Zeitabschnitte es rechtfertigte, von Massenaussterben zu sprechen. Kurz darauf sprachen die Paläontologen von den *Big Five*, den fünf großen Massenaussterben (Abb. 6). Allerdings ragen diese fünf Ereignisse anderen Autoren zufolge nicht besonders heraus (MACLEOD 2016). Es gibt jedoch einige Besonderheiten der Big Five, z.B. die, dass Meeres- und Land-Lebensräume gleichermaßen beeinträchtigt wurden.

Zu den sogenannten Großen Fünf (Big Five) zählen im Einzelnen

- das Ordovizische Massenaussterben vor 444 Mio. Jahren
- das nach einem Tal im Harz benannte Kellwasser-Ereignis vor 372 Mio. Jahren
- das Ereignis an der Perm-Trias-Grenze vor 252 Mio. Jahren
- die Krisenzeit an der Trias-Jura-Grenze vor 201 Mio. Jahren
- das Massenaussterben an der Kreide-Paläogen-Grenze vor 66 Mio. Jahren.



Abb. 5: Gesteinsprobe von der Kreide-Tertiär-Grenze aus Colorado, USA. Über den dunklen kohligen Tonschichten (Kreide) folgt die hellgraue, nur wenige Zentimeter mächtige Grenztonschicht, die von einer schwarzen Schicht Kohle (Tertiär) überlagert wird. Im Grenzton wurde die höchste Anreicherung von Iridium weltweit gemessen (Rieskratermuseum Nördlingen; Foto: B. SEITZ).

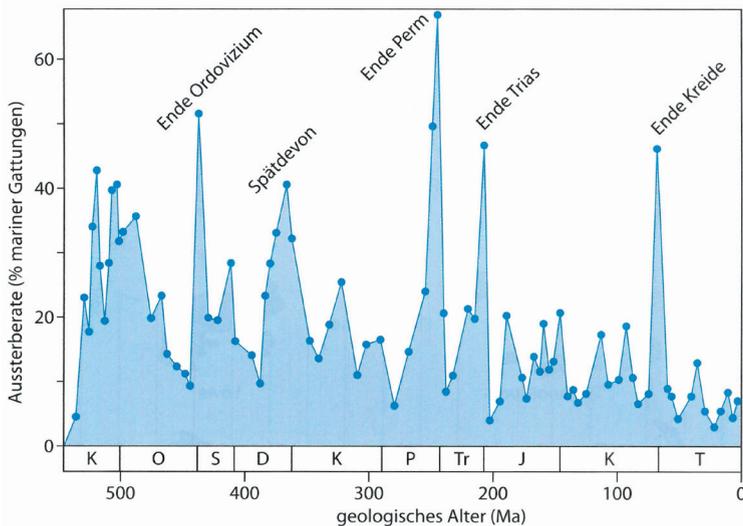


Abb. 6: Die Big Five der Massenaussterben (aus: KULL 2011).

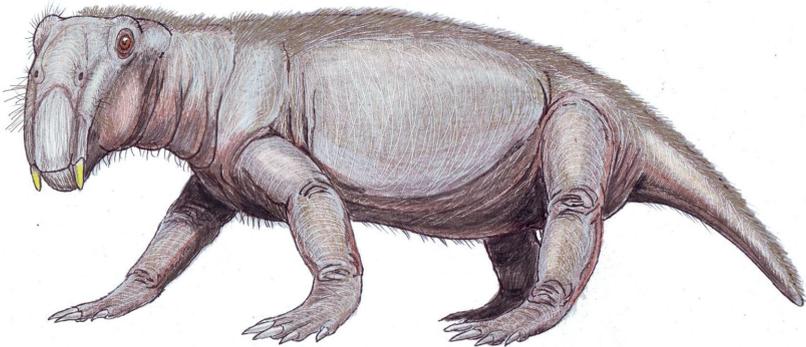


Abb. 7: Lebendrekonstruktion von *Lystrosaurus georgi* (Foto: DMITRY BOGDANOV creator QS:P170,Q39957193 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lystr_georgiDB.jpg), „Lystr georgiDB“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)

Bei den Großen Fünf lag der jeweilige Artenschwund bei 75 % oder darüber. Obwohl gelegentlich eine Revision dieser Gliederung oder eine Neubewertung zugunsten anderer Massenaussterben vorgeschlagen wird, sind die Big Five immer noch die inoffizielle Richtschnur bei der Darstellung der schwerwiegendsten biologischen Krisen während des Phanerozoikums, des „Zeitalters des sichtbaren Lebens“, das mit dem Paläozoikum (Erdaltertum) vor 541 Millionen Jahren begann.

Das größte Massenaussterben der Erdgeschichte war das Perm-Trias-Ereignis vor 252 Millionen Jahren, welches die Grenze zwischen Paläozoikum und Mesozoikum (Erdmittelalter) markiert. Es ist das einzige bekannte Massensterben, das auch Insekten betraf und darüber hinaus große Teile der Fauna. Etwa 75 % der an Land lebenden Arten sowie etwa 95 % der marinen Wirbellosen starben aus, unter anderem die Trilobiten, die während des gesamten Paläozoikums sehr artenreich gewesen waren. Interessanterweise überlebte das ungefähr schweinegroße, pflanzenfressende Landwirbeltier *Lystrosaurus* als eines der wenigen größeren Tiere die Katastrophe. Fossilien dieses Tiers wurden in Südafrika, Antarktika, China, Indien und dem europäischen Russland gefunden (Abb. 7).

URSACHEN VON MASSENAUSSTERBEN

Nachdem eine Zeitlang eine regelrechte „Meteoriten-Euphorie“ herrschte und manche Autoren die Ursache praktisch aller Massenaussterben im Einschlag von Himmelskörpern sahen, weiß man heute, dass es auch andere Ursachen gibt. Regelmäßig geht ein Massensterben mit einem drastischen Klimawandel einher; aber auch hier ist oft nicht sicher, wodurch dieser verursacht wurde. Man muss zwischen proximativen und ultimativen Aussterbemechanismen unterscheiden (MACLEOD 2016). *Ein proximativer Aussterbemechanismus kann die Ursache des Artensterbens erklären, ist jedoch selbst möglicherweise Folge einer Reihe verschiedener Prozesse, die entweder allein [...] oder zusammen [...] wirken. [...] Ein ultimativer*

Aussterbemechanismus ist einer, der ein Aussterben (meist) dadurch herbeiführt, dass er einen proximatn Aussterbemechanismus in Gang setzt, dessen Effekte weit über die Region seines Auftretens hinauswirken.

Proximate Aussterbemechanismen sind zum Beispiel globale Abkühlung, Änderung des Meeresspiegels, marine Anoxie (Sauerstoffarmut) oder eine Änderung der Ozean-Atmosphäre-Zirkulation. Ultimate Aussterbemechanismen können Schwankungen der Sonnenstrahlung, plattentektonische Prozesse, Vulkanismus in magmatischen Großprovinzen oder Einschläge großer Meteoriten sein.

Laut MACLEOD gibt es sehr wenige Hinweise darauf, dass irgendeine Einzelursache für die großen Artensterben der Vergangenheit verantwortlich war. Er plädiert für ein Szenario multipler interaktiver Ursachen (MIU), bei dem zwei oder mehr der ultimativen Aussterbemechanismen gleichzeitig und/oder sehr intensiv einsetzten, was weitreichende Folgen für das Artensterben und die Makroevolution hatte.

IST DIE GESCHICHTE DER ERDE UND DER MENSCHHEIT EINE GESCHICHTE DER KATASTROPHEN?

Für die Erdgeschichte bejahen dies die US-amerikanischen Paläontologen PETER WARD und JOE KIRSCHVINK in ihrem Buch *Eine neue Geschichte des Lebens: Wie Katastrophen den Lauf der Evolution bestimmt haben* (*A New History of Life. The Radical New Discoveries about the Origins and Evolution of Life on Earth*, 2015). Der durch neue wissenschaftliche Methoden und fächerübergreifende Ansätze mögliche Blick in die Erdgeschichte zeigt, dass die Entwicklung vor allem durch Katastrophen geprägt wurde, und zwar nicht nur solche, die durch Meteoriteneinschläge von außen verursacht waren. Bereits in der Einleitung stellen die beiden Autoren fest, dass der „Uniformitarianismus“ (bzw. der Aktualismus) in seiner Anwendung auf die Welt vergangener Zeiten wie auch auf Art und Geschwindigkeit der Evolution heute im Wesentlichen veraltet und widerlegt ist. Zusammenfassend zählen WARD und KIRSCHVINK nicht nur fünf, sondern zehn Massenaussterben auf.

Auch die Menschheitsgeschichte war von zahlreichen Katastrophen geprägt. So gibt es verschiedene Versuche, den Wahrheitsgehalt der biblischen Sintflut zu belegen. Berichte von einer großen Flut als Strafe Gottes sind nicht nur aus der Bibel (1. Buch Mose) überliefert, sondern unter anderem auch aus dem Gilgamesch-Epos, frühchristlichen Schriften und dem Koran. Da die Flutschilderungen in verschiedenen Kulturkreisen auftraten, die nicht miteinander in Kontakt standen, handelt es sich wohl nicht um übernommene Plagiate. Die Sintflut wurde mit lokalen Überschwemmungen, Megafluten durch Aufbrechen von Eisstauseen, Vulkanausbrüchen, Meteoriteneinschlägen sowie See- und Erdbeben in Verbindung gebracht.

Dem Vulkanismus sind etliche der großen Umwälzungen in der Erdgeschichte zuzuschreiben, und auch in der Menschheitsgeschichte waren Vulkanausbrüche die Ursache folgenschwerer Katastrophen – nicht zuletzt durch ihren erhebli-



Abb. 8: Krater des Vulkans Tambora auf der indonesischen Insel Sumbawa (Foto: Wikimedia / gemeinfrei: This image was taken by the NASA Expedition 20 crew. (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mount_Tambora_Volcano,_Sumbawa_Island,_Indonesia.jpg), „Mount Tambora Volcano, Sumbawa Island, Indonesia“, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-US>).

chen Einfluss auf die regionale und globale Klimaentwicklung mit den daraus resultierenden Folgen, wie etwa Hungersnöten und Epidemien.

Große Vulkanausbrüche, bei denen das Auswurfmaterial bis in die Stratosphäre geschleudert wird, haben ähnliche Auswirkungen auf das Klima wie Meteoriteneinschläge. Spricht man bei Letzteren von einem Impakt-Winter, ist bei gewaltigen Vulkaneruptionen von einem vulkanischen Winter die Rede. Aerosole aus Schwefelsäure verteilen sich wie ein Schleier über den gesamten Erdball. Die Sonnenstrahlen werden dadurch teilweise absorbiert oder zurückgestreut. In der Stratosphäre verursacht dies eine Erwärmung. Am Boden kommt es im Mittel zu einer Abkühlung des Weltklimas, regional und abhängig von der Jahreszeit kommt es gleichzeitig aber auch zu Erwärmungen.

Die folgenschwerste Vulkaneruption der letzten Jahrhunderte war der Ausbruch des Tambora (Abb. 8) auf der indonesischen Insel Sumbawa im Jahr 1815. Der Berg schrumpfte durch den Ausbruch von rund 3.900 auf 2.850 Meter Höhe; der Krater erreichte einen Durchmesser von sechs Kilometern. Die Aschewolke erreichte eine Höhe von etwa 25 km. Es wurden rund 150 km³ Gestein und Asche in die Stratosphäre geschleudert. Auf dem achtstufigen Vulkanexplosivitätsindex erreichte die Eruption die Stärke 7 (SCHENK et al. 2014).

WURDE DER MENSCH AUS SCHADEN KLUG?

Aufgrund der bisher gewonnenen Erkenntnisse kann man nahezu ausschließen, dass es dem Zufall überlassen bleibt, welche Arten eine globale Katastrophe überleben. Zum einen sterben die großen Arten aus, da ihnen die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Zum anderen werden sämtliche Spezialisten ausgerottet, da die für ihr Überleben notwendigen speziellen Umweltbedingungen nicht mehr gegeben sind. Komplexe, weitgehend aus Spezialisten aufgebaute Ökosysteme werden durch eine globale Katastrophe vollständig vernichtet.

Die entscheidende Frage ist nicht nur, welche Arten unmittelbar nach der Katastrophe noch existieren, sondern vor allem, welche den nachfolgenden Impaktwinter überleben. Das Pflanzenwachstum kommt dann fast vollständig zum Erliegen; „opportunistische“ und wenig lichtbedürftige Pflanzengruppen wie Farne und Moose nehmen sogar zu (KULL 2011: Abb. 9), können aber den Verlust an Primärproduktion nicht kompensieren. Während viele Pflanzen in Form von Diasporen oder vegetativen, oft unterirdischen Organen eine längere Krise überdauern können, sterben alle größeren und anspruchsvolleren Tierarten, die vielleicht die direkten Auswirkungen der Katastrophe noch überlebt haben, durch die danach herrschenden Bedingungen aus. Nur die kleinen Generalisten, die womöglich noch Allesfresser und nachtaktiv sind, haben eine langfristige Überlebenschance. Sie sind auch die Basis für die „Neuschöpfungen“ nach der Katastrophe – dann, wenn sich die Verhältnisse wieder normalisieren.

KULL (2011) schreibt dazu: *Zum völligen ökologischen Ersatz bzw. Ausgleich nach einer Massenextinktion sind mehrere Millionen Jahre neuer Evolution erforderlich. [...] Da viele Nischen verfügbar sind, kommt es nach einer Massenextinktion zu adaptiven Radiationen entsprechend der Darwin'schen Theorie. Die Massensterben selbst sind nicht darwinische Vorgänge. Daraus ist zu ersehen, dass für den Evolutionsvorgang im Großen auch Vorgänge eine Rolle spielen, die nicht durch Selektion bestimmt sind. Die Evolution wäre ohne die Massenextinktionen anders abgelaufen – vielleicht gäbe es den Menschen nicht oder noch nicht.*

KULL hält es für möglich, dass die Massenextinktionen die Entstehung des Menschen erst ermöglicht oder zumindest beschleunigt haben. Das steht völlig im Gegensatz zur Aussage des Paläontologen STEPHEN JAY GOULD in dessen Buch *Wonderful Life* (GOULD 1989). Dieses behandelt die sogenannte kambrische Explosion, die rasante Entwicklung aller heute bekannten Tierstämme vor rund 500 Millionen Jahren. GOULD ist der Auffassung, dass diese und das spätere Verschwinden vieler Formen nicht nach bestimmten Naturgesetzen verlief, sondern von Zufällen bestimmt war: *Eine historische Deutung kann nicht unmittelbar von Naturgesetzen abgeleitet werden, sondern von einer nicht vorhersagbaren Folge vorangegangener Stadien, wobei jede Änderung in jedem Schritt der Entwicklung das Ergebnis verändern würde, oder an anderer Stelle: Wenn wir das Spiel des Lebens noch einmal spielen könnten, wäre es völlig unvorhersehbar, welche Lebensformen am komplexesten wären; es wäre unwahrscheinlich, dass ein Geschöpf mit einem Bewusstsein (so wie wir) entstände.* Letztendlich ist der Mensch daher laut GOULD „zufällig“ entstanden.

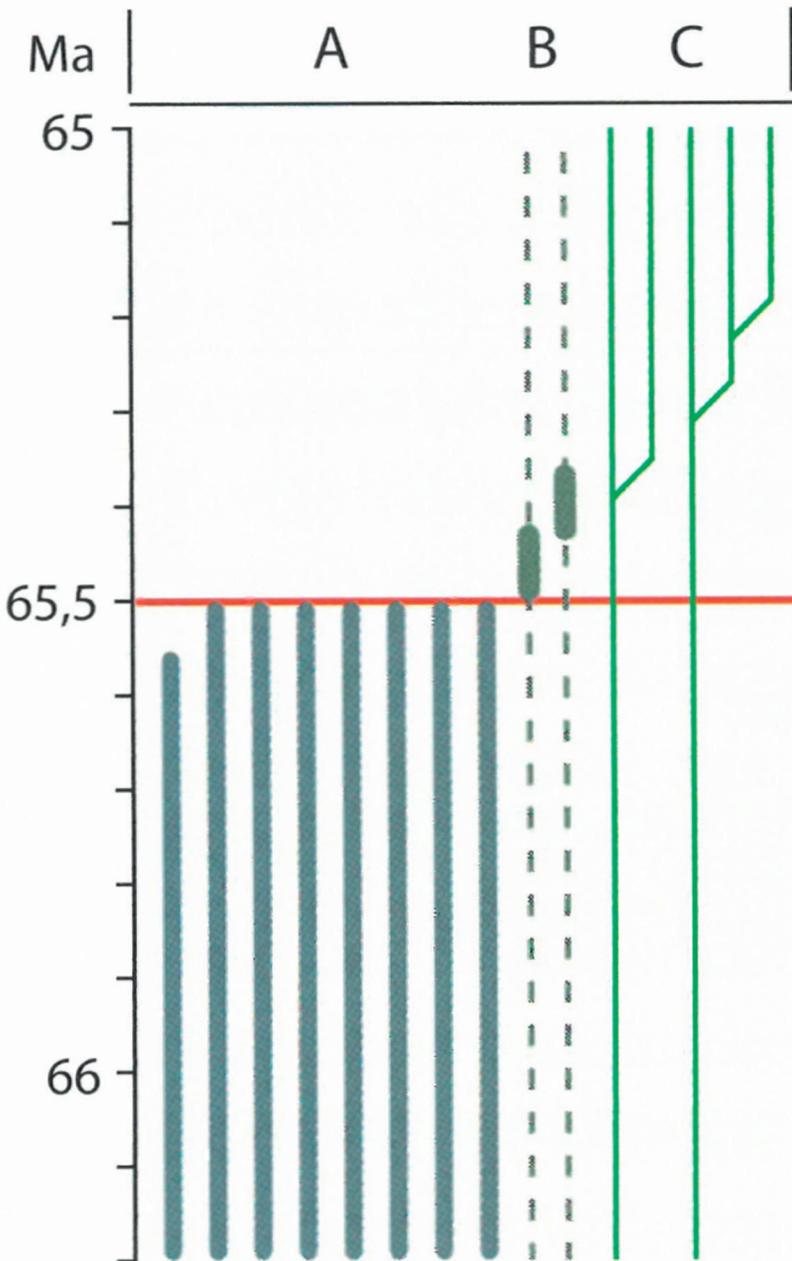


Abb. 9: Evolution an der Kreide-Paläogen-Grenze; A kennzeichnet das Aussterben von Arten, B das Überleben „opportunistischer“ Arten, die sich nach der Katastrophe zunächst vermehren (z. B. Farnen), C illustriert die Neubildung von Arten (aus KULL 2011).

Ganz anders sieht das der englische Paläontologe SIMON CONWAY MORRIS, der in seinem 2003 erschienenen Buch *Life's solution. Inevitable humans in a lonely universe* (deutsche Ausgabe 2008: *Jenseits des Zufalls*) schon auf dem Klappentext ankündigt: *Wir sind unvermeidlich! Die vielen Wege der Naturgeschichte haben nur ein Ziel: Die menschliche Intelligenz.* CONWAY MORRIS schreibt also der Evolution nicht nur eine Richtung zu, er spricht sogar von einem Ziel. Seine Annahme, dass die menschliche Intelligenz zwangsläufig entstanden ist, begründet er mit einem in der Biologie seit langem bekannten Prinzip, der Konvergenz. CONWAY MORRIS füllt nun sein ganzes Buch mit unterschiedlichen Beispielen von Konvergenz, z.B. auch in Bezug auf die mehrfach unabhängige Entstehung der Intelligenz (z.B. bei Primaten und Delfinen) und leitet daraus ab, dass für die gleichen Probleme immer wieder die gleichen Lösungen gefunden werden. Wenn Intelligenz also Vorteile bringt, dann wird sie auch früher oder später entwickelt. CONWAY MORRIS (2013: 262) fasst das folgendermaßen zusammen:

Das Hauptziel dieses Buches war es zu zeigen, dass die Bedingtheiten der Evolution und die Allgegenwärtigkeit von Konvergenz die Emergenz menschenartiger Geschöpfe nahezu unausweichlich machen. Entgegen der landläufigen Meinung und der allgemeinen Verzagtheit meine ich, dass Zufallsereignisse auf lange Sicht keine große Auswirkung auf das entwicklungsgeschichtliche Endprodukt haben.

Und was sagt CONWAY MORRIS zur Rolle der Katastrophen bzw. der Massenaussterben? Er bezieht sich darauf nur kurz und erwähnt den Einschlag des Asteroiden am Ende der Kreidezeit. Er glaubt nicht, dass es ohne den Meteoriten nie zur Radiation der Säugetiere gekommen wäre, sondern dass diese sich lediglich um *ungefähr 30 Millionen Jahre verzögert hätte.*

Auch der US-amerikanische Wissenschaftspublizist ROBERT WESSON (1920-1991) merkte in seinem ins Deutsche übersetzte Buch *Die unberechenbare Ordnung* (1991) an, dass sich die Katastrophen *unabhängig von ihren wirklichen Ursachen [...] möglicherweise als entscheidend für die Evolution erwiesen [haben], indem sie den Weg für komplexere und leistungsstärkere Organismen ebneten. [...] Das Aussterben der meisten Spezies [...] eröffnete neue Startmöglichkeiten; mit dem Verschwinden großer Arten war die Chance für kleinere, erfindungsreichere Spezies gekommen, die Experimente und Innovationen erlaubten – neue Muster, die sich in Konkurrenz mit den vormaligen Beherrschern der Erde nicht hätten durchsetzen können.*

Für den Mechanismus, wie diese neuen Chancen verwirklicht werden können, entwickelte ANDREW H. KNOLL (2003) ein überzeugendes Modell. Er spricht von *permissive ecology*, von einer „toleranten Umwelt“ nach einer Katastrophe. Damit meint er, dass die wenigen Überlebenden kaum mit Konkurrenz zu kämpfen haben und sich auch extravagante Entwicklungen leisten können, die unter normalen Umständen tödlich wären, wie zum Beispiel Mutationen in den Hox-Genen, die für die Steuerung der Embryonalentwicklung verantwortlich sind. Eine solche Mutation bewirkt bei Insekten beispielsweise, dass anstelle von Mundwerkzeugen weitere Beine wachsen. Unter Konkurrenzbedingungen wäre eine Ernährung und damit ein Überleben nicht mehr möglich. Ohne Kon-

kurrenz ist die Überlebenswahrscheinlichkeit eines derart „missgebildeten“ Organismus deutlich größer. Dies erinnert stark an die *Hopeful-Monster-Hypothese* von RICHARD GOLDSCHMIDT (1878-1958).

Während seines Studiums und danach war der Verfasser durchaus ein Anhänger der Hypothese GOULDS, dass der Mensch zufällig entstanden sei. Wie CONWAY MORRIS geht der Verfasser aber inzwischen davon aus, dass die menschliche Intelligenz zwangsläufig entstanden ist, die Konvergenz als einzige Erklärung jedoch nicht ausreicht. Wie KULL ist er der Überzeugung, dass die Massensterben dabei eine wesentliche Rolle gespielt haben, was wie folgt begründet sei:

- Durch die Massensterben wurde der Weg freigeräumt für Tiergruppen, die davor nur eine Nebenrolle gespielt hatten; die Säugetiere standen am Ende der Kreidezeit im wahrsten Sinne des Wortes im Schatten der Dinosaurier und waren überwiegend nachtaktiv, um ihnen auszuweichen – die ideale Voraussetzung für das Überleben längerer Dunkelheit und Kälte nach einer Katastrophe.

- Auch der Entstehung unserer heutigen Tierstämme bei der Kambrischen Explosion ging eine weltweite Katastrophe („Schneeball Erde“) und ein Massensterben der sogenannten Ediacara-Fauna voraus.

- Die Tolerante Umwelt (*permissive ecology*) KNOLLS bietet im Zusammenhang mit den tolerierten Mutationen an den Regulationsgenen eine gute Erklärung für die konkurrenzfreien Bedingungen nach einer Katastrophe und die dadurch ermöglichten Neuschöpfungen.

- Unter den überlebenden Organismen befinden sich neben alten Formen – wie Bakterien, Algen, Farnen, Moosen etc. – mit zunehmender Evolutionsdauer höher entwickelte (komplexere) Organismen, die als Basis einer Weiterentwicklung dienen.

- Katastrophen bzw. Massensterben überleben von den höher entwickelten Organismen am ehesten kleine, flexible Generalisten als Basis für eine adaptive Radiation. Durch Katastrophen findet also eine „Metaselektion“ in Richtung Flexibilität statt.

Wie kommt man aber mit diesen Vorgaben zu einer zwangsläufigen Entwicklung des Menschen? Man könnte auch fragen: Was ist heute der Gipfel an Flexibilität? Welche Art hat sich auf der ganzen Erde ausgebreitet, ist Allesfresser, sowohl bei Tag als auch bei Nacht aktiv? Welche Art kann auf Umweltänderungen nicht nur mit angeborenen Programmen, sondern durch Lernen und Informationsaustausch reagieren? Natürlich der Mensch. Ist er als einzelner bereits ein Ausbund an Flexibilität, überbietet er als Gruppe bei weitem alle anderen Organismen.

Der österreichische Philosoph und Wissenschaftstheoretiker ERHARD OESER hat das in seinem Buch *Katastrophen – Triebkraft der Evolution* (2011) so zusammengefasst:

Die Entwicklung der Erde und die Evolution der Lebewesen auf ihr müssen daher als eine Abfolge von Katastrophen angesehen werden, die aber auch immer wieder zu Neuem führt. [...] Die Evolution scheint demnach von einem Prinzip der kreativen Zerstörung beherrscht zu sein. [...] Katastrophentheorie und Evolutionstheorie

sind daher keine sich ausschließenden Alternativen. [...] Wir müssen mit den Katastrophen leben. Denn sie sind nicht nur die Triebkraft der Evolution des Lebendigen und der Entstehung und Entwicklung der Menschheit, sondern auch die Ursache der Entstehung des Lebens überhaupt auf unserer Erde.

Natürlich ist der Mensch nicht das Ziel der Evolution, vielleicht aber das Ergebnis einer Kette von Katastrophen, die jedes Mal die flexiblen Generalisten herausriebten, und das auf einer zunehmend komplexeren Ebene. Auch bei der Entwicklung des Menschen spielten offenbar mehrere gravierende Klimaänderungen eine Rolle, die ebenfalls als Katastrophen gedeutet werden können.

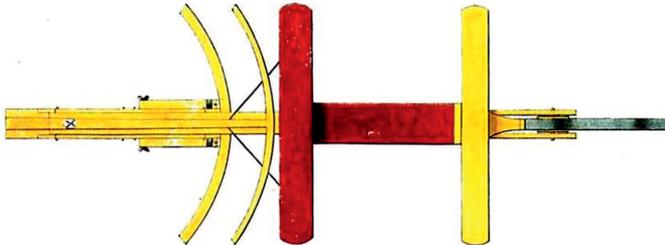
STECKT IN JEDER KRISE EINE CHANCE?

Im Zusammenhang mit positiven Auswirkungen von Krisen und Katastrophen wird immer wieder ein Satz aus der Patmos-Hymne von FRIEDRICH HÖLDERLIN zitiert: *Wo aber Gefahr ist, wächst das Rettende auch*. Das Gedicht ist nach der griechischen Insel Patmos benannt, die als Schöpfungsort der prophetischen Offenbarung des Johannes gilt. Sie ist für die verfolgten Christen ein Zufluchtsort und kennzeichnet zugleich die apokalyptische Krisensituation.

Kann dieser Satz oder seine moderne Version, dass in jeder Krise eine Chance stecke, auch für Naturkatastrophen bestätigt werden? Oft kommt es dabei auf die Warte an, die man einnimmt. Für diejenigen, die in einer Katastrophe umkommen, wie zum Beispiel die Dinosaurier am Ende der Kreidezeit, ist die Krise mit Sicherheit keine Chance. Dagegen kam sie den Säugetieren zugute, die nach der Katastrophe eine beispiellose adaptive Radiation erlebten. Die Krise der Dinosaurier war also eine Chance für die Säugetiere.

Hatten auch verheerende Vulkanausbrüche positive Auswirkungen? Das soll am Beispiel des Tambora betrachtet werden, dessen Folgen erst in den letzten Jahren gründlich untersucht und diskutiert wurden. Der Ausbruch im April 1815 löste 1816 in Teilen Europas und Nordamerikas das „Jahr ohne Sommer“ aus. Unter dem Eindruck des extrem kalten Wetters und der Stürme am Genfer See entstand der berühmte Roman *Frankenstein* von MARY SHELLEY. Während *die feine englische Gesellschaft, allen Widrigkeiten des Wetters zum Trotz, sich am Genfer See ohne Not mit den Naturgewalten und der Landschaft beschäftigen konnte, ging es für die meisten Menschen in Süd- und Westdeutschland sowie den angrenzenden Schweizer Gebieten um das tägliche Brot, bei nicht wenigen um das nackte Überleben* (Haus der Geschichte Baden-Württemberg 2017).

Im Königreich Württemberg, das von der Klimakatastrophe besonders schwer getroffen wurde, ordnete König WILHELM I. Wohltätigkeitsvereine für das gesamte Königreich an, da die Armut mit den vorhandenen Institutionen nicht ausreichend bekämpft werden konnte. Es ging ihm und seiner tatkräftigen Gattin KATHARINA dabei nicht um eine temporäre Hilfe, sondern um eine dauerhafte Lösung. Nach kurzfristigen Maßnahmen – wie dem Exportverbot für Grundnahrungsmittel – strebte König WILHELM eine Verbesserung der Landwirtschaft an. Hierfür gründete er 1818 eine landwirtschaftliche Unterrichts-, Versuchs- und Musteranstalt in Hohenheim, aus der die heutige Universität hervorging. Au-



1817 *BREVET D'INVENTION* 1817
 Freiherrn Carl von Drais.

August del. et sculp. Manders 1817

Abb. 10: Illustration der Patentschrift für die Draisine (Laufmaschine) von 1817 (Abbildung: Wikimedia / gemeinfrei: Wilhelm Siegrist (1797-1843?) (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Draisine1817.jpg>), „Draisine1817“, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-old>).

ßerdem stiftete er das Landwirtschaftliche Hauptfest in Cannstatt, auf dem die neuesten Errungenschaften der Landwirtschaft präsentiert werden sollten. Auch die Gründung der Sparkassen in Württemberg ist eine Konsequenz aus der Krise der Jahre 1816/17.

Wegen der Ernteausfälle kam es zu einem Anstieg der Haferpreise und in der Folge zu einem Rückgang des Pferdebestandes in Europa. Die starke Beeinträchtigung des vorindustriellen Transportsystems brachte den Karlsruher Forstbeamten KARL VON DRAIS (1785-1851) auf die Idee, an alternativen Fortbewegungsmitteln zu basteln (D'ARCY WOOD 2015). Er erfand das Ur-Fahrrad, das nach ihm Draisine genannt wurde (Abb. 10).

Auch nach 1815 gab es weitere, gerade auch Deutschland und Baden-Württemberg betreffende Katastrophen. Beispielsweise hatte die Reaktorkatastrophe von Fukushima zur Folge, dass die Pläne über einen Atomausstieg bis 2022 die Zustimmung der Bevölkerung fanden. Zusätzlich zum Atomausstieg verabschiedete der Bundestag im Juni 2011 ein Gesetzespaket, das den Weg zur Energiewende ebnete.

Die Zukunft wird mit Sicherheit weitere Krisen und Katastrophen bringen, auch solche, die die Menschheit bis ins Mark treffen. Der Antwort auf die Frage, ob in jeder Krise eine Chance steckt, möchte der Verfasser sich mit einem Aphorismus nähern:

In jeder Krise steckt eine Chance, doch meist ist die Krise des Einen eine Chance für das Andere.

LITERATUR:

CONWAY MORRIS, S. (2008): Jenseits des Zufalls – Wir Menschen im einsamen Universum. – Berlin University Press.

CUVIER, G. (1830): Die Umwälzungen der Erdrinde in naturwissenschaftlicher und geschichtlicher Beziehung. Übersetzt von J. NÖGGERATH. – Bonn (Eduard Weber).

D'ARCY WOOD, G. (2015): Vulkanwinter 1816: Die Welt im Schatten des Tambora. – Darmstadt (Theiss/WBG).

GOULD, S. J. (1989): Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History. – New York (Norton), deutsch (1991): Zufall Mensch: Das Wunder des Lebens als Spiel der Natur. – München (Hanser).

Haus der Geschichte Baden-Württemberg (Hrsg.) (2017): Tambora: Ein Vulkan verändert Südwestdeutschland. – Ubstadt-Weiher, Heidelberg, Basel (Verlag Regionalkultur).

KNOLL, A. H. (2003): Life on a young planet – the first three billion years of evolution on Earth. – Princeton University Press.

KULL, U. (2011): Massenaussterben und ihre Bedeutung für die Evolution. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, 167: 5–27; Stuttgart.

MACLEOD, N. (2016): Arten sterben: Wendepunkte der Evolution. – Darmstadt (Theiss/WBG).

OESER, E. (2011): Katastrophen: Triebkraft der Evolution. – Darmstadt (Primus/WBG).

- RAUP, D.M. & J.J. SEPKOSKI** (1984): Periodicity of extinctions in the geologic past. – Proc. Natl. Acad. Sci., USA, **81**: 801–805.
- RUDWICK, M.J. S.** (1997): Georges Cuvier, fossil bones and geological catastrophes. – The University of Chicago Press.
- SCHENK, G.J., JUNEJA, M., WIECZOREK, A. & CH. LIND** (Hrsg.) (2014): Mensch.Natur.Katastrophe: Von Atlantis bis heute. Begleitband zur Sonderausstellung. – Publikationen der Reiss-Engelhorn-Museen, **62**; Mannheim.
- SEITZ, B.-J.** (2019): Georges Cuvier und die Katastrophen – von Krisen und Chancen. – Darmstadt (wbg academic).
- TAQUET, P.** (2006): Georges Cuvier: Naissance d'un Génie. – Paris (Odile Jacob).
- WARD, P. & J. KIRSCHVINK** (2016): Eine neue Geschichte des Lebens: Wie Katastrophen den Lauf der Evolution bestimmt haben. – München (DVA).
- WESSON, R.** (1991): Die unberechenbare Ordnung: Chaos, Zufall und Auslese in der Natur. – München (Artemis & Winkler).
- WÖRZ, A., OETTLER, G. & M. ENGELHARDT** (2009): Georges Cuviers „Reise auf die Württembergische Alb“ – ein zeit- und wissenschaftsgeschichtliches Dokument. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, **165**: 301–336.

Anschrift des Verfassers:

DR. BERND-JÜRGEN SEITZ
St.-Peter-Straße 12
79341 Kenzingen
Email: info@b-seitz.de