

# James Hutton (1726-1797) – ein Begründer der Geologie

Thomas Fritzsche, Bahnhofstr. 2, 37139 Adelebsen

**Zusammenfassung:** Vor 200 Jahren starb James Hutton (1726-1797) in seiner Geburtsstadt Edinburgh in Schottland. Im gleichen Jahr wurde Charles Lyell (1797-1875) geboren, der maßgeblichen Anteil an der Herausbildung des Status hatte, den die spätere Geschichtsschreibung James Hutton zuwies: dem eines Begründers der Geologie. Huttons Werk, die *Theory of the Earth* (1788, 1795), stand am Beginn des „heroischen Zeitalters“ der Geologie, das etwa von 1790 bis 1830 währte. Die *Theory* war anfangs nicht weit verbreitet. Es bedurfte der Hilfe des schottischen Naturphilosophen und Mathematikers John Playfair (1748-1818), die Vorstellungen Huttons der Nachwelt in gestraffter Form zugänglich zu machen. Die *Illustrations of the Huttonian Theory* (1802) wurden bekannter als Huttons voluminöser Zweibänder. Nach Playfair und Lyell war es schließlich Sir Archibald Geikie (1897), der den sich bis in die modernen Lehrbücher hinein erhaltenden Hutton-Mythos begründete. Nach geologischer Geschichtsschreibung war Hutton der Genotypus des modernen Geologen, der seine Theorie erst nach sorgfältiger Analyse der Geländebefunde aufstellte. In der wissenschaftshistorischen Literatur der letzten Jahrzehnte hat eine gründliche Auseinandersetzung mit bekannten und weniger bekannten Forscherpersönlichkeiten, ihrem intellektuellen Umfeld und den Zwängen ihrer Epoche, eingesetzt. Dadurch hat Huttons geologische Arbeitsmethodik einiges von ihrem Glanz verloren, zugleich wurde aber das Verständnis für die Gesamtschau dieses großen Denkers hervorgehoben.

## Die Geologie gegen Ende des 18. Jahrhunderts

Zur Zeit Huttons standen die Erdwissenschaften (der Begriff Geologie war noch nicht gebräuchlich) kurz vor dem Sprung, ihren Platz im Konzert der naturwissenschaftlichen Disziplinen einzunehmen. Privatgelehrte, Mediziner, Juristen, Bergbauingenieure und Sammler hatten die Geologie im 18. Jahrhundert begründet, am Anfang des 19. Jahrhunderts hatte sie ihre Eigenständigkeit erlangt. An der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert wurden die Belange und praktischen Erfahrungen des Bergbaus erstmals wirkungsvoll mit den theoretischen Konstruktionen zusammengeführt. Eine herausragende Figur war Abraham Gottlob Werner in Freiberg (Sachsen), dessen Ehrgeiz bei der Systematisierung mineralogischer und geologischer Kenntnisse die Grundlagen für mehrere geowissenschaftliche Teilgebiete schuf.

Eine am biblischen Schöpfungs- und Sintflutbericht orientierte Erdgeschichte war auf breiter Front auf dem Rückzug. Die Deutung der Fossilien als Lebewesen hatte sich in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts endgültig durchgesetzt und schien mit dem Sintflutbericht gut vereinbar. Doch schon gegen Ende des Jahrhunderts häuften sich die kritischen Einwände. Vorsichtige Schätzungen des Kosmos- und Erdalters gingen weit über das biblische Zeitmaß hinaus. De Maillet (1748) meinte in seinem posthum veröffentlichten *Telliamed*, Menschen gäbe es schon seit 500.000 Jahren. Kant (1755) sprach ebenso von Millionen Jahren wie von Justi (1771), dem Millionen Jahre kaum ausreichend zu sein schienen. Buffon (1778) hatte aus der Abkühlung von Eisenkugeln auf ein Erdalter von 75.000 Jahren geschlossen. Werner nahm ein Erdalter von 1 Million Jahren an, für Erasmus Darwin waren es Millionen von Zeitaltern (BLEI 1981).

Noch war die Sintflut als historisches Ereignis anerkannt, und die Ablagerungen der großen Flut wurden in der geologischen Gesteinsfolge identifiziert. Es wurden jedoch nur noch die jüngsten, meist unverfestigten Sedimente, die unmittelbar unter den modernen Kulturhorizonten lagen, als Sintflutablagerungen angesehen. Als zu Beginn des 19. Jahrhunderts die Vergletscherung weiter Teile der Erde postuliert wurde, waren auch diese Sintflutzeugnisse in Frage gestellt. Die bekanntesten Sintflut-Vertreter der damaligen Zeit gaben etwa um 1840 ihre Deutung zugunsten der Vereisungstheorie auf.<sup>1</sup>

James Huttons *Theory of the Earth* erschien mitten in dieser Zeit des Umbruchs. Er öffnete wie kein anderer den Blick für unermessliche geologische Zeiträume; übernatürliche Eingriffe ins Naturgeschehen oder gewaltige Katastrophen, wie z.B. eine Sintflut, lehnte er ab. Als Erklärung dienten ihm die heute beobachtbaren Prozesse, eine Sichtweise, die später mit dem Begriff Uniformitarismus (auch: Uniformismus) belegt wurde.

## Lebenslauf

James war der zweite Sohn von William Hutton und Sarah Balfour. Sein älterer Bruder starb bereits im Kindesalter, sein Vater, als James gerade drei Jahre alt war. William Hutton war ein angesehener Händler und zeitweise City Treasurer von Edinburgh. Von James' drei Schwestern Isabella, Jean und Sarah überlebte ihn nur Isabella.

James besuchte die High School in Edinburgh und ab November 1740 die Universität. Zu dieser Zeit wurde sein Interesse für Chemie geweckt. Ab 1743 ging er bei einem Rechtsanwalt in die Lehre. Die langweiligen Schreibarbeiten wurden durch kleine chemische Experimente aufgelockert, und so konnte das Arbeitsverhältnis nicht von Dauer sein. 1744 begann Hutton mit dem Studium der Medizin, für längere Zeit wahrscheinlich nur als Gasthörer. Um das Studium mit einem offiziellen Grad abschließen zu können, verließ er 1747 Edinburgh in Richtung Kontinent. In Paris studierte er Chemie und Anatomie und schloß 1749 in Leyden ab; der Titel seiner Doktorarbeit hieß *De sanguine et Circulatione in Microcosmo* (Über das menschliche Blut und seinen Kreislauf).

Zurückgekehrt nach Edinburgh, teilte er verschiedenen Freunden seine Bedenken über den weiteren Berufsweg mit, denn als praktizierender Arzt würde er kaum Zeit für sein Hobby finden. Eine freudige Nachricht erreichte ihn: Zurückgehend auf frühere gemeinsame Experimente hatte John Davie inzwischen ein Verfahren zur Salmiakgewinnung aus Ruß weiterentwickelt; die Anwendung des Verfahrens garantierten ihm und Hutton eine dauerhafte Einnahmequelle.

Im Sommer 1750 wurde die Medizin zugunsten eines Studiums der Agrarwissenschaften aufgegeben. Während insgesamt mehrjährigen Aufenthalten auf landwirtschaftlichen Betrieben studierte Hutton die modernsten Methoden des Ackerbaus, der Viehzucht und der Milchwirtschaft einschließlich der Butterherstellung. Mit einer Reise nach Holland, Belgien und Frankreich beendete er diese Phase seiner Ausbildung und ging ab 1754 daran, das Gelernte umzusetzen. Für die nächsten 12 Jahre bewirtschaftete er das kleine Landgut Slighshouses in Berwickshire, das er von seinem Vater geerbt hatte. Bei allem Enthusiasmus für die Landwirtschaft gab es aber auch Schwierigkeiten. Hutton konnte nur unter Mühen einen Pflüger für seinen Betrieb anwerben; vermutlich waren die ständigen Konflikte mit seinem Angestellten der ausschlaggebende Grund, das Landgut zu verpachten und nach Edinburgh zurückzukehren (BAILEY 1967).

Huttons Interesse für die Geologie entwickelte sich vermutlich um 1753. Slighshouses wurde zum Ausgangspunkt für die ersten ausgedehnten Exkursionen. Hutton beobachtete die Gesteinsverfestigung, die Herkunft von Geröllen aus festem Gestein und entdeckte marine Fossilien in den Gesteinen. Seine Reisen führten ihn durch Schottland und bis auf die Isle of Wight in Südengland. Nach seiner Rückkehr nach Edinburgh widmete er die nächsten fast 30 Jahre der privaten Forschung. Zu den praktischen Tätigkeiten gehörten weitere Exkursionen in Schottland, Wales und England sowie chemische Experimente. Hutton war der erste, der die Alkalien in den Mineralen der Zeolith-Gruppe nachwies. In den letzten zwölf Jahren seines Lebens wurden alle seine bedeutenden Arbeiten publiziert.

## James Hutton

geboren am 3. Juni 1726 in Edinburgh/Schottland  
 1740-1743 Studium der Geisteswissenschaften in Edinburgh  
 1743-1744 in der Lehre bei einem Rechtsanwalt  
 1744-1747 Studium der Medizin in Edinburgh  
 1747-1749 Studium der Chemie und Anatomie in Paris  
 1749 Abschluß in Leyden  
 1750-1754 Studium der Agrarwissenschaften  
 1754-1768 Bewirtschaftung einer Länderei;  
 zahlreiche Exkursionen in Schottland und England  
 ab 1768 als unabhängiger Gentleman in Edinburgh  
 1785-1795 Publikation zahlreicher Arbeiten zur Naturkunde und Philosophie  
 gestorben am 26. März 1797



Abb. 1: James Hutton (1726-1797) im Alter von etwa 50 Jahren

## Freunde und Umfeld

Die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts gilt als Zeit der schottischen Aufklärung (scottish enlightenment), das Zentrum war Edinburgh, und hier residierte James Hutton. Zu seinen Freunden und Bekannten zählten die herausragenden Wissenschaftler der damaligen Zeit: die Philosophen David Hume (1711-1776) und Adam Ferguson (1723-1816), der Ökonom Adam Smith (1723-1790), der Chemiker Joseph Black (1728-1799) und der Mathematiker John Playfair (1748-1819). Black war seit 1766 Professor für Chemie; zu seinen herausragenden Arbeiten gehören die Entdeckung des Kohlendioxids und der latenten Schmelz- und Verdampfungswärme. Auch untersuchte er den Einfluß des Druckes auf chemische Reaktionen, was auf Hutton nicht ohne Wirkung blieb.

Eine enge Freundschaft verband Hutton mit Sir John Hall of Dunglass, der nur 9 Meilen von Slighshouses entfernt wohnte. Später begleitete ihn des-

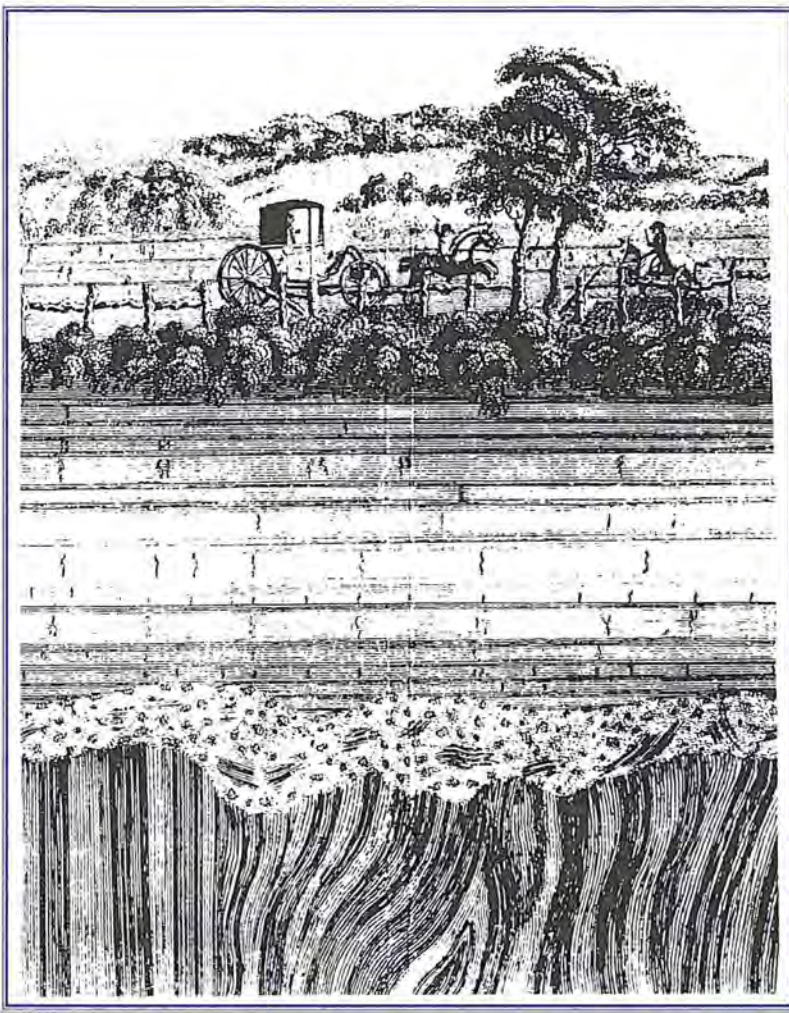


Abb. 2: Die berühmte Diskordanz am Ufer des Jed (Südscottland), eine Abbildung, die Hutton seiner Theory beifügte. Die unteren Schichten sind einstige Meeresablagerungen, die bei der Landhebung steilgestellt wurden. Darüber liegt ehemaliger Abtragungsschutt. Als das Land wieder unter den Meeresspiegel sank, wurden die waagrechten Sandsteinschichten abgelagert. Anschließend wurde das Land wieder angehoben. Für Hutton war diese Stelle eine Bestätigung für seine Vorstellungen von geologischen Kreisläufen und den unermeßlichen Zeiträumen.

sen Sohn Sir James Hall (1761-1832), der Begründer der experimentellen Petrologie, auf einigen Exkursionen. Die wichtigste Rolle spielten die Clerks: Sir George Clerk (1713-1784) und sein jüngerer Bruder John Clerk of Eldin (1728-1812), dessen theoretisches Werk über die Seekriegsführung lobend von Nelson erwähnt wurde. John war vermutlich der engste Vertraute Huttons. Die Zeichnungen, die er während den Exkursionen zusammen mit Hutton anfertigte, zeugen von einem tiefen Verständnis für geologische Zusammenhänge.

Außer Hutton waren auch Black, Hume, Playfair und Smith Junggesellen. Huttons unehelicher Sohn James ist wahrscheinlich in der Zeit geboren, als Hutton sich anschickte, nach Paris zu gehen. Für die Erziehung, Ausbildung und die finanzielle Unterstützung seines Sohnes hat er stets gesorgt. Die wöchentlichen Treffen im sog. Oyster Club, der von Hutton, Black und Smith um 1778 gegründet wurde, waren von freundlicher Atmosphäre geprägt, unter

den Teilnehmern herrschte keinerlei Neid. Wie Huttons Biograph Playfair später ebenfalls schrieb, überraschte Hutton seine Freunde immer wieder mit seinem lebhaften Interesse an allen neuen Entdeckungen und Erfindungen.<sup>2</sup> An Smiths Überlegungen zu *Wealth of Nations* nahm er ebenso Anteil wie an der Erfindung der Dampfmaschine durch James Watt (1736-1818) oder den Berichten von den Entdeckungsfahrten Cooks in der Südsee.

## Werk

Eine Zusammenfassung aller Forschungen, die Hutton im Verlauf vieler Jahrzehnte anstellte, wird ihn zuerst als Agrarwissenschaftler auszeichnen. Offensichtlich war es dieses Fachgebiet, das ihn am meisten fesselte und auch zu seinen geologischen Überlegungen inspirierte. Kurz vor seinem Tod arbeitete er an einem großen Werk, den *Elements of Agriculture*, das nie publiziert wurde. Außerdem verfaßte er ein dreibändiges Werk über Philosophie, ein Buch über verschiedene Themen aus den Naturwissenschaften und eine Dissertation über die chinesische Sprache. Die Bandbreite seiner naturkundlichen Studien unterstreichen eine kleine botanische Arbeit und eine *Theory of Rain*.

Der Nachwelt blieb er fast ausschließlich als Geologe bekannt. Seine geologischen Publikationen beginnen im Jahr 1777 mit einer Untersuchung unterschiedlicher Kohlesorten in England und Schottland, die als Grundlage zur Besteuerung herangezogen wurde. Das Forth-and-Clyde-Kanalprojekt folgte der von Hutton vorgeschlagenen Route. Obwohl Huttons geologische Vorstellungen schon früh gereift waren, währte es rund zwei Jahrzehnte, bis er seine Erkenntnisse öffentlich präsentierte. Wahrscheinlich waren Joseph Black und John Eldin die einzigen, die im ganzen Umfang in Huttons Vorstellungen einweihen waren.

Der erste Teil der Zusammenfassung der *Theory* wurde am 7. März 1785 vor der Royal Society of Edinburgh von Joseph Black vorgelesen; Hutton fehlte wegen Krankheit. Den zweiten Teil las er am 4. April selbst.<sup>3</sup> Ein weiterer Termin ist für den 4. Juli vermerkt; vermutlich kam es hier zu einer größeren Diskussion. Die Publikation der *Theory* verzögerte sich allerdings bis zum Jahre 1788, als die erste Ausgabe der *Transactions of the Royal Society* erschien. Strikt nach Reihenfolge der mündlichen Präsentationen, findet sich hierin zuerst Huttons *Theory of Rain* auf den Seiten 41-86; die *Theory of the Earth* folgt auf den Seiten 209-304.

Die zeitliche Lücke zwischen 1785 und 1788 ist insofern von Bedeutung, als Huttons Ruhm auf zwei wichtigen Geländebeobachtungen gründet, die ihn auch nach heutigem Verständnis als exzellenten Geologen auszeichnen würden: Zum einen sind dies die magmatischen Intrusionen („granitische“ Schmelzen sind in bereits existierende Gesteine eingedrungen)

in Glen Tilt (1785), Galloway (1786) und auf Arran (1787), zum anderen die Diskordanzen auf Arran, im Tal des Jed (1787) und Siccar Point (1788) (siehe Abb. 2 und 3). Wie er selbst schreibt, machte er seine Entdeckungen erst nach der Publikation der Kurzfassung, was erklärt, warum sich darin kein Hinweis auf die Entstehung der Granite aus der Schmelze findet.

Es fällt nun auf, daß er seine neuen Erkenntnisse nicht dem *Abstract* von 1785 anfügte. Technisch wäre dies möglich gewesen, vielleicht widersprach es aber den Statuten. Somit kann man heute nur spekulieren, welche Wirkung seine *Theory* gehabt hätte, wäre sie zugleich mit den Beobachtungen auf den Exkursionen bekannt geworden. Ohnehin hatte es Hutton nicht sehr eilig, sich durch die Veröffentlichung Anerkennung und Urheberschaft zu sichern. Nach Playfair hatte er mehr Freude an den Erkenntnissen an sich, als an dem Ruhm, der dem ersten Entdecker gewöhnlich gezollt wird.

Die Publikation der *Theory* in Buchform erfolgte im Jahr 1795. Es ist nicht sicher, wann sich Hutton dazu entschloß, doch sah er sich aufgrund der kritischen Einwände von de Luc und Kirwan ohnehin zu einer gründlichen Verteidigung veranlaßt. Bei den beiden Bänden handelt es sich um eine erweiterte Fassung der *Theory* von 1788, wobei Hutton eine Vielzahl anderer Autoren zitiert. Zwischenzeitlich war er erkrankt und konnte sich nur im Verlauf von mehreren Monaten von einer Operation erholen. Das Manuskript des dritten Bandes der *Theory* war so gut wie fertiggestellt, als Hutton im März 1797 starb.<sup>4</sup>

## Grundaussagen der Theory

Die Grundzüge der *Theory* sind in der Zusammenfassung von 1785 niedergelegt. Hutton möchte zu einer Aussage gelangen, wie lange die Erde schon existiert, um Pflanzen und Tiere zu beherbergen, welche Veränderungen auf der Erde seitdem stattgefunden haben und was sich über die Zukunft sagen läßt. Da das heutige feste Land aus Material gebildet wurde, das sich einst am Meeresgrund angesammelt hatte – erkenntlich an den Fossilien im Gestein –, kann die uns vertraute Erdoberfläche nicht ursprünglich sein. Wir müssen daraus schließen, so Hutton, daß es früher ebenfalls Land, Meer, Küsten, Gezeiten usw. gab. Der einstige Meeresboden ist die heutige Landoberfläche, diese wird, wie wir überall erkennen, abgetragen und ins Meer geschwemmt, wo sich das Material des zukünftigen Landes ansammelt.

Wie werden die Meeresablagerungen verfestigt? Dafür gibt es nach Hutton nur zwei Erklärungen: Entweder durch die Wirkung von Wasser in der Art einer Konkretion oder durch Wärme. Die erste Möglichkeit schließt er aus, da Wasser ohne das Mitwirken weiterer Substanzen wirkungslos ist. Die Verschmelzung durch Wärme bleibt als einzige Möglichkeit übrig, finden wir doch Gänge und

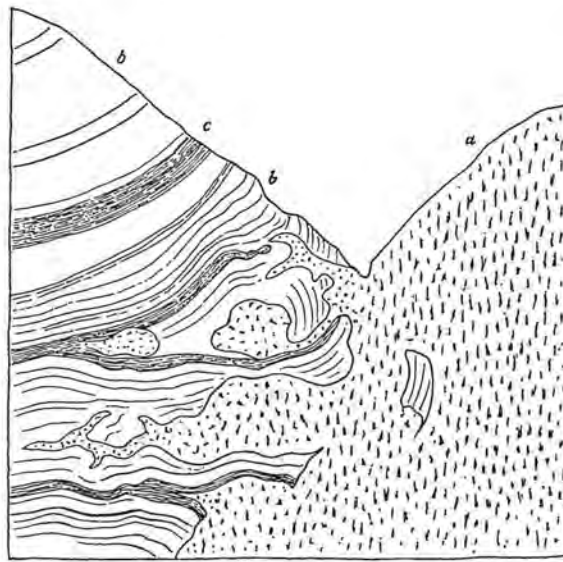


Abb. 3: Granitadern, die einst in Ablagerungsgesteine eindrangen. Diese Stelle entdeckte Hutton im September 1785 bei Glen Tilt in den schottischen Highlands. Sie unterstrich seine Annahme, daß Granite kein ursprüngliches Gestein sind, sondern, wie in diesem Fall, zeitlich nach den Sedimenten aus dem Schmelzfluß entstanden.

(Nach Charles Lyell: *Elements of Geology*, 1863, S. 702).

Spalten, die mit ganz anderen Mineralen gefüllt sind als das Gestein, das sie durchdrungen haben. Die Existenz der Wärme im Untergrund ist durch die Vulkane bewiesen; die Vulkane führen überschüssige Energie ab, eine sinnvolle Einrichtung zum Schutz der Menschheit. Die häufig vorkommenden Basalte (whinstone) sind die Zeugen von Schmelzprozessen im Untergrund.

Das von Hutton propagierte System basierte nach seinen Worten nur auf der Anwendung bekannter und erforschter Prinzipien: Die Abtragung von Land läßt sich unmittelbar beobachten, auf die Wirkung der Wärme kann aus chemischen Gründen und der gestörten Lagerung der Gesteine geschlossen werden. Gemessen an dem Beobachtungshorizont der Menschen verläuft die Abtragung der Landoberfläche unendlich langsam. Wenn es aber dereinst ebenfalls ein Meer und ein Land gab, wo die Prozesse den gleichen Prinzipien gehorchten, dann eröffnen sich uns unermeßliche Zeiträume. Schließlich erklärt nur dieses System, warum die Erde damals wie heute Leben erhält, indem sich auf dem Meeresgrund die Stoffe für eine neue Landoberfläche und frischen Erdboden zur Ernährung der Pflanzen sammeln.

Im 1788 publizierten Werk werden die Ausführungen des *Abstracts* erweitert. Zunächst betont Hutton noch einmal die göttliche Weisheit und Vorsehung, die diesem System „Erde“ zugrundeliegt, indem die wirkenden Kräfte so wundervoll aufeinander abgestimmt sind, daß sie das Leben erhalten. Die Abtragung der Landoberfläche und die Wegschwemmung des Bodens müssen durch die Entstehung neuen Landes, das sich am Meeresgrund formiert, ausgeglichen werden. Es folgt die Beschreibung von Phänomenen (Minerale, Gesteine, Geysire, Vulkane, Kohle), die die Wirkung von Wärme mit anschließender Landhebung zeigen sollen.

Nachdem Hutton seine Leser durch die *Theory* geführt hat, kommt die berühmte abschließende Passage, aus der oft nur der letzte Teil zitiert wird: „Nachdem wir in der Naturgeschichte dieser Erde ein Aufeinanderfolgen von Welten gesehen haben, können wir daraus schließen, daß es in der Natur ein System gibt; in ähnlicher Weise, wie aus der Beobachtung der

## Wichtige Werke Huttons

- 1749 *Dissertatio Physico-Medica Inauguralis de Sanguine et Circulatione Microcosmi*. Leiden. Eingereicht am 12. September 1749. 34 Seiten
- 1777 „Considerations on the Nature, Quality, and Distinctions of Coal and Culm, with Inquiries, Philosophical and Political, into the Present State of the Laws, and the Questions Now in Agitation Relative to the Taxes upon These Commodities.“ Edinburgh, 38 Seiten
- 1785 Abstract of a Dissertation (siehe Literaturliste).
- 1788 „The Theory of Rain.“ *Trans. Roy. Soc. Edin.*, 1(2), 41-86. Gelesen am 2. Februar und 12. April 1784.
- 1788 „Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe.“ *Trans. Roy. Soc. Edin.*, 1(2): 209-304.
- 1792 *Dissertations on Different Subjects in Natural Philosophy*. Edinburgh, Cadell and Davies, 740 Seiten.
- 1794 *An Investigation of the Principles of Knowledge, and of the Progress of Reason, from Sense to Science and Philosophy*. 3 Bände, zusammen 2138 Seiten, Edinburgh, Strahan and Cadell.
- 1794 *A Dissertation upon the Philosophy of Light, Heat, and Fire*. Edinburgh, Strahan and Cadell, 326 Seiten.
- 1794 „Observations on Granite.“ *Trans. Roy. Soc. Edin.*, 3(2): 77-85. Gelesen am 4. Januar 1790 und 1. August 1791.
- 1795 *Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations*. 2 Bände, zusammen 1187 Seiten, Edinburgh.
- 1796-97 *Elements of Agriculture*. Manuskript, 2 Bände, 1046 Seiten.
- 1899 *Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations*. Vol. 3. Hrsg. A. Geikie. The Geological Society, London, 292 Seiten.

*Umkreisungen der Planeten geschlossen wird, daß es ein System gibt, demzufolge sie dazu gedacht sind, diese Umkreisungen fortzuführen ... Das Ergebnis der hier vorliegenden Untersuchung ist daher das, daß wir keine Spur eines Anfangs finden, – keine Aussicht auf ein Ende“ (zitiert nach GOULD 1986).*

Die zwei Bände der *Theory* von 1795 sind eine erweiterte Fassung von 1788. Hutton setzt sich darin auch mit einigen Einwänden seiner Kritiker auseinander. Die *Theory* enthält viele Zitate, am häufigsten wird de Saussures *Voyages dans Les Alpes* erwähnt. Allein im zweiten Band finden sich 256 Zitate; diese sind z.T. so ausführlich, daß Huttons eigener Text fast zu Fußnoten wird. Kennzeichnend für das Literaturstudium Huttons war die Durchforstung von Reisebeschreibungen, um Fakten herauszufiltern, die seine Theorie stützten. Auf eine gründliche Beschäftigung mit den Theoriegebäuden anderer Forscher verzichtete er, da er deren Vorstellungen ablehnte. Huttons geologisches Meisterwerk ist das Manuskript des dritten Bandes, der erst 1899 gedruckt wurde. Hierin werden die Geländebeobachtungen von 1785-1788 diskutiert und mit den Studien anderer Forscher in den Alpen, den Pyrenäen und in Kalabrien verglichen.

In der Gesamtschau ist Huttons *Theory* zu lang und in der Argumentation zu umständlich, und bei alledem nicht immer überzeugend. Die Komprimierung durch PLAYFAIR (1802) war sicher ein wertvoller Dienst. 200 Jahre nach Hutton zu fragen, was von seinem Konzept überdauert hat, ist ein zweifel-

haftes Unterfangen: Zuviel hat sich seitdem verändert. Sein bedeutendster Beitrag war wahrscheinlich die Einführung des geologischen Kreislaufes (DAVIES 1969). Mit dem ständig wiederkehrenden Zyklus von Abtragung – Ablagerung – Verfestigung – Heraushebung wurde jeder denkbare Zeitrahmen gesprengt. Aus den bis dahin vermuteten wenigen Jahrmillionen wurde „unendlich“. Playfair formulierte es angesichts des Besuches von Siccar Point 1788 so: „Es wurde einem schwindelig beim Blick in den Abgrund der Zeit“ (BAILEY 1967, S. 56). Einige Aspekte von Huttons Einfluß auf die Geologie sowie von den Fundamenten seines Konzepts verdienen hervorgehoben zu werden.

## Spätere Würdigung Huttons

Huttons *Theory* wurde zunächst in die Reihe der großen spekulativen Erdtheorien eingereiht, wie man sie schon aus den vergangenen beiden Jahrhunderten kannte (so von Kirchner, Whiston, Burnet); sie hätte vielleicht nur „eine Fußnote der Geologiegeschichte abgegeben“ (GOULD 1992). Doch nur fünf Jahre nach Huttons Tod veröffentlichte John Playfair die *Illustrations*, eine gekürzte und von einigen spekulativen Überlegungen bereinigte Erdtheorie Huttons. Playfair, im Besitz des Manuskriptes von Band 3 der *Theory*, hätte dieses publizieren lassen können. Angesichts der allgemeinen Kritik an Huttons Arbeit wählte er einen anderen Weg. Die *Theory* wurde in den *Illustrations* auf ihr zentrales geologisches Anliegen hin umgestaltet, nicht zuletzt deshalb, weil Playfair selbst mit dem philosophischen Beiwerk Huttons nicht einverstanden war. Durch dieses Vorgehen war Hutton ein dauerhafter Platz unter den Größen seiner Zeit gesichert (CRAIG et al. 1978, S. 7). Spätere Generationen lernten ihn fast ausschließlich über die *Illustrations* kennen. Auch Charles Lyell, dessen Werk *Principles of Geology* ab 1830 erschien, scheint sich im wesentlichen auf Playfair bezogen zu haben (DEAN 1992, S. XI).<sup>5</sup>

Die oft anzutreffende Meinung, Huttons *Theory* sei überhaupt erst durch das Wirken Playfairs bekannt geworden, läßt sich nicht bestätigen. In verschiedenen regelmäßig erscheinenden Publikationen wurde die *Theory* in ihren Grundzügen dargestellt und das Wesentliche meist korrekt erfaßt. Den meisten Platz räumte die *Enzyklopädia Britannica* einer Zusammenfassung der *Theory* ein. Insgesamt darf gesagt werden, daß die *Theory* sehr freundlich aufgenommen, jedoch grundsätzlich abgelehnt wurde (DEAN 1992).

Weder Playfair noch Lyell<sup>6</sup> zeichneten also ein vollständiges Bild von Huttons Konzeption. Dennoch wurden in der Folgezeit beide Autoren zur Quelle über James Hutton. Die Folgen ihrer Umdeutung kommen im Geschichtswerk zur Geologie von Sir Archibald Geikie zur Geltung. Darin wird Hutton glorifiziert. Er ist der Mustergeologe schlechthin, seine

Art und Weise Geologie zu betreiben, wird als vorbildlich gepriesen: „In allem, was er lehrte, hütete Hutton sich standhaft davor, irgendein Prinzip zuzulassen, das nicht auf Beobachtung gegründet werden konnte. Dabei machte er keine Ausnahmen. Jeder Schritt in seinen Deduktionen beruhte auf wirklichen Tatsachen, und die Tatsachen wurden so angeordnet, daß sie selbstverständlich und zwangsläufig die Schlußfolgerungen ergaben, die er aus ihnen zog... Auf der Suche nach Fakten bewegte ersich viel im Gelände.“ Der Hutton-Mythos ist geboren und hat sich bis in unsere Tage hinein erhalten (GOULD 1992). Ob Hutton wirklich primär der Geologe war, den Geikie aus ihm machte, wird in einem späteren Abschnitt über seine physikalischen Vorstellungen deutlicher.

## Neptunismus und Plutonismus

Den Vorstellungen Huttons werden in praktisch allen Einführungen zur Geologiegeschichte die von Abraham Gottlob Werner (1749-1817) aus Freiberg gegenübergestellt. Werner überlebte Hutton um rund 20 Jahre, und beide Forscher korrespondierten nicht miteinander. Werner betrachtete fast alle Gesteine als aus dem Wasser ausgeschieden oder vom Wasser transportiert und abgelagert. Granite und Gneise waren die frühen Ausscheidungen eines heißen Urozeans, der sich im Laufe der Zeit zurückzog, aber nicht ohne des öfteren über Teile der Kontinente zu fluten und die bekannte Folge der Ablagerungsgesteine zu hinterlassen. Es ist die offenkundige Verwandtschaft dieser Vorstellung mit dem biblischen Schöpfungsbericht, die Werner im Nachhinein eine schlechte „Presse“ einbrachte.

Heute wirkt diese als Neptunismus<sup>7</sup> bezeichnete Deutung arg verfehlt, ihre Verfechter, allen voran Werner, scheinen halsstarrig gewesen zu sein. Doch muß man dieser Sichtweise zugute halten, daß sie nicht besser oder schlechter sein konnte als die wissenschaftliche Gesamtsituation in der damaligen Zeit. Die Ausfällung von Kristallen aus der Lösung war ein allen Forschern bekanntes Phänomen. Bei der raschen Abkühlung von Schmelzen entstanden hingegen Gläser und keines der bekannten Gesteine. Erst James Hall, von Huttons Vorstellungen geleitet, konnte mit seinen Experimenten zur langsamen Abkühlung von Schmelzen unter Druck den Gesteinen vergleichbare Produkte gewinnen.

Der Neptunismus war die Leitidee an der Wende zum 19. Jahrhundert und war vorrangig in den Kampf mit den Verfechtern der vulkanischen Basaltentstehung verwickelt. Die vulkanische Deutung der Basalte war schon von Guettard 1751 und Desmaret 1763 vorgeschlagen worden. Bereits zu Lebzeiten Werners begannen sich einige seiner Schüler von der Lehre der wäßrigen Basaltentstehung loszusagen, nachdem sie sich im Gelände von deren Unhaltbarkeit überzeugt hatten. Allerdings blieben viele von ihnen durchaus „Neptunisten“, da

## Hutton – ein Atheist?

Als Hutton sein Abstract 1785 vor der Royal Society las, traf er auf ein Auditorium, das seinen Gedanken eher skeptisch bis feindlich gegenüberstand. Geologisches Theoretisieren oder Philosophieren war nicht sehr angesehen, es hat den Beigeschmack des Unnützens und Zersetzenden. George Toulmin<sup>8</sup>, dessen Aussagen zur Erdvergangenheit verblüffende Ähnlichkeiten zu Huttons Sicht aufweisen, war offen als Atheist bezeichnet worden. Huttons deistische Position konnte diesen Eindruck nicht verwischen und wirkte aufgesetzt. Vielleicht ist so das Fehlen Huttons bei der ersten Lesung aus gesundheitlichen Gründen erklärlich.

Um den theologischen Einwänden gegen seine *Theory* zu begegnen, schrieb Hutton ein Vorwort, das ihn vom Verdacht der Gottlosigkeit entlasten sollte.<sup>9</sup> Seinem Freund William Robertson (1721-1793), der sich am stärksten für die Gründung der Royal Society of Edinburgh eingesetzt hatte, schickte er das Vorwort zur Durchsicht. Robertson erkannte, daß Huttons Version mehr schaden als nutzen würde und verfaßte eine stilistisch weitaus gelungenere Einleitung. Im Schreiben an Hutton schlug er jedoch vor, die *Theory* besser ohne ein derartiges Vorwort zu publizieren; diesem Rat ist Hutton gefolgt (DEAN 1992, S. 21-24).

Trotz der von Hutton immerfort betonten finalen Kausalität, die es der persönlichen Präferenz überließ, ob die Erdmaschine nun dank der Weisheit der Natur oder eines Schöpfergottes funktionierte, wurde

die *Theory* von christlicher Seite angegriffen. Die bekanntesten Kritiker waren der Chemiker und Mineraloge Richard Kirwan (1733-1812) und der angesehene Naturforscher Jean André De Luc (1727-1817).<sup>10</sup> Im christlichen Weltbild hat die Erde einen klar definierten Anfang und strebt einem unentrinnbaren Ende entgegen. Menschen und Tiere, aber auch die anorganische Natur, sind kurzfristige Erscheinungen. Hutton spricht unverbindlich von der Weisheit des Schöpfers und Erhalters. Eine Natur, die zwar nach den weisen Gesetzen des Schöpfers funktioniert, doch Gott an einen unbestimmten Anfang schiebt, ist letztlich eben diesen Gesetzen unterworfen. Gott greift nicht mehr ein. Wenn die Mechanismen schon seit Ewigkeiten wirken und keine Gründe gefunden werden, warum es in Zukunft anders sein sollte, erübrigt sich die Notwendigkeit einer baldigen Erlösung. Ohne Zweifel befreit diese Sichtweise von einer Autorität, d.h. auch die staatliche, feudale oder kirchliche Autorität gerät ins Wanken.

Nicht nur für die Vertreter der Kirche mußte solch eine Theorie einen Angriff auf die gesellschaftliche Ordnung darstellen. Im Zeitalter der Französischen Revolution waren freidenkerisches oder atheistisches Gedankengut gefährlich. Hutton konnte die Kritik mit dem Hinweis, daß Schöpfung und Ende der Welt einem anderen Bereich zuzuordnen seien, den er ja nicht ausschließe, nur ungenügend abwehren.

sie nach wie vor die Bildung der ursprünglichen Gesteine auf einen heißen Urozean zurückführten. Die Entstehung der Granite und verwandter Gesteine aus dem Schmelzfluß war hingegen die These der Plutonisten, und ihr prominentester Vertreter James Hutton.

In England verhinderte vor allem Robert Jameson (1774-1854), ein Schüler Werners, den frühzeitigen Erfolg der plutonischen Deutung. Seit 1804 Professor für Mineralogie in Edinburgh, gründete er 1808 die Wernerian Natural History Society, aus deren Mitte scharfe Angriffe auf Hutton und Playfair gerichtet wurden. Letztlich haben diese Aktivitäten dem Ansehen Werners in England geschadet (VON ENGELHARDT 1982). Der Konflikt zwischen Neptunis-

## Hutton – der Deist

Während die Geologen das philosophische Beiwerk in Huttons Theory schlicht ignoriert haben, wurde es von den Historikern überbewertet (O'ROURKE 1978). Hutton gründete auf den Anschauungen der Empiriker des 18. Jahrhunderts (Locke, Berkeley, Hume), von dieser Warte aus betrieb er Geologie. Dabei geriet er in doppelten Konflikt: Aus gegenwärtigen Prozessen konsequent auf die Vergangenheit zu schließen, war neu. Die meisten Geologen seiner Zeit gingen entweder vom Genesisbericht der Bibel oder einer umfassenden Kosmogonie aus. Anhaltspunkte waren neben heute beobachtbaren Phänomenen auch die nicht mehr hinterfragbaren Aussagen der Bibel oder die mit der Bibel für verträglich erklärten Vorstellungen, wie beispielsweise wassergefüllte Kavernen im Untergrund oder ein irdisches Zentralfeuer.

Die empirische Methodik Huttons, auf schriftliche Überlieferungen oder damit korrespondierende Lehrmeinungen zu verzichten, war also an sich eine Neuerung. Hinzu kam, daß sie auch zu neuartigen

geologischen Beobachtungen führte; ein Beispiel ist die Feststellung, daß kein Gestein erkennbare Merkmale aufweist, die es als ursprünglich (Schöpfung) erscheinen lassen. Für Hutton hätte dies bedeutet, zwischen zwei Fronten zu geraten, nämlich in der einen Richtung seine Vorgehensweise und in der anderen seine geologischen Folgerungen zu verteidigen. So lag es nahe, die empirische Methode durch die Teleologie zu ersetzen, um wenigstens den geologischen Teil zu retten. BAILEY (1967) sieht deshalb den „Design“ nur aufgesetzt, ähnlich äußert sich O'ROURKE (1978).

Andererseits ist nicht zu übersehen, daß schon in Huttons medizinischer Dissertation eine klare deistische Position verankert liegt (TOMKEFF 1948, ELLENBERGER 1972, 1973). In seinem weiteren Lebenslauf ist kein Ereignis auszumachen, das man als einen Bruch mit dem Deismus werten könnte. Da die Notizen Huttons größtenteils verschwunden sind, wird sich vermutlich niemals klären lassen, was seine innerste philosophische und religiöse Überzeugung war.

mus und Plutonismus war der erste große Kampf zwischen zwei geologischen Leittheorien. So manche bis zum heutigen Tag sich anschließende Kontroverse kann anhand der den beiden Leittheorien zugrundeliegenden Vorstellungen und Methoden gedeutet werden. So diskutiert WEGMANN (1958) die Granit-Kontroverse in den 50er Jahren vor dem Hintergrund des „Erbes Werners und Huttons“.

## Paläontologie und Evolution

Bei Hutton bilden organische und anorganische Materie zusammen ein lebendes Ganzes, das sich vollständig ergänzt und sich gegenseitig bedingt. Wo bleibt dann aber die Evolution? Sie hat in dieser Philosophie keinen Platz. Obgleich evolutionäre Deutungen im Verlauf des 18. Jahrhunderts zunehmend das Denken der Forscher bestimmten, mußte Hutton so konsequent sein und sie ausschließen. Da seine Erdmaschine dem Zweck dient, Leben auf der Erde zu ermöglichen und zu erhalten, und diese Maschine schon seit ewigen Zeiten läuft, gibt es keine primitiven Anfänge des Lebens und keine „Höherentwicklung“. Selbstverständlich sind damit auch degenerative Prozesse ausgeschlossen. Das Problem des Alterns umgeht Hutton elegant, indem er

auf den Fortbestand des Lebens an sich verweist. Hier sei vermerkt, daß er mit dem evolutionistisch orientierten Erasmus Darwin, dem Großvater Charles Darwins, befreundet war. Im nicht veröffentlichten Werk zur Landwirtschaft, an dem Hutton um 1796 arbeitete, findet sich jedoch ein interessanter Abschnitt, in dem er vom Verschwinden schlecht angepaßter Arten und dem Fortbestehen der besser angepaßten spricht. Die Anpassung der „Varietäten“ einer „Spezies“ an die jeweiligen Erfordernisse sei ein fortlaufender Prozeß.

Trotzdem bleibt festzuhalten, daß Hutton in seiner Theory gebunden bleibt. Das geregelte Auftreten der Fossilien in den Gesteinen, die Anzeichen des Wandels und der Geschichtlichkeit sieht er nicht oder sie interessieren ihn nicht.<sup>11</sup> Und auch sein mutmaßlicher Gegner A.G. Werner wußte mit den Fossilien wenig anzufangen. Beide Forscherpersönlichkeiten, deren antagonistischen Konzeptionen den Startpunkt der modernen Geologie markieren, haben die in den Fossilien dokumentierte Lebensgeschichte und im weiteren die Fragen der biologischen Evolution so gut wie nicht berührt.

## Huttons Verständnis von Materie und Wärme

Was führte Hutton zum Plutonismus? Waren es die zahlreichen Geländebeobachtungen, die eine nicht-sedimentäre Deutung erzwangen? Gründete seine Theory auf Literaturstudien oder Experimenten? GOULD (1992) verweist auf die verblüffende Ehrlichkeit Huttons: Zu dem Zeitpunkt als er seine Deutung vortrug, hatte er Granit nach eigener Aussage nur an ein oder zwei unbedeutenden Stellen wahrgenommen. Erst danach begann er die Entstehung der Granite aus dem Schmelzfluß und ihr Zusammenspiel mit den Ablagerungsgesteinen systematisch zu erforschen.

Ein umfassendes Werk zur Physik kann helfen, Huttons Intention besser zu erkennen und zu erklären, was genau er im Gelände suchte. Die Basis bildet der unendliche Kreislauf von Abtragung bis hin zur Entstehung der neuen, den Naturkräften exponierten Landschaft. Diese Anschauung, die bei Hutton schon in der Doktorarbeit zum Blutkreislauf entwickelt war, fand in den jahreszeitlichen Rhythmen, denen die Landwirtschaft unterworfen ist, ihre Bestätigung. Wenn nun aber ständig fruchtbarer Boden weggeschwemmt wird, muß alles auf ein (böses) Ende hinlaufen. Welche Prozesse sichern uns nun den Erhalt der Erde, die doch in so wundervoller Weise für die Menschen und Tiere gestaltet ist? Gesucht war also die restaurative, landhebende Kraft. Sie folgt aus Huttons materieller Theorie der Wärme (GERSTNER 1968, OLDROYD 1971).

Hutton erklärt die Materie aus einem Wechselspiel anziehender und abstoßender Kräfte. Die anziehenden oder gravitativen Kräfte bewirken die Verfestigung der lockeren Ablagerungen, die sich

am Meeresgrund sammeln. Durch die Auflast weiterer Massen rücken sie enger zusammen, sie werden komprimiert. Ist das lose Material zu festem Gestein umgewandelt, ändern sich die kontrollierenden Kräfte, die Abstoßung beginnt zu wirken (die abstoßenden Kräfte haben ihre Ursache in einer *solar substance*). Die Folge ist eine Volumenzunahme, die speziell auf der Wirkung der spezifischen Wärme beruhen soll. Mit der Ausdehnung der Materie beginnt das Land sich zu heben.

Diese Theorie der Wärme unterschied sich grundlegend von allen bis dahin in der Geologie gehegten Vorstellungen, wonach in der Erde entweder ein zentrales Feuer brannte oder der Vulkanismus durch sich entzündende Kohlenlager erklärt wurde. Huttons Theorie der Wärme hatte nichts mit dem Feuer und der Verbrennung zu tun. Die Kritik, die Hutton von seinen Zeitgenossen erfuhr, entzündete sich hauptsächlich an diesen Fragen. Außerdem wird deutlich, warum Hutton die Basalte so kategorisch in extrusive (ausgeflossene) und intrusive trennte und damit die erloschenen Vulkane vor seiner Haustür nicht erkannte: Sie waren nach seiner Auffassung Intrusionen, nichteruptierte Laven, die entstanden, als die abstoßenden Kräfte überwogen, und waren damit Zeugen der Landhebung. Eine weitere Stütze bildeten die Feuersteine (Flint). Wegen ihrer Härte und scheinbaren Unlöslichkeit in reinem Wasser sah Hutton sie als Produkte vollständigen Schmelzens an (Abb. 4). Folglich waren auch die Kalkfelsen, in denen sie auftreten, durch die unterirdische Wärme konsolidiert worden.

### Differenziertes Bild von Hutton

Es spricht alles dafür, daß Huttons Geologie nur unter Einbeziehung seiner weiteren physikalischen und naturphilosophisch-metaphysischen Vorstellungen zu verstehen ist.<sup>12</sup> In seinen *Dissertations* stellt er philosophische Betrachtungen über das Wie und Was menschlichen Erkennens an, die Rückschlüsse auf seine Methodik erlauben (näheres siehe O'ROURKE 1978). Die auf den heutigen Betrachter bezogene Wahrnehmungsfähigkeit und die Annahme der Gültigkeit heutiger Prinzipien zu allen Zeiten verlangte bei der Deutung der Erdvergangenheit nach einem Opfer: Aufgegeben werden mußte die Geschichtlichkeit, der Zeitpfeil (GOULD 1992). Diskordanzen bewiesen zwar das zeitliche Nacheinander, aus ihnen ließ sich aber – bei konsequenter Anwendung von Huttons Vorstellungen – keine komplette Folge zusammenstellen, so wie etwa unsere heutige geologische Zeittafel. Der immerwährende Zyklus von der Abtragung bis zur Landhebung erfaßte ja auch die früher einmal gebildeten Gesteine, so daß sich nirgendwo eine vollständige chronologische Gesteinsserie akkumulieren konnte.

Hutton äußerte sich nur wenig über die Zeiträume an sich. Die Abtragung der Landoberfläche



Abb. 4: Feuersteinlage in den Kreidefelsen der englischen Kanalküste bei Peacehaven (nahe Brighton). Für Hutton und viele seiner Zeitgenossen galten die Feuersteine als vulkanische Bildungen. Hutton wertete sie als Beweis für die Verfestigung der kalkigen Ablagerungen durch Hitze.

erfolgt so langsam, daß sie weit außerhalb des menschlichen Beobachtungshorizontes liegt. Somit macht Hutton auch keinen Vorschlag, wie man vergangene Zeiträume „messen“ könnte; dies widerspräche ja gerade seiner nichtchronologischen Arbeitsweise. Zeit ist für ihn ein Konzept, auf sie wird aus den Geschwindigkeiten heutiger Naturprozesse geschlossen.<sup>13</sup> Waren diese immer wirksam und finden wir kein Anzeichen eines Anfangs, wovon er sich bei der Untersuchung der Gesteine im Gelände überzeugte, haben wir kein Indiz dafür, daß früher irgendwelche anderen Prozesse wirksam waren.<sup>14</sup>

---

### Huttons Geologie ist nur unter Einbeziehung seiner physikalischen und naturphilosophisch-metaphysischen Vorstellungen zu verstehen.

---

James Hutton ist ein Symbol für den Wandel der Wissenschaften im 18. Jahrhundert. Teils im Denken vergangener Jahrhunderte verhaftet, teils dem wissenschaftlichen Fortschritt verpflichtet, markiert er Umbruch und Aufbruch in neue, ungeahnte Welten, in die Vergangenheit der Erde. Für MCINTYRE (1963) war Hutton für die Geologie das gleiche wie Newton für die Astronomie und Darwin für die Biologie, indem er eine übergeordnete Theorie aufstellte, „something seen in the mind“. Für Hutton funktionierte die Erde wie ein lebendiger Organismus, in dem sich Kommen und Gehen seit Ewigkeiten ablösen, ohne daß etwas für immer zerstört wird, es wird nur umgestaltet.

Die spätere Würdigung Huttons zeigt, wie schwer sich eine weiterentwickelnde Disziplin wie die Geologie tut, wenn sie sich auf die Suche nach ihrer Identität begibt. Die Prämissen und Folgerungen von Hutton sind klar definiert und für jeden Interessierten nachlesbar. Wenn Huttons geschichtsfeindliche Naturauffassung ihn fast als Anti-Geologen erscheinen läßt, warum hat man gerade ihn als „Begründer“ der Geologie erwähnt? Wie kam es zum Hutton-Mythos? Der wichtigste Grund war sicherlich, daß sich die von ihm vertretenen plutonischen Deutungen als die richtigen erwiesen. Geschichte wird nun einmal vom „Sieger“ geschrieben oder verlangt ihre Helden oder Siegertypen (GOULD

1992). Das Wirken Playfairs, der mit den *Illustrations* und dem biografischen Bericht verhinderte, daß Hutton in Vergessenheit geriet, ist ebenso hervorzuheben wie Lyells Bezug auf Hutton. Schließlich mag eine Portion Nationalbewußtsein in die Geschichtsschreibung von Hutton über Lyell bis Geikie (1897) eingeflossen sein: Die Begründung der Kosmologie (Newton), der Geologie (Hutton, Lyell) und der Evolutionslehre (Darwin) gingen damit maßgeblich von der „Insel“ aus.<sup>15</sup>

Hutton war sehr aktiv, vielseitig interessiert und belesen. Auffallend ist, daß er trotz seines hochkarätigen intellektuellen Umfeldes seltsam unflexibel wirkt: die einmal in der Jugend adaptierte ahistorische Naturphilosophie zieht sich wie ein dicker roter Faden durch all seine Werke. Ohne Zweifel wirkt sein Weltbild geschlossen, beruhigend und hat etwas Beständiges. Wenn alles nur im Kommen und Gehen ist, nichts wirklich neu geschaffen und vernichtet wird, so ist in der Erde und auch in der menschlichen Existenz die Ewigkeit verankert. Diese anthropozentrische Vorstellung, die in der Erklärung der Erhaltung einer bewohnbaren Welt ihre Rechtfertigung findet, hat die Wissenschaft nach Hutton endgültig aufgegeben. Dies nennt GOULD (1986) einen Verlust. Doch gebührt James Hutton das Schlußwort:

*„Wenn wir die Teile, aus denen sich dieses terrestrische System zusammensetzt, zurückverfolgen, und wenn wir die allgemeine Verbindung dieser Einzelteile betrachten, zeigt sich das Ganze als eine Maschine mit einem eigenartigen Aufbau, durch den sie einem bestimmten Zweck angepaßt ist. Wir werden eines Gefüges gewahr, erschaffen mit Weisheit zu einem Zweck würdig der Macht, die in seiner Herstellung offenbar wird.“* (zitiert nach GOULD 1986, S. 88)

**Dank:** Manfred STEPHAN und Dr. Reinhard JUNKER danke ich ganz herzlich für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Anregungen. Ebenso danke ich den Mitarbeitern der Bereichsbibliothek Chemie der Universität Göttingen für ihre freundliche Hilfe bei der Literatursuche.

## Anmerkungen

<sup>1</sup> Auch wenn die Sintflut nun nicht mehr in der Gesteinsfolge ausgegrenzt werden konnte, verblieb als Kompromiß zwischen Religion und Wissenschaft die geologische Kataklysmenlehre oder der Katastrophismus. Danach gab es in der Erdgeschichte wiederholt tiefgreifende Umgestaltungen, von denen auch die Fauna betroffen war. Eine Art Neuschöpfung im Anschluß an eine geologische Revolution war immerhin denkbar. Der französische Anatom George Cuvier (1769-1832) interpretierte den Wechsel im Fossilinhalt der Gesteine durch Einwanderungen von Lebewesen in von geologischen Katastrophen verwüstete Landschaften. Sein Landsmann Alcide d'Orbigny (1802-1857) ging weiter: er unterteilte die Erdgeschichte in 29 Abschnitte, in denen das Leben jeweils

völlig vernichtet und anschließend neu erschaffen wurde (HÖLDER 1960, S. 377-378, 477). Geologischer Katastrophismus, durch die Konzeption Huttons und das Wirken Lyells an den Rand gedrängt, hat in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wieder Einlaß ins geologische Denken gefunden.

<sup>2</sup> Huttons Tagesablauf verlief, sofern er sich nicht auf Exkursion befand, geregelt. Er stand spät auf und verbrachte den Tag mit Lesen und Schreiben. Das Abendessen nahm er früh ein, anschließend ging er längere Zeit spazieren oder setzte seine Studien fort. Er aß mäßig und trank zum Essen keinen Wein. Den Abend verbrachte er dann im Kreis seiner Freunde; durch seine Aufgeschlossenheit war er ein gern gesehener Gast. Huttons äußere Erscheinung war Anlaß zu mehreren Karikaturen. Schlicht gekleidet wirkte er wie ein Quäker, worin ihm Black nicht viel nachstand. Beide paßten sich den modischen Veränderungen ihrer Zeit nicht an.

<sup>3</sup> Auf die Existenz einer kurzen Zusammenfassung ließ u.a. eine Erwähnung durch Desmaret im Jahr 1794 schließen; sie galt aber als verschollen. Im Jahr 1947 wurde dann eine erste Fassung entdeckt und inzwischen sind 7 Exemplare bekannt. BAILEY (1967) bezweifelte die Autorenschaft Huttons; für ihn enthielt die Fassung zwar die Geologie Huttons, doch sprach daraus die Stimme Playfairs. Doch gilt es heute als sicher, daß Hutton der Autor war.

<sup>4</sup> Dem dritten oder einem mutmaßlichen vierten Band sollten eine Reihe geologischer Skizzen beigelegt werden. Playfair bezieht sich auf diese Abb.en. Später waren sie verschwunden und wurden erst 1968 unter den Papieren der Clerks of Penicuik wiederentdeckt. Das Manuskript des dritten Bandes gelangte über Playfair an Lord Seymour, der kurze Zeit nach Playfair starb. Danach war es im Besitz von Leonard Horner, dem Schwiegervater Charles Lyells, der es 1856 der Geological Society of London übergab. Offenbar wurde es mehrere Jahrzehnte lang übersehen. In einem Beitrag der Zeitschrift *Nature* im Jahr 1895 wurde die Wiederentdeckung bekanntgegeben. Schließlich wurde der dritte Band veröffentlicht, und zwar von Archibald Geikie im Jahr 1899.

<sup>5</sup> Lyell gibt in einem Brief an Fitton (1839) an, von Huttons Arbeiten höchstens die Hälfte gelesen zu haben (TOMKEIEFF 1948).

<sup>6</sup> Eine Beitrag über Charles Lyell ist anlässlich seines 200. Geburtstages in Vorbereitung.

<sup>7</sup> Neptunistische Erdtheorien finden sich bei den meisten Naturforschern des 18. Jahrhunderts. In Frankreich legten Gautier, Buffon und De Maillet, in Deutschland Lehmann 1756 und Füchsel 1773 die Grundlage; Werner wurde ihr konsequentester Vertreter (VON ENGELHARDT 1982).

<sup>8</sup> Von Toulmin erschienen zwischen 1780 und 1789 vier Bücher – mit verschiedenen Titeln, aber im wesentlichen gleichen Inhaltes – in denen er sich gleich Aristoteles für eine ewige Welt aussprach und die Chronologie des Alten Testaments ablehnte. Auf Toulmin als einen möglichen Vorläufer von Huttons Gedanken weisen TOMKEIEFF (1948) und MCINTYRE (1963) hin. DAVIES (1967) gibt dagegen zu bedenken, daß Toulmin kein nachhaltiges Interesse für die Geologie entwickelt hat. Als Medizinstudent in Edinburgh zwischen 1776 und 1779 konnte er Blacks Vorlesungen

verfolgt und möglicherweise ein Manuskript Huttons gelesen haben. Da Hutton keine Anstalten machte, seine Arbeit zu veröffentlichen, sah Toulmin hier vielleicht einen Weg, zu Ruhm zu gelangen. Für DAVIES (1967) handelt es sich um einen Fall von Plagiat.

Hutton spricht sich für die Trennung der Bereiche Religion und Wissenschaft aus. Seine Formulierungen lassen wenig Zweifel, daß er menschlichem (wissenschaftlichem) Erkennen den Vorzug gibt. Für die Menschheitsgeschichte akzeptiert er die biblische Chronologie. Die von ihm in den Gesteinen wahrgenommenen Prozesse fallen in die gewaltigen Zeiträume vor der menschlichen Existenz. Hutton verteidigt sich wie folgt: „Die mosaische Erzählung von der Schöpfung ist ein kurzer Bericht über die Ordnung, in der die Dinge geschaffen wurden. Sie enthält keine chronologische Beschreibung über den Anfang der Dinge, auch keine, die man auf unser Zeitmaß von Tagen oder Jahren anwenden könnte. Dies wird deutlich, wenn man die Sonne, nach der wir unsere Zeit messen, betrachtet. Sie tritt nicht vor der vierten Periode der Schöpfung auf und es wäre unvernünftig, oder ebensogut absurd, würde der Begriff 'Tag', mit dem jede dieser Perioden in der jüdischen Erzählung ausgedrückt ist, anders zu verstehen sein als eine unbestimmte Zeitperiode oder anderes anzeigen als eine gewisse Ordnung, in der Gott alle Dinge geschaffen hat“ (übersetzt aus DEAN 1992, S. 21).

Auch wenn der Kritik an Hutton vorrangig religiöse Motive unterstellt werden, so waren die Einwände Kirwans und De Lucs doch wissenschaftlicher Art (im Gegensatz zu Hutton machte Kirwan nur wenige religiöse Äußerungen; seine Rolle im Konflikt mit Hutton wurde später von Playfair sehr negativ dargestellt). Kirwan konnte sich mit der Ursache der Wärme, die die Landhebung bewirken sollte, nicht anfreunden. Für Hutton bedeutete gerade dieser Teil sehr viel, so daß er auf Kirwans Kritik überraschend heftig und verbittert reagierte (BAILEY 1967). De Luc war mit den fluvialen Vorstellungen Huttons nicht einverstanden. Wenn die Flüsse in unermesslichen Zeiträumen die Täler ausgraben, wie sind dann viele der Alpenseen zu erklären? Sie müßten längst mit Abtragungsmaterial überfüllt sein. Ihr heutiger Zustand wäre nur zu erklären, wenn sie entweder jung sind oder die Auffüllung mit Abtragungsprodukten, d.h. die Abtragung selbst, unbedeutend ist. Hutton konnte kein schlagkräftiges Argument dagegen anführen. Ein Vorschlag von ihm war die Entstehung infolge von Erdbeben, wodurch er dem geologischen Katastrophismus verdächtig näher rückte (DAVIES 1969).

In einem Brief an Thomas Hope beklagt sich James Burnett (Lord Monboddo) über Huttons Haltung zur Geschichte. Er habe überhaupt kein historisches Vertrauen und lehne die Gültigkeit aller alten Überlieferungen ab (DEAN 1992, S.4).

Gleichzeitig mag hierin die Erklärung für die Probleme liegen, die seine Zeitgenossen und folgende Generationen mit seiner *Theory* hatten. Das Stigma, nur schwer verständlich zu sein, die Langatmigkeit und Umständlichkeit seiner Beweisführung und die vielfältigen Wiederholungen, sind nicht Ausdruck einer erst noch zu entwickelnden „geologischen Sprache“. Sie erklären sich aus dem ganzheitlichen Ansatz Huttons, die Geologie in die Regeln und Gesetze kosmi-

scher und physikalischer Vorgänge einzubinden.

In der Geologie werden heute immense Zeiträume angenommen, allerdings ist der Ursprung des Planeten bei etwa 4,5 Milliarden Jahren fixiert. Folglich gibt es Zeichen eines Anfangs; ebenso läßt sich vorhersagen, daß unser Planet eines fernen Tages nicht mehr bewohnt sein wird. Aussagen über Anfang und Ende werden von den Forschern gemacht, die Erdvergangenheit wird zudem chronologisch geordnet. Wenn Hutton also als Entdecker der Tiefenzeit gefeiert wird, so muß hinzugefügt werden, daß seine Vorstellung von Zeit – am besten charakterisiert als ewig währende Gegenwart (VON ENGELHARDT 1982) – eine andere war als die heute geläufige.

Hierzu Hutton: „Wir brauchen nicht anzunehmen, daß es irgendeine gewaltsame Steigerung von Kräften gab, so wie sie erforderlich wäre, um ein großes Ereignis in kurzer Zeit zu erzeugen; in der Natur haben wir hinsichtlich der Zeit keinen Mangel“ (übersetzt aus BAILEY 1967, S. 50).

Der Linie Hutton – Lyell – Geikie als Begründer der Geologie und deren Geschichtsschreibung, ließen sich für Mitteleuropa von Hoff – Werner – von Buch – von Zittel (1899; Geschichte der Geologie und Paläontologie. Oldenbourg, München) gegenüberstellen. Ohne Zweifel kommt die aktualistische Sichtweise von Hoff dem heute in der Geologie vorherrschenden Verständnis von Uniformitarismus am nächsten. In dieser Kette wurde jedoch der Neptunist Werner als das schwache Glied ausgemacht.

## Literatur

- BAILEY EB (1967) James Hutton – the founder of modern geology. Elsevier, Amsterdam.
- BLEI W (1981) Erkenntniswege zur Erd- und Lebensgeschichte. Akademie-Verlag, Berlin.
- CRAIG GY, MCINTYRE DB & WATERSTON CD (1978) James Hutton's Theory of the earth: The lost drawings. Scottish Academic Press.
- DAVIES GL (1967) George Hoggart Toulmin and the Huttonian Theory of the earth. Geol. Soc. Amer. Bull. 78, 121-123.
- DAVIES GL (1969) The earth in decay. A history of British geomorphology 1578-1878. Macdonald, London.
- DEAN DR (1992) James Hutton and the history of geology. Cornell University Press, Ithaca.
- ELLENBERGER F (1972) La métaphysique de James Hutton (1726-1797) et le drame écologique du XXe siècle. Revue de Synthèse 93, 267-283.
- ELLENBERGER F (1973) La thèse de doctorat de James Hutton et la rénovation perpétuelle du monde. Ann. Guébhard 49, 497-533.
- ENGELHARDT W VON (1982) Neptunismus und Plutonismus. Fortschr. Miner. 60, 21-43.
- GEIKIE A (1897) The founders of geology. Macmillan, London.
- GERSTNER PA (1968) James Hutton's Theory of the earth and his Theory of matter. Isis 59, 26-31.
- GOULD SJ (1986) Wie das Zebra zu seinen Streifen kommt: Essays zur Naturgeschichte. Birkhäuser Verlag, Basel, S. 77-91.
- GOULD SJ (1992) Die Entdeckung der Tiefenzeit. München.
- HÖLDER H (1960) Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte. Karl Alber, Freiburg – München.
- HUTTON J (1785) Abstract of a dissertation read in the Royal

- Society of Edinburgh, upon the seventh of march, and fourth of april, 1785, concerning the system of the earth, its duration, and stability. Facsimile-Ausgabe.
- LYELL C (1830) Principles of geology. Band 1. Facsimile-Ausgabe mit einem Vorwort von MJS Rudwick. University of Chicago, 1990.
- MCINTYRE DB (1963) James Hutton and the philosophy of geology. In: ALBRITTON CC (ed) The fabric of geology. Freeman, Cooper & Company, Stanford, S. 1-11.
- OLDROYD DR (1971) The vulcanist-neptunist dispute recon-

- sidered. J. Geol. Education 19, 124-129.
- O'ROURKE JE (1978) A comparison of James Hutton's Principles of Knowledge and Theory of the Earth. Isis 69, 5-20.
- PLAYFAIR J (1802) Illustrations of the Huttonian Theory of the earth. Facsimile-Ausgabe mit einer Einführung von GW White, University of Illinois Press, Urbana, 1956.
- TOMKEIEFF SI (1948) James Hutton and the philosophy of geology. Trans. Edin. Geol. Soc. II, 14, 253-276.
- WEGMANN E (1958) Das Erbe Werners und Huttons. Geologie 7, 531-559.

## K U R Z B E I T R Ä G E

# Vorläufige Bewertung der Diskussion über mögliche Lebensformen auf dem Mars

Am 6. August 1996 gab die NASA bekannt, daß ein Wissenschaftler-Team starke Hinweise auf mögliche primitive Lebensformen gefunden habe, die vor rund 4 Milliarden Jahren auf Mars existiert haben könnten. Die Hinweise stammen von einem Meteoriten, der 1984 in der Antarktis gefunden wurde (McKAY et al. 1996).

**Der Stein.** Obwohl bislang noch keine Proben vom Mars durch Sonden zurückgeführt wurden, besitzen wir möglicherweise Mars-Material in verschiedenen Labors. Die kürzlich publizierten Indizien dafür gehen auf den Meteoriten ALH84001 zurück, der im Allen-Hills-Eisfeld 1984 gefunden wurde (Abb. 1). Seine mögliche Mars-Abstammung blieb bis 1993 unbe-merkt. ALH84001 ist einer von 12 Meteoriten, die vermutlich vom Mars stammen. Diese Verbindung wird von Messungen der beiden Viking-Sonden abgelei-tet, die 1976 auf dem Mars landeten (s. u.).

ALH84001 wurde von Roberta SCORE zufällig gefunden, als mein früherer Vorgesetzter in den USA,

Prof. Robert WALKER vom Center for Space Sciences der Washington University in St. Louis, mit einem Team von Wissenschaftlern mit dem Snowmobil unterwegs war. Über 10.000 Meteorite sind seit 1969 in dem Gebiet der Antarktis gefunden worden.

Das Alter des Steins wird mit 4,5 Milliarden Jah-ren und sein mutmaßlich biogenes Innenleben mit 3,6 Milliarden Jahren angegeben. Der Stein soll aus einer Periode auf dem Mars stammen, als dieser wärmer war, eine Atmosphäre besessen haben soll und als auf ihm Wasser floß.

**Die Untersuchungen.** David McKAY vom Johnson Space Center in Houston bekam 1994 eine Zwei-Gramm-Probe. Über 100 anderen Gruppen lagen ebenfalls Teile des Meteoriten vor. Sechs Monate lang wurde nach möglichen Lebensspuren geforscht und nichts gefunden. Erst die neuere Ent-deckung von sog. Nano-Bakterien in grundwasser-führenden Schichten in Südtalien veranlaßte die Wissenschaftler um McKAY, nach noch kleineren Strukturen zu suchen. Mit einem Transmissions-Elektronenmikroskop konnten sie Spuren von Kar-bonatknöllchen, Magnetit und Puritit feststellen. Die Größe und Zusammensetzung der Komponenten sei vergleichbar mit dem, was man auf der Erde von Bakterien kennt. Dem Team standen hochauflösen-de Elektronenmikroskope zur Verfügung, die gegenüber früheren Geräten eine ca. 5fache Lei-stungssteigerung boten. Erst eine in den letzten Jah-ren entwickelte Microscopic Two-Step Laser Microscopy mit einer extrem hohen Sensitivität erlaubte es, kleinste Spuren organischer Stoffe nachzuweisen. Diese Technik eignete sich beson-ders für den Nachweis polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), die normalerweise als

Abb. 1: Gesamtan-sicht des etwa vier Pfund schweren Meteoriten ALH84001, wie er 1984 auf dem Allen-Hill-Eisfeld von Roberta Score gefun-den wurde.

Ermittelte Daten:  
• angegebenes Alter der Probe: 3,6 Milli-arden Jahre  
• abgeschätztes Datum des Impakt-vorgangs auf Mars: vor 16 Millionen Jahren  
• soll vor 12.000 Jahren im Eis der Antarktis angekom-men sein

