
Gottfried Zirnstein

Charles Lyell

Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 48

1980 BSB B. G. Teubner Leipzig

Abschrift und LaTeX-Satz: 2023

<https://mathematikalpha.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Jugend und Studium (1797-1819)	5
3	Geologie und geologisches Weltbild zwischen Revolution und Restauration	8
4	Der Weg zum Aktualismus (1817-1830)	21
5	Auseinandersetzungen und Debatten (1830-1859)	36
6	Auf den Höhen des Erfolges (1830-1863)	48
7	Der fossile Mensch und die Evolutionstheorie (1855-1863)	55
8	Alter und Nachklang (1863-1875)	61
9	Chronologie	65
10	Literatur	66

1 Einleitung



Abb. 1. Charles Lyell (1797-1875)

Es ist ein erhabenes, wundervolles Schauspiel, wenn ich nun über die Felder reite, da mir die Entstehung und Bildung der Oberfläche unsrer Erde und die Nahrung, welche Menschen draus ziehen, zu gleicher Zeit deutlich und anschaulich wird; erlaube, wenn ich zurückkomme, dass ich dich nach meiner Art auf den Gipfel des Felsens führe und dir die Reiche der Welt und ihre Herrlichkeit zeige.
Goethe aus Meiningen an Charlotte von Stein am 12. April 1782.

Wenn man Erwachsenen heute von „Mammuten“ oder den „großen Sauriern“ erzählt, dann mögen sie oft nur nebenbei zuhören und mit gewissem Recht die alten Zeiten der Erde als Nebensache gegenüber den vielen Fragen der Gegenwart empfinden. Viele aber haben als Kind oder auch später interessiert und mit gesteigerter Aufmerksamkeit die oft prächtigen Bilder früherer Ungetüme in einer Umgebung bizarrer Pflanzen betrachtet, und Saurier sind für manche vielleicht so etwas wie Märchengestalten geworden, nur dass die ausgestorbenen Tiere nicht der Phantasie von unbekanntem oder bekannten Dichtern entsprangen, sondern zu mindestens ihre Knochen durch Ausgrabungen ans Tageslicht gefördert wurden.

Die populärwissenschaftliche Literatur hat das Bedürfnis nach Auskunft über die ferne Vergangenheit schon früh erfasst, und bereits im 19. Jh. liegt eine beachtliche Anzahl von Büchern über die „Rätsel“ oder die „Wunder“ der Urwelt vor.

Auch heute finden populäre Werke zur Erdgeschichte ihre Interessenten. Es ist naturgemäß, besonders für heranwachsende Menschen, nach dem Woher ihrer eigenen Existenz und nach dem Woher der Dinge ihrer Umwelt zu fragen. Die Beantwortung dieser Fragen kann für die Gestaltung ihres Lebens, für ihre Stellung zu den Dingen der Welt, durchaus von Bedeutung sein. Deswegen war es nie belanglos, wie man die Schöpfung der Welt, die Entwicklung der Erde sah.

Die Kenntnis der Erdkruste aber ist auch erforderlich, um an den richtigen Orten nach erwünschten Bodenschätzen zu suchen. Die Wissenschaft Geologie wurde Produktivkraft für

den Bergbau.

Charles Lyell, Großbritanniens großer Geologe im 19. Jh., war in die weltanschaulichen Auseinandersetzungen um die Geschichte der Erde in besonderem Maße verwoben. Besonders mit seinem Namen ist die aktualistische Betrachtung der Erdgeschichte verknüpft, wonach es unzulässig ist, in der Vergangenheit der Erde das Wirken von Faktoren anzunehmen, die nicht auch in der Gegenwart vorhanden und somit erforschbar sind.

Lyell verwarf damit jene phantasievollen Deutungen, mit denen in der ersten Zeit geologischer Forschung, im 18. und noch im 19. Jh., die Entstehung der Gesteine, der Gebirge und Täler, der Festländer und Meere erklärt wurde. Das Wirken von Lyell in der Geologie und Biologie war daher mit einer an Auseinandersetzungen reichen Zeit in der Geschichte der Naturwissenschaften verbunden.

Während in englischer Sprache schon manche Biographie über Lyell vorliegt, fehlt eine solche in deutsch, obwohl Lyell auch hier zu seiner Zeit und im ganzen 19. Jh. den wissenschaftlich Interessierten Wohlbekannt war und das wissenschaftliche Denken beeinflusste.

Folgen wir dem Leben des Naturforschers Lyell, um einem interessanten Abschnitt in der Entwicklung der Naturwissenschaften nachzuspüren!

2 Jugend und Studium (1797-1819)

Charles Lyell war der Sohn eines Landbesitzers und wurde am 14. November 1797 in Kinross, auf dem Familiengute der Lyells, gelegen in der hügeligen ostschottischen Landschaft Forfarshire, geboren. Vorfahren hatten als Kapitäne die Meere befahren, Bilder von Mitgliedern der adligen Familie zierten die Wände, und ausreichende Geldmittel waren trotz größerer Kinderschar vorhanden.

Lyell wurde zwar nicht auf seine Gesellschaftsklasse beschränkter Landlord, aber die Wirkung seiner Werke ging in den Konsequenzen vielleicht in manchem über das hinaus, was der doch seine Herkunft nie verleugnende Mann wollte, Lyell meinte später - vielleicht Shakespeare-Lektüre im Gedächtnis -, dass der Himmel bei seiner Geburt nicht für ihn zukunftsweisende feurige Gestalten über die Wiege setzte, wie es in der Biographie mancher bedeutenden Persönlichkeit aus geschichtsfernen Zeiten berichtet wird.

Die Jahre von Lyells Kindheit waren aber doch reich an weltgeschichtlichen Ereignissen, und diese drangen bis an die wohlbehütete Kinderstube des späteren Geologen.

Denn Großbritannien hatte sich im 18. Jh. zum wirtschaftlich und technisch fortgeschrittensten Land der Erde entwickelt. Eine Reihe wichtiger Erfindungen führte zur Entwicklung des Fabriksystems, und die als Industrielle Revolution bezeichnete Umwälzung der Produktivkräfte veränderte die gesamte Gesellschaft.

Diese Industrielle Revolution regte nicht nur allgemein hin auch das wissenschaftliche Leben an, sondern bot im speziellen neue Anregungen und Möglichkeiten für die Erforschung der Erdkruste und damit für die Entwicklung der Wissenschaft Geologie.

Infolge der Industrialisierung ergaben sich einschneidende Veränderungen in der Rohstoffnutzung. Es mussten dabei neue Bergwerke erschlossen, neue Steinbrüche und Trassen angelegt werden. Die Industrie verlangte nach Kohle, Eisen und Stahl. Ab 1709 entwickelte Abraham Darby in Coalbrookdale in Westengland das Verfahren, Roheisen statt mit Holzkohle mittels Steinkohlenkoks aus dem Erz zu erschmelzen. Sowohl bei ihm wie später auch in den großen Carron-Eisenwerken in Mittelschottland wurde das neue Verfahren zur Produktionsreife geführt...

Im Jahre 1784 erwarb Henry Cort das Patent für das Puddelverfahren, durch welches auch die Überführung des Roheisens in Stahl durch Steinkohlenkoks möglich wurde. Durch diese Verfahren fanden Eisen und später ebenso Stahl eine bisher ungeahnte Weite der Anwendung und revolutionierten auch das Verkehrswesen. Zuerst beim Bau von Kanälen, dann auch beim Straßenbau und im 19. Jh. bei der Anlegung erster Eisenbahnlinien und Tunnelbauten erhielt man Einblicke in die Gesteinsrinde. Die Steinkohle wurde zum erstrangigen Rohstoff und Energieträger. Von 1700 bis 1830 stieg die Kohleproduktion im Vereinigten Königreich Großbritannien von 2,5 Mill. t auf 30 Mill. t pro Jahr.

Die industrielle Entwicklung blieb in den feudalen oder feudal-absolutistischen Ländern des europäischen Festlandes hinter der von Großbritannien zurück. Berühmt war aber der Bergbau in Sachsen, im Harz oder im sogenannten oberungarischen Bergbaugebiet in der damals zur Habsburger Monarchie gehörenden Slowakei. Auch von hier kamen Impulse für die Erdgeschichtsforschung.

Im Jahre 1765 wurde in Freiberg in Sachsen die erste Bergbauhochschule der Welt eröffnet. Die hier relativ komplizierten Verhältnisse im Erzbergbau erforderten verstärkte Zuwendung zur Wissenschaft, um einem Abbaurückgang zu begegnen.

Wissenschaft wurde anfänglich oft dort für die Praxis eingesetzt, wo Notsituationen entstanden waren. Die schärfste Konkurrenz erwuchs der britischen Bourgeoisie in Frankreich, Durch die Große Französische Revolution von 1789 wurden die hemmenden feudalen Fesseln abgeworfen, und die Bourgeoisie Frankreichs konnte auch die politische Macht erringen, was bei der britischen Bourgeoisie keineswegs Solidaritätsgefühle auslöste.

Napoleon stieg zum Gipfel seiner Macht, als Charles Lyell als ältestes von zehn Kindern, drei Knaben und sieben Mädchen, heranwuchs.

Der Vater Lyells, der ebenfalls den Vornamen Charles trug, hatte einige Zeit an der Universität Cambridge studiert und interessierte sich sowohl für verschiedene Zweige der Naturwissenschaften wie für italienische Literatur. Er lieferte eigene naturwissenschaftliche Forschungsbeiträge in der Entomologie (Insektenkunde) in der Erforschung der niederen Pflanzen. Eine Moosgattung aus dem Himalaja wurde ihm zu Ehren *Lyellia* genannt, und der berühmte Botaniker Robert Brown schrieb in seiner Arbeit „Charakter und Beschreibung der neuen Moosgattung *Lyellia*“:

"... ,. dem gründlichen englischen Botaniker Charles Lyell zu Ehren, der sich vorzüglich mit der natürlichen Familie, zu der sie gehört, beschäftigt und mehrere bedeutende Entdeckungen in derselben gemacht hat."

In der schönen Literatur wandte sich der Vater Lyells besonders dem großen mittelalterlichen italienischen Dichter Dante Alighieri zu.

Wenige Monate nach der Geburt von Charles Lyell jun. zogen die Eltern in die Nähe von Southampton, nahe der Südküste Englands, wo sie am Rande eines größeren Waldgebietes, des New Forest, die Besetzung Bartley Lodge pachteten. Nur wenige Male reiste die Familie während Lyells Kindheit nach Kinnordy in Schottland zurück. Das Gebiet um Bartley Lodge war nach Lyells eigener Schilderung eine schöne parkähnliche Landschaft mit alten Eichenbäumen und bot den Kindern einen angenehmen Aufenthalt.

Im Jahre 1803 brach nach dem kurzen Frieden von Amiens der Krieg zwischen Großbritannien und Frankreich erneut aus, und England stand zunächst ohne Verbündete dem napoleonischen Frankreich gegenüber. Napoleon, der am 18. April 1804 Kaiser von Frankreich wurde, zog die Armee in einem Lager am Ärmelkanal zusammen und drohte, nach England überzusetzen. In England hatte man besonders an der Südküste Furcht vor einer Invasion bekommen, und auch Lyells Vater nahm als Freiwilliger eine Hauptmannsstelle an. Einmal wurde sogar falscher Alarm gegeben, und es hieß, dass der Feind gelandet sei.

Dem Premierminister William Pitt dem Jüngeren gelang es aber, eine neue Koalition europäischer Festlandsmächte gegen Napoleon zu schaffen.

Während die französische Armee auf dem Festland siegte, wurde auf dem Meere Frankreichs Flotte am 21. Oktober 1805 bei Trafalgar von den britischen Schiffen vernichtet. Auch an der Südküste Englands entzündete man deshalb Freudenfeuer auf den Hügeln, zwischen denen aber auch Kerzen für den bei Trafalgar gefallenen Admiral Horatio Nelson brannten.

Im Alter von acht Jahren wurde der kleine Charles Lyell zusammen mit seinem Bruder Tom in eine Schule in der kleinen Stadt Ringwood geschickt, und 1806 kamen beide Brüder in die Schule eines Dr. Radcliffe in Salisbury.

Die Freude an der Schule war bei den Brüdern Lyell nicht groß. Charles Lyell interessierte sich viel mehr für Naturkunde als für alte Sprachen, die den wichtigsten Unterrichtsgegenstand bildeten. Zu Hause, in der Umgebung des Wohnsitzes der Eltern, sammelte er mit Begeisterung Schmetterlinge und verglich sie mit den Abbildungen in einem Buche in der Bibliothek seines

Vaters.

Etwas später interessierten ihn vor allem die Wasserinsekten, Auch die Schwestern teilten die naturwissenschaftlichen Interessen von Charles. In der Korrespondenz mit der Schwester Caroline spielten während des ganzen Lebens Insekten eine Rolle.

Der Vater nahm seine Söhne schließlich von der Schule und ließ sie eine Zeitlang zu Hause unterrichten. Im Jahre 1810 sandte er sie auf die altphilologische Schule in Midhurst in Sussex. Diese Schule lag in einer schönen Umgebung. Hier lernte Lyell erstmals Rohheit und Härte bei Mitschülern kennen. Ihm wurde bewusst, dass man in einer rauen Welt sich durchsetzen lernen musste.

Im Jahre 18316, also im Alter von neunzehn Jahren, wurde Lyell Student am Exeter College in der alten Universitätsstadt Oxford, wo feierlich stimmende, ehrwürdige Kolleggebäude gepflegte Rasenflächen umgaben.

In den ersten Briefen an den Vater berichtete er über Literatur und von seiner Absicht, Jurist zu werden.

Im Jahre 1817 schrieb er dem Vater, dass er sich mit Geologie beschäftigt. Kurz vor seiner Abreise nach Oxford hatte Lyell in der Bibliothek seines Vaters durch das allgemeinverständliche Buch „Introduction to Geology“ (1813) (Einführung in die Geologie) von Robert Bakewell, das übrigens 1819 ins Deutsche übersetzt wurde, mit der Wissenschaft Geologie Bekanntschaft geschlossen. In der folgenden Zeit offensichtlich hörte er in Oxford Vorlesungen von William Buckland, dem ersten britischen Geologieprofessor.

Um Lyells späteren Beitrag für die Geologie verstehen zu können, ist es notwendig, hier einen gedrängten Überblick über die bisherige Entwicklung dieser Wissenschaft einzufügen.

3 Geologie und geologisches Weltbild zwischen Revolution und Restauration

Die Geologie ist die Wissenschaft vom Bau und von der Geschichte der Erdkruste. Die Geschichte der Erde und des irdischen Lebens aber kann erschlossen werden aus der Abfolge der Gesteine,; besonders der Schichtsteine und der in ihnen enthaltenen Organismenreste.

Die Sediment- oder Schichtgesteine, die entscheidenden Dokumente für die Erdgeschichte (historische Geologie), wurden in riesigen Zeiträumen Schicht für Schicht abgesetzt. Aus der Art des Schichtgesteins und besonders aus ihrem Fossilgehalt kann man meistens feststellen, wo ein Sediment entstand, ob in tieferem oder flacherem, in wärmerem oder kälterem Meer, ob an der Küste, in einem Binnensee oder gar auf dem Festland, vielleicht in einem Wüstenbecken.

Der Wechsel der Schichten zeugt vom Wechsel der Bildungsbedingungen. Bei ungestörter Lagerung, wie sie mancher Steinbruch und auch manche von Flüssen freigewaschene Felswand zeigen, führt die Schichtfolge von unten nach oben von älteren zu jüngeren Zeitabschnitten. Weltberühmt ist die großartige Schichtenfolge im Canion des nordamerikanischen Flusses Colorado. Aber auch das Tal der Saale in Thüringen und nördlich von Halle besitzt viele schöne Aufschlüsse, die einige Seiten aus dem „Tagebuch der Erde“ lesen lassen.

Störungen der waagerechten Schichtung, also Schrägstellung, Faltung oder gar Überkipfung, sind Folge tektonischer (erdkrustenumgestaltender) Vorgänge. Meeresfossilien auf heutigen Hochgebirgen verdeutlichen das Ausmaß, bis zu denen einstige Meeresablagerungen emporgehoben werden konnten.

Da die verschiedenen Teile der Erdkruste in unterschiedliche Höhenlagen gehoben oder gesenkt wurden und da die Verwitterung die Gesteine unterschiedlich angriff, sind an der heutigen Landoberfläche Gesteine aus sehr verschiedenen Zeitaltern anzutreffen. Auf den Höhen des Harzes und des Thüringer Waldes wandert man auf viel älteren Gesteinen als in dem dazwischen liegenden Thüringer Becken.

Selbst geologische Forschung, die an die Landoberfläche gebunden wäre, könnte also viel von der Erdgeschichte bis in weit zurückliegende Zeiten ermitteln. Bergwerke und Bohrungen erweitern natürlich den Einblick gewaltig.



Abb. 2. Eine der frühesten Darstellungen der Abfolge von Schichtgesteinen gab 1756 J. G. Lehmann in „Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen“. Während später deutlich wurde, dass solche Schichtenfolgen in jahrmillionenlanger Ablagerung zustande kamen und weite Zeiträume der Erdgeschichte dokumentieren, führte man sie im 18. Jh. meistens auf eine einzige verhältnismäßig kurzfristige Überflutung zurück.

Die Fähigkeit, aus den Gesteinen und ihrer Abfolge die heute in so vielem bekannte Erdgeschichte abzulesen, wurde auf einem langen, auch an Fehldeutungen reichen Forschungsweg erlangt.

Der einzelne Aufschluss, das heißt eine Steinbruchs- oder Felswand, ein Eisenbahntrassen- oder Wegeeinschnitt oder auch ein Bergwerk, bietet nur einen räumlich und zeitlich begrenzten lückenhaften Ausschnitt aus der Erdgeschichte, und erst aus dem Vergleich, aus der Kombination vieler solcher Ausschnitte durch viele Forscher konnten ganze Länder und Kontinente übergreifende Zusammenhänge, konnte das Gesamtbild der Erdgeschichte erfasst werden.

In spekulativer Weise hatten kühne Denker schon manchmal von der Unerschaffbarkeit der Welt, von langen Zeiträumen und natürlichen Umbildungsvorgängen auf der Erde gesprochen; die geologische Forschung sollte dazu entsprechende Tatsachen liefern.

Erste Ansätze zur Erschließung der Erdgeschichte in begrenzten Gebieten durch die Erforschung der Gesteinsfolge. finden sich seit dem späten 17. Jh.

Der viele Jahre in Florenz wirkende dänische Gelehrte Nikolaus Steno und der mit dem Harzer Bergbau vertraute Universalgelehrte Gottfried Wilhelm Leibniz wirkten als Pioniere dieser Forschungsrichtung.

Die Erdgeschichtsforschung war von Anfang an vom umfassenderen Weltbild der Menschen nicht zu trennen; sowohl einzelne geologische Ereignisse wie das Wissen vom Werden der Erde berühren viele Probleme in der menschlichen Vorstellungswelt.

Ereignisse, die innerhalb der Erde stattfinden oder sich auf der Erdkruste abspielen, können verheerende Ausmaße annehmen. Erdbeben und Vulkanausbrüche, Wirbelstürme oder Flutwellen bedrohten manchmal Wohlstand und Leben von Tausenden Menschen. Oft wurden solche Katastrophen daher als Strafgericht von Göttern angesehen, von den Priestern der verschiedenen Religionen als solches gedeutet.

Die plötzliche Zerstörung der reichen Haupt- und Handelsstadt Lissabon durch das Erdbeben von 1755 bewegte die Menschen sehr. Goethe erinnerte sich beim Niederschreiben von „Dichtung und Wahrheit“, wie er als sechsjähriger Knabe auf die Katastrophennachricht reagierte. Er schreibt:

"Durch ein außerordentliches Weltereignis wurde jedoch die Gemütsruhe des Knaben zum erstenmal im Tiefsten erschüttert ... Hierauf ließen es die Gottesfürchtigen nicht an Betrachtungen, die Philosophen nicht an Trostgründen, an Strafpredigten die Geistlichkeit nicht fehlen."

Der Maler Heinrich Wilhelm Tischbein schildert den Vesuvausbruch von 1794, den er von Neapel aus erlebte:

"Ich ging auf die Straße und sah das geängstigte Volk mit Lichtern, Heiligenbildern und Kreuzen aus den Häusern kommen. Die Hände gen Himmel gestreckt, lagen sie auf der Erde. Einige machten in der Geschwindigkeit kleine Altäre, stellten Lichter davor und warfen sich platt auf den Boden, alle Heiligen anrufend;..."

An einem anderen Orte sah er:

"Viele Priester standen auf Erhöhungen und predigten zu der Menge."

Lyell schreibt, dass die Priester in Chile dem Volke predigten, dass das Erdbeben von 1822 ein Zeichen göttlichen Zornes über die damaligen politischen Umwälzungen, nämlich über den Freiheitskampf gegen die spanische Kolonialmacht, wäre.

Selbst in der Gegenwart ist die nüchtern-sachliche Beurteilung von vulkanischen und seismischen Ereignissen noch nicht überall üblich.

Die Erforschung der Geschichte des Lebens und der Erde rührt an Glaubensvorstellungen, ergaben sich doch Konfrontationen zur Schöpfungslegende der Bibel. Die Erdgeschichtsforschung

wurde damit ein Anliegen weltanschaulicher Auseinandersetzungen.

Zunächst noch mehr oder weniger miteinander verwoben, später sich deutlich voneinander unterscheidend, erstanden bei der erdgeschichtlichen Deutung der Gesteine zwei unterschiedliche Auffassungen, die in der Folgezeit die Geologen noch sehr beschäftigen sollten:

1. die anaktualistische (exzeptionelle, katastrophistische) Auffassung, nach der in der erdgeschichtlichen Vergangenheit Ereignisse auftraten, die in der Gegenwart völlig fremd sind,
2. die aktualistische Auffassung, wonach in der erdgeschichtlichen Vergangenheit nur dieselben Kräfte an der Gestaltung der Erdkruste wirkten, die auch in der Gegenwart vorhanden sind und deshalb auch erforscht werden können.

Durch den Einfluss der Bibel sowie durch Fehldeutungen bei der Erforschung der Erdkruste spielten anaktualistische Vorstellungen zunächst eine große Rolle. Die jahrhundertealte christliche Weltanschauung hatte sich so stark im Denken Europas verankert, dass im Falle der Entscheidung für eine von mehreren wissenschaftlichen Theorien vielfach jene den Vorzug erhielt, die der Bibellehre am meisten entgegen kam, auch dann, wenn kein unmittelbarer Zwang und keine unmittelbaren Interessen vorlagen.

Als man im 18. Jh. an zahlreichen Orten in vielen Schichten die Reste ehemaliger Meereslebewesen fand und sie als gut aufbewahrbare Objekte in großen Mengen für Naturalienkabinette sammelte, setzte sich die richtige Auffassung durch, dass es sich hier wirklich um ehemalige Lebewesen und nicht nur um Naturspiele handelte. Aber man dachte, dass alle Fossilien entweder Meereslebewesen waren oder vor der Einbettung vom Land ins Meer gespült wurden, dass also alle Sedimente im Meer entstanden sind.

Da sich Meeresfossilien auch auf manchen hohen Gebirgen fanden, sollte nach der Meinung vieler Gelehrter einst eine relativ kurzzeitige, aber gewaltige Meeresüberflutung selbst die höchsten Berggipfel bedeckt haben. Durch diese Flut, also ein einmaliges Ausnahmeeignis, erklärte man die Entstehung aller Schichtgesteine. Diese Flut sollte der in der Bibel eindrucksvoll geschilderten Sintflut entsprechen.

Die Fossilien, auch wenn es Muscheln oder Fische waren, galten dann als Opfer der Flut. Der Aufbau der Erdkruste schien die biblische Offenbarung in schöner Weise zu bestätigen.

Jene Denk- und Forschungsrichtung, welche die biblische Lehre durch naturwissenschaftliche Fakten zu bestätigen versuchte, wird als Physikotheologie bezeichnet. Hatte sich im 17. Jh., während der „wissenschaftlichen Revolution“, besonders die Astronomie mit dem heliozentrischen Weltbild nur unter Kämpfen aus den Fesseln der kirchlichen Bevormundung befreien können, so wurden seit dem Ende des 17. Jh. Teile der Naturwissenschaft unberechtigterweise genutzt, um die Existenz eines planvoll wirkenden Schöpfers oder gar die Richtigkeit der Bibelerzählungen zu beweisen.

Diese restaurative Physikotheologie hielt sich zumal in England bis weit ins 19. Jh. Die Physikotheologie war allerdings auch ein Ausdruck dafür, dass im Zeitalter der Aufklärung die Offenbarung allein als Glaubensgrundlage nicht mehr ausreichte und daher die Theologen die Kirchenlehre auch vernunftgemäß zu begründen suchten.

Die wichtigsten Begründer der auf die Fossilien sich stützenden Sintflutlehre, des Diluvianismus, waren der Engländer John Woodward und der fleißige, kenntnisreiche Schweizer Naturforscher Johann Jakob Scheuchzer.

Das Skelett eines fossilen Riesensalamanders beschrieb Scheuchzer in Verkennung seiner wahren Natur als Beingerüst eines in der Sintflut ertrunkenen sündigen Menschen und verband

dessen Beschreibung mit einer Moralerkennung an sündige Zeitgenossen.

Diese Deutung der Fossilien als Sintflutzeugen schien zunächst gar nicht so leicht widerlegbar zu sein. Der französische Aufklärer Francois Marie Voltaire, der gegen Kirche und Bibel zu Felde zog, griff zu der eigenartigen Deutung, dass aus Italien zurückwandernde Pilger auf den Alpenhöhen müde wurden, ihre an südlichem Meeresgestade gesammelten Souvenirs in Gestalt von Muscheln und anderen Meerestieren weiterzutragen, und sie dort wegwarfen.

Von ihnen sollten die Versteinerungen auf den Alpen herrühren. Diese nun offensichtlich absurde Deutung empörte den jungen Goethe, der sicherlich auch die Meinung anderer wiedergibt, wenn er schreibt;

"Da ich aber nun gar vernahm, dass er (Voltaire), um die Überlieferung einer Sündflut zu entkräften, alle versteinerten Muscheln leugnete ..., so verlor er gänzlich mein Vertrauen: denn der Augenschein hatte mir auf den Baschberge deutlich genug gezeigt, dass ich mich auf altem abgetrockneten Meeresgrund, unter den Exuvien seiner Ureinwohner befinde. Ja, diese Berge waren einstmals von Wellen bedeckt, ob vor oder während der Sündflut, das konnte mich nicht rühren ..."

Die Sintflut-Hypothese verlor ihre Berechtigung, als deutlich wurde, dass keine Landlebewesen, auch keine Menschenreste, zwischen den Meeresfossilien liegen, dass die Fossilien kein wirres Durcheinander bilden, sondern die Schichten verschiedenen Alters verschiedenartige fossile Lebewesen beherbergen.

In der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden von verschiedenen Forschern Theorien aufgestellt, welche die Entwicklung der Erdkruste unter relativ einheitlichen Gesichtspunkten betrachteten und auch die geologische Feldforschung anregten.

Da die verschiedenen Forscher in unterschiedlichen Gegenden wirkten, ihnen verschiedenartiges Faktenmaterial zur Verfügung stand und auch ihre philosophischen und theoretischen Grundauffassungen Differenzen aufwiesen, wichen die einzelnen Theorien zunächst in zahlreichen Punkten voneinander ab. Es wurde aber allmählich deutlich, dass die Bildung der Erdkruste und ihrer Schichten in einer langen, langen Zeit erfolgte. Diese Entwicklung der Erdgeschichtsforschung stand im Zusammenhang mit der Herausbildung des Entwicklungsgedankens für Natur und Gesellschaft überhaupt.

Auf ziemlich spekulativer Basis hatte der geistvolle französische Gelehrte, Graf Georges-Louis Leclerc de Buffon in einem Bande seiner umfangreichen „Naturgeschichte“ (Histoire naturelle) ein Bild der Entwicklung der Erde von einem hypothetischen glutflüssigen Zustand durch viele Jahrtausende bis zur Gegenwart entworfen.

Im sächsischen Freiberg versuchte der von Schülern aus aller Welt aufgesuchte Professor Abraham Gottlob Werner aus der Abfolge der Gesteine, wie er sie in seiner sächsischen Heimat vorfand, die Geschichte der Erdkruste zu ermitteln. Nach seiner Meinung waren die wichtigsten Gesteine in der Reihenfolge ihres Übereinanderliegens am Boden eines einst die gesamte Erde bedeckenden Meeres nacheinander auskristallisiert. Das bedeutete, dass sich die Bedingungen für Gesteinsbildung in diesem Meere im Laufe der Zeit geändert hatten, denn dadurch wurde der Gesteinswechsel erklärbar.

Völlig unerklärbar blieb, wohin das viele Wasser schließlich verschwand. Werners Auffassung wurde nach dem römischen Meeresherrn als Neptunismus bezeichnet, während dessen Opponenten einen Teil der Gesteine auf erstarrte Schmelzen aus dem Erdinneren zurückführten und damit die nach dem Unterweltgott Pluto als Plutonismus bezeichnete Auffassung vertraten. Die Entstehung der Gesteine bei Werner erfolgte zwar ruhig und katastrophenlos, aber das die

ganze Erde bedeckende Meer war ebenso anaktualistisch wie die chemisch-physikalisch unerklärt gebliebene Tatsache, dass in diesem Meer im Laufe der Zeit die Art der ausgeschiedenen Gesteine wechselte.

Der Hauptvertreter der Plutonisten wurde der viele Jahre als Farmer tätig gewesene James Hutton, der ab 1768 als Privatgelehrter in seiner Heimatstadt Edinburgh lebte. In seiner „Theorie der Erde“ - 1788 veröffentlicht, später erweitert und 1802 von John Playfair neu herausgegeben und kommentiert - formulierte Hutton klar das aktualistische Prinzip und lieferte weitere wertvolle Ideen, die zumindest später zum unverlierbaren Gedankengut der Geologie wurden. Mit der Formulierung des aktualistischen Prinzips wurde Hutton zum wichtigsten Vorläufer von Lyell.

Ausgangspunkt von Huttons Überlegungen war das (normalerweise langsame, nur örtlich durch Hochwasser und andere heftigere aber doch regional begrenzte Ereignisse verstärkte) Abtragen der Festländer durch ständige Verwitterung, die immer in der heute beobachtbaren Weise und niemals durch erdweite Fluten erfolgt sein sollte. Gegen die Ausräumung der Täler durch eine einzige Flut sprachen nach Hutton beispielsweise die Talgabelungen.

Die Rolle des erodierenden, des talausschürfenden und landabtragenden Wassers, die schon Avicenna und Leonardo da Vinci erkannt hatten, die im 18. Jh. der französische Geologe Jean Etienne Guettard vortrug und die auch bei Hutton zentrale Bedeutung erhielt, wurde aber in der Folgezeit von vielen Forschern noch stark unterschätzt.

Aus dem beobachtbaren Vorgang der allmählichen Abtragung der Kontinente gewann Hutton auch eine Vorstellung von den großen Zeitmaßen der Erdgeschichte, denn die Abtragung erfolgt langsam, wie noch vorhandene Straßen aus der Römerzeit bezeugten. Hutton kam zu der Auffassung von „Ewigkeiten“ als Zeitmaß der Erdgeschichte.

Die Entdeckung einer langen Erdgeschichte wurde nicht ohne Grund mit der durch Nicolaus Copernicus in der Astronomie herbeigeführten Wende verglichen. Vor Copernicus sollte die Menschheit das Zentrum einer für sie geschaffenen Welt bewohnen.

Das copernicanische Weltbild zerstörte diese Illusion, und es wurde deutlich, dass der Mensch nur auf einem kleinen Planeten in einem großen Raume wohnt und sich die Heimstatt des Menschengeschlechts nicht durch eigene Naturgesetze vom übrigen All abhebt.

Geologen wie Hutton aber wiesen nun am Ende des 18. Jh. nach, dass der Mensch nur eine der allerletzten Erscheinungen einer langen Erdgeschichte ist und sich einer nahezu unendlichen Vergangenheit ohne Menschheit gegenüber sieht.

Die Entstehung der Sedimente wurde von Hutton allerdings noch recht spekulativ erklärt, denn alle Sedimentsteine sollten sich in den unbekanntem Tiefen des Meeres gebildet haben. Alle Verwitterungsprodukte der Festländer sollten dorthin transportiert werden, und am Meeresboden vermutete Hitze sollte die Lockersedimente verfestigen, konsolidieren, eindringen und Ganggesteine bilden.

Die Hitze am Meeresboden sollte aber auch den langsamen Aufstieg der dort verfestigten Sedimentmassen bewirken. Dadurch erhoben sich neue Kontinente, welche alte, von der Verwitterung zerstörte Festlandsmassen ersetzten. Dieser neue Gedanke von der Hebung der Festländer war für die Geologie außerordentlich wichtig.

Er erklärte das Vorkommen von Meeresfossilien auf Gebirgshöhen viel besser als die oft angenommene Überflutung der feststehenden Gebirge. Es war vorstellbar, dass einzelne Teile der Festlandsmassen stiegen oder sanken, ohne dass die gesamte Erde betroffen war. Jede Veränderung der Höhe des Meeresspiegels aber musste sich erdweit auswirken, und Herkunft

sowie Verbleib der für eine erdweite Überflutung erforderlichen Wassermassen waren ein großes, unlösbares Rätsel.

Auch die Zerrüttung der Schichten in Gebirgen war bei der Landhebung nicht unverständlich. Landhebungen konnten im Gegensatz zu weltweiten Überflutungen außerdem in der Natur nachgewiesen werden.

Hutton konnte den Aktualismus, die Auffassung von der Gleichheit der Vorgänge in der Vergangenheit und Gegenwart, allerdings nur inkonsequent aussprechen, weil ihm die Fülle der Ereignisse in der Erdgeschichte (die aufbauenden Vorgänge) noch unbekannt waren.

Obwohl Hutton einen weisen Urheber allen erdgeschichtlichen Geschehens angab und die Erneuerung der Kontinente mit der dabei erfolgenden Bereitstellung neuen unzerstörten Lebensraumes die himmlische Weisheit beweisen sollte, rief Hutton vor allem wegen der „Ewigkeiten“ seiner Erdgeschichte den Angriff verschiedener Naturforscher hervor, welche durch solche Meinungen die Religion bedroht sahen. In Großbritannien wurde Freidenkertum damals mehr als anderswo geächtet!

Friedrich Engels legte in der Einleitung zur englischen Ausgabe (1892) seines Werkes „Die Entwicklung des Sozialismus von der Utopie zur Wissenschaft“ in humorvoller Weise dar, welche gesellschaftlich-ökonomischen Ursachen der bis weit ins 19. Jh. gerade in Großbritannien so stark ausgeprägten Religiosität und Bigotterie zugrunde lagen.

Großbritannien hatte bereits im 17. Jh. seine bürgerliche Revolution vollzogen. Die Bourgeoisie in Großbritannien hatte nicht mehr wie die Bourgeoisie Frankreichs gegen eine mit der katholischen Kirche verbundene Feudalklasse zu kämpfen.

Dafür waren in Großbritannien bereits die unlösbaren Widersprüche des Kapitalismus offensichtlich geworden, hatte die Industrielle Revolution für viele Not und Elend gebracht.

Die Religion konnte der britischen Bourgeoisie als Mittel erscheinen, Misstimmung und Aufbegehren abzufangen.

Die Abwertung, ja Verfolgung freigeistiger Ansichten erreichte im Gefolge der Großen Französischen Revolution in Großbritannien einen Höhepunkt, denn die herrschenden Kreise des britischen Inselreiches wurden von den revolutionären Ereignissen in Frankreich erschreckt.

Dem berühmten Naturforscher Joseph Priestley, der abweichende religiöse Ansichten und Sympathien mit der Französischen Revolution geäußert hatte, zerstörte aufgehetzter Mob in Manchester Haus und Mobiliar.

Die führenden Ideologen der herrschenden Klassen Großbritanniens, voran Edmund Burke, traten den revolutionären Ideen entgegen. Für die Bekämpfung der geologischen Ansichten spielte der aus Genf stammende und nach England übergesiedelte physikotheologische Naturforscher Johann Andreas de Luc eine Rolle.

Schon 1781 hatte er das britische Königshaus mit den „Physikalischen und moralischen Briefen über die Geschichte der Erde und des Menschen an ihre Majestät die Königin von Großbritannien“ zu erbauen gesucht. Im Jahre 1792 schrieb de Luc seinen gedruckten Brief aus Windsor an den Leibarzt Johann Georg Zimmermann, indem er u. a. Menschen das Recht absprach, „Menschenrechte“ auszurufen, da nur ein höheres Wesen, aber niemals Menschen, die dazu notwendige Autorität und Anerkennung von allen Mitgliedern der Gesellschaft erlangen könnten.

Als wichtige Waffe der als unwissend beschimpften Aufklärer aber sah de Luc jene naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, welche die in der Bibel mitgeteilten Tatsachen über die ersten Zeiten der Erde als Fabel nachwiesen, und er zürnte:

"Ungläubige Lehrer prägten diese Gegenstände mit ihren Irrthümern tief in die Köpfe ihrer Lehrjünger; die Irrthümer gingen von Mund zu Mund, und dieß hieß man Aufklärung."

Die Geistlichen der verschiedenen Glaubensrichtungen waren eine zahlenmäßig immerhin beachtliche Gruppe von Menschen, die sich ihre gesellschaftliche Rangstellung erhalten wollten, und es war zu erwarten, dass sie nicht kampflos auf ihre bisher gelehrten Ansichten verzichten würden.

Aber auch im späten 18. Jh. fand das aktualistische Denken zumindestens in Ansätzen noch manche Zustimmung, wenn auch mit Inkonsequenzen.

In Skandinavien waren Küstenveränderungen, die auf langsame Landhebung im Huttonschen Sinne verweisen, seit dem Ende des 17. Jh. beobachtet und ihre Ursache diskutiert worden.

Der Schwede Urban Hjärne ließ schon 1694 auf Fragebogen Mitteilungen über neuere Küstenhebungen zusammentragen, Der Direktor des finnischen Katasteramtes, Efraim Otto Runeberg, hatte öfter vom Meer freigegebene Landstücke aufzunehmen und die Besitzverhältnisse zu klären. Er legte darüber seine Erfahrungen nieder.

In Frankreich meinte Jean Baptist Lamarck, dass die Entwicklung der Erde ruhig verlaufen wäre, und er maß ihr sehr lange Zeiträume zu. Auch die Lebewesen sollten sich dabei allmählich umgebildet haben.

In Huttons Heimatstadt Edinburgh wirkte Sir James Hall, der als Pionierleistung zu wertende Experimente zur Gesteinsentstehung durchführte. In einer Eisenhütte bei Edinburgh schmolz er Gesteine und ließ sie wieder abkühlen. Beim langsamen Abkühlen von Gesteinsschmelzen bildete sich ein kristallines Erstarrungsprodukt, das den natürlichen Gesteinen ähnlich war. Bisher wurde angenommen, dass geschmolzenes Gesteinsmaterial nur zu einer glasartigen Masse erstarrt, also zu einem aus nichtsichtbaren Kristallen bestehenden Material führen kann.

In anderen Experimenten stellte Hall fest, dass bei höherem Druck die in der Hitze übliche Zersetzung von Kalkstein unterbleibt, und sah damit die Huttonsche Theorie in einem wesentlichen Punkt, in der angeblichen Marmorbildung am Meeresboden, bestätigt.

Ohne tiefer reflektierende Überlegungen versuchten verschiedene Naturforscher von der Gegenwart auf die Vergangenheit zu schließen. Buffon hatte 1781 in den „Epochen der Natur“ geschrieben:

"... da wir durch das Gegenwärtige nicht nur die jüngere Vergangenheit, sondern auch die älteste Zeit zu erkennen suchen ...,"

dachte aber auch an gewaltige Ereignisse vergangener Zeiten und meinte an anderer Stelle:

"Wir müssen daher dem Schöpfer danken, dass er den Menschen nicht Zeugen dieses furchtbaren und schrecklichen Schauspiels gemacht hat."

Der sächsische Bergbeamte und Professor Johann Friedrich Wilhelm Toussaint von Charpentier hatte 1799 im Riesengebirge (Karkonosze) geforscht und Überlegungen zur Zerstörung des Granites in Blöcke angestellt. Er schrieb 1804:

"Wer gewaltsame Revolutionen liebt, ist freilich mit der Antwort bald fertig; denn mit diesen versetzt man sehr leicht Berge und ganze Gebirge, und stürzt alles zusammen, was einem im Wege steht: mir scheint es jedoch, als ob man die Erklärung dieser eigenen Erscheinung in dem allenthalben langsamen Gang der Natur finden könnte."

Er wies auf die normale Verwitterung als mögliche Erklärung für die Granitblockbildung hin. Andere Geologen und Forscher, wie auch der Philosoph I. Kant, äußerten ähnliche aktualisti-

sche Gedanken. Diese Ansätze zum aktualistischen Denken wurden allerdings um die Wende vom 18. zum 19. Jh. von Hypothesen verdrängt, nach denen in der erdgeschichtlichen Vergangenheit zeitweilig katastrophale, exzeptionelle Ereignisse gewirkt haben sollen.

Die Herrschaft der Katastrophentheorien erreichte in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. ihren Höhepunkt. Statt einer einzigen Katastrophe wurden allerdings mehrere angenommen. Im Extremfall dachte man an erdweite, alles zerstörende Katastrophen, die trotz zeitlicher Begrenzung alle entscheidenden Umgestaltungen in der Erdgeschichte verursacht haben.

Vergangene Perioden der Erdgeschichte und die geologische Gegenwart sah man in vielen Zügen als wesensverschieden an, sprach von älteren und jüngeren Schöpfungen, von dem grundsätzlichen Unterschied von „geologischer“ und „historischer“ Zeit. Der Phantasie waren damit zur Deutung der Vergangenheit keine prinzipiellen Grenzen gesetzt. Manche Vertreter katastrophistischer Auffassungen waren religiös eingestellt und dachten, dass die vermuteten Katastrophen sich mehr oder weniger mit dem mosaischen Schöpfungsbericht vereinbaren ließen, obwohl sie im einzelnen auf eigenwillige Erklärungen nicht verzichteten.

Es gab aber manche Sachverhalte und geologische Zeugnisse, die zumindestens beim damaligen Forschungsstand für diese Katastrophen zu sprechen schienen.

Die Grenzen aufeinanderfolgender Schichtpakete sind meist abrupt; plötzlich kann auch der Fossilgehalt wechseln. Wenn wir heute in solchem plötzlichem Wechsel im allgemeinen die Folge von langen Sedimentationslücken sehen, so lag dieser Schluss nicht ohne weiteres auf der Hand.

Aus Diskontinuitäten in der Abfolge der Sedimente und ihrer Fossilien leiteten in Frankreich der Anatom und Paläozoologe George Cuvier und etwas später auch der bedeutende Paläobotaniker Adolphe Theodore Brongniart die Katastrophentheorie her. Cuvier stammte aus relativ bescheidenen Verhältnissen und stieg dann zu einem der berühmtesten und geschicktesten Naturforscher empor, hochgeachtet während der napoleonischen Ära wie während der bourbonischen Restauration.

Eines seiner Hauptarbeitsgebiete war die Paläontologie der Wirbeltiere. Cuvier sprach als einer der ersten klar aus, dass viele fossile Lebewesen ausgestorben sind.

Bisher glaubte man, dass man von allen Fossilienarten irgendwo auf der Erde auch lebende Vertreter antreffen könne.

Gewisse Seelilien hatte man tatsächlich zuerst fossil und dann auch lebend gefunden, Die Erforschung der Erde schritt im 18. Jh. rasch voran und verminderte die Hoffnung auf noch allzu viele unentdeckte auffällige Arten. Dank seiner umfangreichen Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie gelang es Cuvier, weitere ausgestorbene Wirbeltiere zu rekonstruieren, und er rief damit beachtlichen Eindruck hervor.

Bei seiner Erforschung der jüngeren Erdschichten im Pariser Becken erkannte Cuvier, dass die verschiedenen fossilen Säugetierarten nur in bestimmten Schichten auftreten und dass Süßwasser- und Meeresschichten einander ablösen. Er kam für die jüngeren Zeiten zu der gleichen Erkenntnis wie der Engländer William Smith für viele wirbellose Tiere in älteren Schichten: Viele Fossilien sind an bestimmte Schichten gebunden, lebten also nur in einem zeitlich begrenzten Abschnitt der Erdgeschichte und sind Leitfossilien.

Diese Erkenntnis widerlegte die Annahme von der einmaligen erdweiten Überflutung von sintflutartigem Charakter entschieden. Cuvier zog aus dem Schichten- und Faunenwechsel im Pariser Becken folgende Schlussfolgerung: Der lange Zeit andauernde ruhige Gang der Erdgeschichte wurde mehrfach von plötzlichen Katastrophen unterbrochen, bei denen der größte

Teil der Erdbewohner zugrunde ging.

Auf den Trümmern jeder solchen Zerstörung erschien eine neue Lebewelt. Erst nach der letzten Katastrophe sollte der Mensch erschienen sein, was allerdings nicht der Bibelerzählung entsprach.

J. J. Scheuchzer hatte bekanntlich am Anfang des 18. Jh. an die Auffindung von Sintflutopfern geglaubt. Die Mammute und andere ausgestorbene Tiere waren nach Cuvier Wesen einer früheren, zerstörten Schöpfung. Cuvier selbst führte die neue Tierwelt nach einer Katastrophe nicht auf göttliche Neuschöpfung zurück, sondern meinte, dass Teile der Erde von den Katastrophen verschont blieben und von dort her sich eine andersartige Tierwelt ausbreitete.

Curizer sagte auch einmal, dass die Naturforscher, obgleich sie sich streng in der von der Genesis vorgezeichneten Grenze hielten, sich doch noch einen ausgedehnten Spielraum verstatteten. Für die fossile Pflanzenwelt entwickelte Brongniart ein ähnliches Bild wie es Cuvier für die Tiergeschichte entwarf. Im Jahre 1828 nahm Brongniart an, dass vier völlig getrennte Perioden mit verschiedenartiger Pflanzenwelt unterscheidbar wären.

Zwischen ihnen lägen längere Perioden ohne Landvegetation, Vergleiche man zwei aufeinanderfolgende Perioden, stelle man fest, alles ist verschieden zwischen ihnen, und man kann sich des Gedankens nicht erwehren, dass eine neue Gesamtheit von Pflanzen, erzeugt unter anderen Einflüssen als die früheren, die ältere Vegetation ersetzt hat.

Gegen diese abrupt getrennten Perioden erhob aber schon 1828 beispielsweise Friedrich Hoffmann Bedenken, indem er auf vermittelnde Pflanzenformen und die nur regional nachweisbaren scharfen Periodengrenzen verwies.

Cuvier und Brongniart sahen für die Organismenwelt und damit für die Erdkruste immerhin eine einseitig gerichtete (irreversible) Entwicklung, auch wenn sie diese Geschichte in manchen Zügen phantasievoll deuteten. Außerdem wiesen sie erstmals fossile Süßwasserbildungen nach. Das veränderte das Bild von der Vergangenheit der Erde gegenüber Hutton und vielen anderen Forschern, die für alle verfestigten Schichtgesteine Meeresursprung annahmen.

Nach deren Ansicht sollten die Reste von Landpflanzen auch erst nach dem Transport zum Meeresboden zu Fossilien geworden sein.

Nach Cuvier und Brongniart aber konnten Meer und Süßwasser beziehungsweise Festland in derselben Region einander ablösen.

Die unerklärten Katastrophen boten natürlich auch die Möglichkeit zu idealistischen Deutungen! Die letzte Katastrophe versuchten manche weiterhin der Sintflut der Bibel gleichzusetzen. Die biblisch orientierte physikotheologische Erdgeschichtsbeschreibung wurde in Großbritannien durch Buckland, Lyells Geologielehrer, wieder bis zur Sintflutauffassung zurückgeführt.

Buckland, der äußerst vielseitig war und geistliche Würden besaß, darf als einer der bekanntesten englischen Geologen seiner Zeit bezeichnet werden. Er leistete bei der Aufklärung der Lockermassen an der Erdoberfläche wie bei der Erforschung einiger Höhlen, so ab 1821 der neuentdeckten Kirkdale-Höhle nordöstlich der Stadt York, Pionierarbeit.

Buckland streifte viel durch die britischen Lande und trug die unterwegs gesammelten Fossilien in seinem damals wohlbekannten blauen Sack nach Hause. Er setzte sich auch für praktische Belange wie Gasversorgung und Abwasserleitungen ein, war redegewandt, hatte ansprechendes Auftreten und begeisterte mit naturwissenschaftlichen Vorträgen auch Damen verschiedenen Alters. Im Jahre 1845 wurde er Dean von Westminster.

In Höhlen fand er Lehmablagerungen mit eingelagerten Säugetierknochen, die er in den zwanziger Jahren des 19. Jh. ebenso als Sintflutprodukte deutete wie die Ablagerungen von Kies,

Sand, Lehm oder Ton, die oftmals mit größeren Felsblöcken durchsetzt und vor allem in der Tiefebene des nördlichen Mittel- und Osteuropas und auf großen Teilen der britischen Insel verbreitet sind.



Abb. 3. Die ungestörte Schichtlagerung zeigt, dass diese Täler an der Küste von Dorsetshire (Süd-England) nicht durch irdinnere Kräfte eingefaltet wurden. Verkannte man die erodierende Tätigkeit des fließenden Wassers, blieb nur die Annahme von Flutkatastrophen, um die Bildung solcher Täler zu erklären (Nach W. Buckland. 1822.)

Er verwies auf Täler an der Steilküste Süd-Englands, deren gegenwärtige Wasserläufe zur Ausschürfung zu schwach waren. Allein durch eine Flut schien ihm die Entstehung der Täler erklärbar. Auch der Ärmelkanal zwischen England und Frankreich wäre ein Ergebnis dieser Flut, denn die gleichartigen Schichtgesteine an den Küsten bei Dover und Calais bezeugten den einstigen Zusammenhang.

Wurde auch der Zusammenhang der Erdgeschichtsforschung mit der Bibel schließlich fragwürdig, so bedeutete das aber nicht, alle Flutvorstellungen aufzugeben, Ein Gegenstand vieler Überlegungen waren die „erratischen Blöcke“ oder Findlinge der Alpenvorländer und der großen Ebenen Europas und Nordamerikas.

Diese teilweise großen, manchmal sogar riesigen Blöcke bestehen aus ortsfremdem Gestein und mussten also einen längeren Transportweg zurückgelegt haben.

Wie A. v. Humboldt beobachtet hatte, gab es in den Llanos in Venezuela solche Blöcke nicht. Für erratische Blöcke in Norddeutschland verwies 1774/75 Hauptmann von Arenswald (aus Neuenkirchen bei Anklam) auf die allerdings noch mehrfach wieder bezweifelte Herkunft aus Skandinavien.

Von der einstigen Menge dieser erratischen Blöcke zeugt ihre massenweise Verwendung für Stadtmauern und andere Bauwerke norddeutscher Städte. Am rätselhaftesten erschien das Vorkommen von Blöcken aus Alpengestein auf dem Schweizer Jura, der durch das Schweizer Mittelland von den Alpen getrennt ist.



Abb. 4. Der Transport solcher ortsfremden Felsblöcke - auch „erratische Blöcke“ oder „Findlinge“ genannt - blieb lange Zeit rätselhaft und wurde auf außergewöhnliche katastrophale Ereignisse zurückgeführt. Die Lösung brachte die Eiszeittheorie (Aus: Ch. Lyell: Das Alter des Menschengeschlechts ...)

Verknüpfte die Volkssage manchmal das Vorkommen solcher Blöcke mit der einstigen Tätigkeit von Riesen oder anderen Sagengestalten, so vermuteten die Geologen noch lange bis ins 19,

Jh. hinein außergewöhnliche Fluten als Transportmittel.

Der berühmte Geologe Leopold von Buch, nach seiner Herkunft und konservativen politischen Haltung ein uckermärkischer Landedelmann, sprach von einer Rollsteinflut.

In der Schweiz sollte von den Alpen her eine Flut am Schweizer Jura hochgebrandet sein und auf dessen Höhe die aus Alpengestein bestehenden Blöcke abgesetzt haben. In Schweden untersuchte der Chemiker und Geologe Nils Gabriel Sefström bei Reisen durch das Land viele von jenen Phänomenen, die wir heute als Eiszeitererscheinungen betrachten, also Furchen und Schliffe auf Felsen, die in Schweden als Asar (deutsch: Oser) bezeichneten langen dammartigen Sandanhäufungen, dazu die Riesentöpfe, d. h. kesselartige Vertiefungen mit Mahlstein in Felsen, Sefström erblickte in diesen Phänomenen ebenfalls die Zeugen einer reißenden Flut, welche von Norden über Skandinavien gebräust wäre.

Aber woher sollte das Wasser kommen? Sefström publizierte seine Ansicht noch bis weit in die dreißiger Jahre des 19. Jh. hinein und bot damit ein Beispiel, wie richtig beschriebene Phänomene auf eine falsche Ursache zurückgeführt werden können.

Eine weitere Gruppe von vermeintlichen Katastrophenzeugen waren die Schichtenstörungen, die Falten und Verwerfungen. Englische Geologen ließen sich am Anfang des 19. Jh. von der Steilstellung der Schichten auf der südenglischen Insel Wight beeindrucken, über die besonders Thomas Webster schrieb und mit einer katastrophistischen Erklärung verband.

Überhaupt schien zunächst die Gebirgsentstehung nur katastrophistisch denkbar zu sein, auch nachdem die Überflutungsvorstellung zugunsten der Hebungsvorstellung aufgegeben worden war. Nach L. von Buchs Hebungstheorie schob von unten aufströmendes Magma die Gebirge rasch empor, wobei jede einzelne Bergkette für sich gehoben sein sollte. Die Rolle des Wassers für die Talbildung wurde verkannt.

Einen gewissen Schlusspunkt für den Katastrophismus bedeuteten die wegweisenden Arbeiten des französischen Geologen Elie de Beaumont über Gebirgsbildungen in der Erdgeschichte, die ab dem Ende der zwanziger Jahre des 19. Jh. erschienen.



Abb 5. Die Schrägstellung solcher einst waagrecht abgelagerter Schichtgesteine wie hier an der Küste der Insel Wight (nach Th. Webster) sollte nach der Katastrophentheorie bei katastrophalen Ereignissen erfolgt sein. Nach Lyells Vorstellung geschah diese Schrägstellung in vielen kleinen Schritten, so wie noch heute bei Erdbeben kleinere Erdkrustenveränderungen eintreten

Beaumont erkannte, dass die verschiedenen früheren Gebirgsbildungen aus Diskordanzen, d. h. der Auflage waagerechter auf verstellten Gesteinsschichten, nachweisbar sind und zeitlich eingeordnet werden können. Diese Erkenntnis blieb eine wichtige Entdeckung in der Geologie und

fand auch Lyells ungeteilte Anerkennung. Das galt aber nicht für Beaumonts weitergehende Erklärung.

Beaumont stellte die Gebirgsbildung in einen Zusammenhang mit der sich vermutlich vom glutflüssigen Zustand allmählich abkühlenden und dabei zusammenziehenden Erde. So wie die Schale eines austrocknenden Apfels Runzeln wirft, sollte sich die Kruste der sich zusammenziehenden Erde falten.

Innerhalb der langen Erdgeschichte vollzog sich die Gebirgsbildung in sehr kurzen Zeitabschnitten, als sogenannte „Paroxysmen“, die jedes Mal, eine Flutkatastrophe auslösten. Die Gebirgsbildungen sollten damit die Ursachen jener Katastrophen sein, welche die Paläontologen an ihren Faunen- und Florensprüngen erkannt haben wollten.

Unterschiedliche Sachverhalte schienen sich zum gleichen Bild zu fügen, ein Tatbestand, der den Wert einer Theorie erhöht, Das jüngste und damit am schärfsten konturierte Gebirgssystem waren nach de Beaumont die Kordilleren, und deren ruckartige Emporhebung sollte die letzte Flutkatastrophe ausgelöst haben.

Die Erdgeschichte und ihre Theorien erfreuten sich dabei auch im 19. Jh. der Aufmerksamkeit eines breiteren Publikums, und es wurde zumindestens im Bildungsbürgertum von „der überall erwachten Liebe zur Urwelt“ gesprochen. Ein Angebot an entsprechenden populären Büchern entsprach diesem Bildungsbedürfnis.

Statt sachlicher Erwägungen gab es aber auch viel Spekulation, und Lyell sagte einmal, dass manche Vorzeitnachbildung eine Widerspiegelung der Romantik in der Wissenschaft gewesen wäre.

Was den Gelehrten recht ist, durfte den Laien billig sein. Auch in populären Darstellungen fand sich katastrophistisches Denken, nur im allgemeinen diffuser als bei den meisten Forschern. Es wurden „Urkräfte“ und „Urgebirge“ ausgedacht.



Abb. 6. Die Urgeschichte der Erde wurde bereits im 19. Jh. auch populärwissenschaftlich behandelt. Zeichner stellten jene Katastrophen dar, die es gar nicht gegeben hatte. Der kritische Leser sollte stets unterscheiden: Was ist gesicherte Tatsache? Was ist Interpretation?

(Aus: Leonhard, C. C.: Das Buch der Geologie oder die Wunder der Erdrinde und der Urwelt. Leipzig 1855.)

Der Pfarrer Wilhelm Leberecht Göttinger aus Neustadt in Sachsen, der 1812 eine der ersten

Beschreibungen des Elbsandsteingebirges lieferte und damit dessen touristische Erschließung vorantrieb, meinte zur Entstehung der Formenwelt dieses Sandsteingebietes:

"Denn eben diese höhern und niedern Gebirge, engern oder weitem Thäler und Gründe ... zeugen von den gewaltsamen Zersprengungen, Erhebungen und Senkungen, welche jene Kräfte bewirkten, und machen diesen sprechenden Schauplatz uralter Revolution zu einer Landschaft, welche die Aufmerksamkeit der Freunde der Natur schon seit mehreren Jahren vorzüglich erregte."

Da wirkliches Verständnis für die Erkenntnis der Geologie nur nach eingehender Kenntnis mit den Fakten erworben werden kann, haben übrigens noch lange Zeit Theologen für wissenschaftliche Laien geologische Schriften verfasst, welche Fakten falsch darstellen und die der Laie nicht auf ihre Richtigkeit prüfen kann.

Nach einigen gar war - wie der religiös gebundene britische Geologe Hugh Miller mitteilt - noch lange im 19. Jh. die Geologie ein Werk des Teufels, Es musste aber fürwahr ein hartnäckiger Teufel sein, der für die wenigen, die sich für Geologie mehr als für andere Verführungen interessieren, fossilführende Gebirge konstruierte!

Unabhängig von den katastrophistisch oder theologisch getönten Meinungen erlebte die Geologie in den ersten Jahrzehnten des 19. Jh. gerade in Großbritannien bedeutende sachliche Fortschritte. Nach der Erarbeitung der Leitfossilien fertigte Smith ab 1812 eine Schichtenkarte von England und Wales an, die zum Vorbild geologischer Kartierung wurde.

Geologie wurde ab 1804 an der Universität Edinburgh vertreten, ab 1813 an der Universität Oxford und ab 1818 an der Universität Cambridge gelehrt. Im Jahre 1807 wurde in England die erste geologische Gesellschaft der Welt gegründet, die berühmte „Geological Society of London“.

Die oft als Amateure wirkenden Geologen erhielten damit ein koordinierendes Zentrum. Der rasche Austausch ihrer Ergebnisse wurde in die Wege geleitet, und manche Forschungen fanden Unterstützung. Die Geologische Gesellschaft von London war gleichzeitig die erste fachwissenschaftliche Gesellschaft in Großbritannien überhaupt, was für die gestiegene Rolle der Geologie spricht.

Nach der Satzung sollte die Faktenforschung stärker im Mittelpunkt stehen als weltanschauliche Diskussionen. Die Geologie aber spielte schließlich eine beachtliche Rolle auch in der British Association for the Advancement of Science,

4 Der Weg zum Aktualismus (1817-1830)

Gegenüber der katastrophistischen Auffassung der Erdgeschichte erstand am Ende der zwanziger Jahre des 19. Jh. erneut die aktualistische Auffassung, aber auf einer viel breiteren Tatsachenbasis als bei Hutton. Lyell wurde zwar nicht der erste, aber doch der erfolgreichste Wortführer des Aktualismus und gewann durch sein Eintreten für den Aktualismus seine Stellung als einer der großen und bedeutenden Naturforscher des 19. Jh.

War die Formulierung und vor allem die Ausarbeitung des aktualistischen Prinzips bei Hutton noch relativ vage, so hatte Cuvier die Katastrophentheorie klar formuliert. Als Reaktion darauf erschien nun auch die scharfe Darstellung der aktualistischen Anschauung.

Der ohne akademischen Titel mit manchen Widrigkeiten ringende Bakewell, dessen Lehrbuch von 1813 Lyell erste Anregungen für die Geologie gab, lehnte sich in vielen Dingen an Hutton an und beeinflusste wohl Lyells Überlegungen in dieser Richtung.

In den Ferien des Jahres 1817 weilte Lyell für einige Wochen bei einer befreundeten Familie in Yarmouth an der englischen Ostküste. In dieser Zeit begann er mit eigenen geologischen Beobachtungen im Gelände. Aus den Mündungsverhältnissen des Flusses Yare schloss er auf Veränderungen seines Laufes in der Vergangenheit.

Im gleichen Jahre unternahm Lyell im September mit zwei Studienfreunden einen Ausflug nach dem kleinen Hebrideneiland Staffa, dessen beeindruckende Basaltbildungen mit der Fingalshöhle weltbekannt waren und wo 1829 F. Mendelssohn Bartholdy musikalisch inspiriert wurde.

Das Jahr 1818 brachte für Lyell eine erste größere Auslandsreise.

Mit seinen Eltern und ältesten Schwestern reiste er in den Sommermonaten mit dem Pferdewagen durch Frankreich, in die Schweiz und nach Italien. Man darf wohl den Mut und die Möglichkeiten der Familie Lyell bewundern, einen derartig ausgedehnten Familienausflug zu unternehmen, auf dem nicht an einem Orte für längere Zeit Station gemacht wurde, sondern eine möglichst große Zahl kulturgeschichtlich bemerkenswerter Stätten und landschaftlich schöner Gebiete das Reiseziel waren.

Im Jahre 1815, nach der Schlacht von Waterloo, war in Europa der Frieden wieder hergestellt, wenn es auch für die meisten Staaten ein Frieden unter der Zwangsherrschaft des Bündnisses der Heiligen Allianz war. Die wohlhabenden Bürger des siegreichen Großbritanniens konnten zurückgestellte Reisepläne verwirklichen und wurden die Pioniere der Touristik.

Nach der Fahrt über Calais verbrachte die Familie Lyell vierzehn Tage in Paris und besuchte die Tuileries, den Louvre, die Kathedrale Notre Dame, den botanischen Garten, das Schloss von Versailles.

Auf dem Balkon des Louvre ließ sich auch der beliebte Bourbonenkönig Louis XVIII. bewundern, wozu Lyell bemerkt, dass der Ruf „Vive le Roi“ doch sehr kühl klang. Besonders aber wurde Lyell beeindruckt von der großen Sammlung Cuviers.

In der Schweiz besichtigten die Lyells unter anderem Genf, die in die Literatur eingegangenen Schlösser Clarens und Chillon am Genfer See, Städte wie Lausanne, Basel, Schaffhausen, Zürich, was Lyells große Bildungsmöglichkeiten verdeutlicht.

Charles Lyell unternahm auch einige Ausflüge allein und hatte an mehreren Stellen Gelegenheit, in eindrucksvoller Weise zu erleben, wie die Erdoberfläche sich verändern kann. So führte ein Alpenfluss Hochwasser und war dunkel gefärbt von dem zerriebenen Schiefer, den er talabwärts führte. Vom Wetterhorn hörte er das von leichtem Donnern begleitete Fallen kleiner Lawinen.

In der Nähe von Luzern besuchte er das Bergsturzgebiet am Rossberg, wo sich vor zwölf

Jahren gewaltige Gesteinsmassen in Bewegung gesetzt und ein Dorf unter sich begraben hatten. Andere Zeugnisse wiesen auf einen älteren Bergsturz, der eine noch größere Fläche betroffen hatte.

In der Südschweiz traf die Familie auf die Folgen einer zwei Monate zurückliegenden Flutkatastrophe. Ein Gletscher hatte den Fluss Drance zu einem See aufgestaut, der sich schließlich rasch entleerte. Massenhaft sah man zusammengeschwemmtes Holz, und das Getreide war auf größeren Flächen hoch von Sand bedeckt.

Möglich, dass sich hier entscheidende Eindrücke bei Lyell formten und die Lektüre von Bakewells Buch ergänzten. In Italien vergaß Charles Lyell zunächst einmal die Geologie, denn hier besuchten die Lyells den wundervollen See Lago Maggiore, kulturträchtige Städte wie Mailand, Verona, Padua, Venedig, Ferrara, Bologna und schließlich Florenz.

Nach Fortsetzung der Studien in Oxford wurde Lyell im März 1819 Mitglied der Londoner Geologischen Gesellschaft, etwas später gehörte er auch der Londoner Linne-Gesellschaft (Linnean Society) und später noch weiteren wissenschaftlichen Gesellschaften an.

Die Mitgliedschaft verlangte hohe Geldausgaben, und es gab die berechtigte Kritik, dass die „Republik der Wissenschaftler“ in die Aristokratie des Reichtums entarte.

Die Geologische Gesellschaft war eine gewisse rühmliche Ausnahme, obwohl auch hier die hohen Ämter fast stets nur von begüterten Mitgliedern eingenommen wurden. Im November des gleichen Jahres erwarb Lyell den Titel eines Bachelor of Arts (B. A.), der den niedrigsten akademischen Grad in Großbritannien darstellt und die Grundlage für weitere Studien bildet. Lyell ging nach London und lernte dort in einem Anwaltsbüro. Hier stellte sich ein hinderliches Augenleiden ein, und er musste für einige Zeit auf das Lesen verzichten. Die Rechtswissenschaft blieb für Lyell immer nur ein notwendiges Übel. Die Geologie wurde schließlich sein alleiniges Arbeitsfeld. Seine Fähigkeit zum wissenschaftlichen Argumentieren aber hat sicherlich durch seine juristische Ausbildung gewonnen.

Immer mehr arbeitete sich Lyell in die Geologie ein. Er lernte zahlreiche Fossilien kennen. Der in der Wissenschaft nicht unbekannt Name seines Vaters erleichterte es ihm, die Bekanntschaft anderer Naturwissenschaftler zu finden. Seine vielen Reisen gaben ihm einen weiten Gesichtskreis. Auf diesen Reisen war Lyell nicht nur einseitig als Geologe tätig, sondern äußerte in seinen Briefen und Reiseberichten auch zahlreiche Gedanken über kulturelle oder politische Zustände.

Wenn er in dieser Richtung auch weniger einflussreich war, so finden sich doch bei ihm manche Bemerkungen, welche dem historisch Interessierten noch heute aufschlussreich sind.

Im Herbst 1820 reiste Lyell, durch sein Augenleiden ohnehin an Berufsausübung und Studium gehindert, mit seinem Vater zum zweiten Male nach Italien. Dieses Mal besuchten sie auch Rom.

Von den klassischen Stätten wie dem Forum Romanum war er allerdings etwas enttäuscht. Sie entsprachen offensichtlich nicht seinen aus der Lektüre aufgebauten Erwartungen.

Bei einem Besuch in Sussex schloss er 1821 Freundschaft mit dem Arzt und Geologen Gideon Mantell, dessen reiche paläontologische Kenntnisse auch Lyell zugute kamen. Im Jahre 1822 war Lyell unter anderem in Winchelsea und untersuchte hier eingehender ein Küstengebiet, von dem das Meer sich erst in geologisch junger Zeit zurückgezogen hatte.

Im Jahre 1823 wurde Lyell einer der Sekretäre der Geologischen Gesellschaft und verlas auf einer Sitzung seine erste geologische Arbeit, die der Geschichte einiger Flüsse galt. Im Sommer reiste

Lyell wieder nach Frankreich, wo er besonders den Kontakt mit bedeutenden Pariser Gelehrten suchte und fand.

Er sprach in Paris mit dem weitgereisten Alexander von Humboldt, mit A. Brongniart, mit Cuvier und auch dessen längere Zeit einzigen prominenten französischen Gegner, Constant Prevost. Lyell studierte in den großen naturkundlichen Sammlungen, besuchte geologische Aufschlüsse, besichtigte die Porzellanmanufaktur von Sevres und nahm an Abendgesellschaften teil.

Er beobachtete auch die politischen Verhältnisse und äußerte sich in einigen Briefen kritisch, wobei er auch Furcht vor dem Öffnen der Briefe äußerte. Er lehnte den Krieg Frankreichs gegen Spanien ab, wo 1820 nach einem Militäraufstand die Liberalen gesiegt hatten und Frankreich gewaltsam im Namen der Heiligen Allianz die absolute Monarchie wiederherstellte.

Von Wichtigkeit für Lyells wissenschaftliche Entwicklung wurden geologische Aufschlüsse, die ihm Prevost vorführte und die gegen die Cuviersche Katastrophentheorie sprachen. Prevost wies nach, dass Meeres- und Süßwasserablagerungen nicht nur getrennt übereinander, sondern teilweise auch in gleichalten Ablagerungen nebeneinander auftraten. Das sprach gegen plötzliche Überflutung und für eine sich allmählich verschiebende Küstenlinie.

Die Niederlande und Nordwestdeutschland besaßen bis in historische Zeiten keine feste Küstenlinie, und nur immer wieder fortgeführte Deichbauten konnten die stets gefährdeten geographischen Verhältnisse stabilisieren,

Die nächsten 4 Jahre verbrachte Lyell nur auf den britischen Inseln. Im Sommer 1824 besuchte Prevost Teile von England, und Lyell begleitete ihn streckenweise. Gemeinsam besuchten sie auch die Fossilien-Sammlerin Mary Ann Anning, Tochter eines Kunsttischlers, die aufsehenerregende Saurierskelette fand.

Knochen der großen Saurier aus dem Erdmittelalter (Mesozoikum) waren zwar längst an einigen Orten gefunden worden, aber man hatte sie bisher noch nicht richtig bei den Reptilien eingeordnet. Erst jetzt, durch die Funde in England und deren richtige Interpretation, wurde die einstige Existenz von ausgestorbenen, teilweise großen Reptilien bekannt und damit eine neue ausgestorbene Tierwelt, bald Lieblingsobjekt mancher Buchillustratoren, entdeckt.



Abb. 7 Von Lyell untersuchte Reste von fossilen Armleuchteralgen (Chara), die noch heute lebenden Formen entsprechen. Sie sprachen gegen die strenge Kluft zwischen Gegenwart und Vergangenheit (Aus: Ch. Lyell. 1829.)

Im Spätsommer des gleichen Jahres forschte Lyell mit Buckland in Schottland, bis ein früher Schneefall den Touren ein Ende setzte.

Von dieser Exkursion brachte Lyell Erkenntnisse über schottische Süßwasserablagerungen mit, worüber er im Winter 1824/25 vor der Londoner Geologischen Gesellschaft berichtete. Cuvier und Brongniart hatten einige Ablagerungen im Pariser Becken richtig als Produkt eines großen Süßwassersees erkannt, aber glaubten, dass sie sich von den heutigen Süßwasserablagerungen unterschieden.

Lyell fand in schottischen Seen neuzeitliche Kalk- und Mergelablagerungen, die den fossilen Sedimenten des Pariser Beckens glichen, Einst und heute konnten bei gleichen Bedingungen

also die gleichen Sedimente entstehen, und eine Trennung von Vergangenheit und Gegenwart widersprach hier den Tatsachen.

Auch fossile Armleuchteralgen (Chara) fand Lyell den in der Gegenwart lebenden gleich.

Ab 1825 arbeitete Lyell für einige Jahre als Jurist. Seine Beschäftigung mit Geologie litt darunter aber nicht empfindlich, denn in den folgenden Jahren bis 1830 publizierte er fünf wissenschaftliche Arbeiten allein und drei zusammen mit dem Geologen Sir Roderick Impey Murchison. Die Themen von Lyells ersten Arbeiten reichten von einem Serpentinegang in älterem Sandstein (Old Red Sandstone) bis zu fossilen Elefantenknochen.

In Anerkennung dieser wissenschaftlichen Arbeiten wählte die Royal Society (Königliche Gesellschaft), die älteste und immer noch angesehenste britische wissenschaftliche Gesellschaft, Lyell 1826 zum Mitglied. In der Mitte der zwanziger Jahre schrieb Lyell aber auch Artikel über die englische Universitätsausbildung und berührte damit Fragen, die ihn auch später, in Nordamerika, noch beschäftigten.

In der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre des 19. Jh. begannen einige Forscher, die Katastrophentheorie in Frage zu stellen. Der schottische Geistliche und Naturforscher John Fleming legte dar, dass die biblische Sintflut mit den Katastrophenvorstellungen nicht vereinbar war. Eine reißende Flut im Sinne der Katastrophisten hätte den pflanzentragenden Boden wegschwemmen müssen, aber eine Taube brachte in die noch schwimmende Arche einen Olivenzweig, was den wenig geschädigten Pflanzenwuchs voraussetzte.

Die Skelette der ertrunkenen Menschengüter fehlten.

In Deutschland erließ auf Vorschlag des bedeutenden Göttinger Naturforschers Johann Friedrich Blumenbach, der in einer angesehenen wissenschaftlichen Zeitschrift seinerzeit die Ideen Huttons dem wissenschaftlich interessierten Publikum in Deutschland vorgestellt hatte, die Göttinger Kgl. Societät der Wissenschaften ein Preisausschreiben zu dem Thema: „Die gründlichste und umfassendste Untersuchung über die Veränderungen der Erdoberfläche, welche in der Geschichte sich nachweisen lassen, und die Anwendung, welche man von ihrer Kunde bey Erforschung der Erdrevolutionen, die ausser dem Gebiete der Geschichte liegen, machen kann“.

Die anerkannteste Antwort lieferte der Gothaer Beamte und Gelehrte Karl Ernst Adolf von Hoff mit seinem Werke „Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche“, dessen 1. Band 1822 erschien.

Hoff versuchte den Nachweis, dass die Erdoberfläche sich noch ständig verändert und solche Veränderungen auch die vergangenen Erdkrustenerscheinungen zumindest weitgehend erklären. Hinsichtlich eigener Beobachtungen musste sich Hoff im wesentlichen auf seine thüringische Heimat beschränken, las aber zahlreiche alte und neuere Bücher über Geologie, wertete Zeitschriften aus und trug daraus eine Fülle von Angaben über Erdbeben, Vulkanausbrüche, auch Meteorfälle und anderes zusammen.

Als Anlass für seine Fragestellung gibt von Hoff an, dass es neben einem immerwährenden Suchen nach einer festen auf Erfahrung gegründeten Basis für die Lehrsätze zu der oft nur zu phantastisch behandelten Geologie das selbst erlebte Phänomen der Entstehung einer Sandinsel. in der Havel unweit von Spandau im Sommer 1807 war.

Er beschrieb in seinem Werk dann u. a. „die Veränderungen im Verhältnis zwischen Land und Meer“, „große Durchbrüche eines Meeres in das andere“, „Vergößerung der Oberfläche des Landes“, „Veränderungen durch Erdbeben und Vulkane“; im einzelnen nannte er die Entstehung eines Sees bei Abukir in Ägypten 1784, das Aufreißen der Verbindung Zuidersee - Nordsee, Landverlust bei Erdbeben bei Simyrna 1688 oder auch den Abbruch eines großen Felsens im

Tale der Weißen Elster zwischen Plauen i. V. und Elsterberg 1819.

Die letzten beiden Bände des Hoffschens Werkes erschienen, als Lyell bereits sein grundlegendes Werk zu derselben Thematik veröffentlichte. Hoff konnte nicht die weitreichende Wirkung erzielen, die wenig später Lyell vergönnt war. Er war allerdings auch nicht so konsequent aktualistisch wie Lyell und führte 1830 den Transport der nordischen Geschiebe weiterhin auf eine Flut zurück, die bis an die Höhenzüge Thüringens vorgedrungen sein sollte. Er bezweifelte, dass man mit den gegenwärtigen Erscheinungen alle vergangenen Ereignisse erklären könnte, meinte vielmehr:

"Diese Gränze aber aufzusuchen, das scheint uns das vernunftgemässe Ziel zu seyn, welches zu erreichen die Geologen für jetzt streben müssen."

Hoff entging aber auch Einseitigkeiten, welchen Lyell erlag.

Goethe, der zwar kein größeres Werk über Geologie verfasste, aber in kleineren Artikeln und in zu Lebzeiten nicht veröffentlichten Aufzeichnungen viele Beobachtungen notierte und ständig zur Entwicklung der Geologie Stellung nahm, war ebenfalls Aktualist.

Ihm waren sogar etliche Erklärungen von Hoff's noch zu unnatürlich.

Zwei weitere unmittelbare Vorläufer Lyells waren der englische Naturforscher und auch bei K. Marx öfter erwähnte Ökonom George Poulett Scrope sowie der schon genannte Franzose Prevost. Scrope betrieb geologische Studien in Zentralfrankreich, namentlich in der Auvergne, Er stellte fest, dass die Vulkane zu verschiedenen Zeiten entstanden waren und nicht in einer Katastrophenperiode allein. Gegen die Katastrophen sprach, dass mächtige Süßwassersedimente unter Basalt bewahrt blieben.

Lyell unterstützte den kritisierten Scrope durch eine zustimmende lange Rezension in der angesehenen Zeitschrift „Quarterly Review“ und hatte sich damit als Vertreter eines neuen geologischen Denkens eingeführt.

Prevost zeigte fernerhin, dass die Meeresschichten im Pariser Becken von keiner Landoberfläche mit Tälern und Senken unterlagert waren und nicht plötzlich das Meer über das Festland hinweggebraust sein konnte.

Lyells Freund Mantell beschrieb 1827 bestimmte Ablagerungen in England als Produkt eines einstigen normalen Flussdeltas.

Lyell steuerte nun auf ein eigenes Werk über die Grundprinzipien der Geologie zu. Vorher ging er aber noch einmal auf Reisen, wiederum nach Frankreich und Italien. Dieses Mal, im Jahre 1828, stand die Geologie im Mittelpunkt und bestimmte die Route. Die aktualistische Auffassung hielt Lyell nunmehr für die einzige sinnvolle Betrachtungsweise der Erdgeschichte, und es ging ihm darum, noch möglichst viele Tatsachen zu erhalten, um ihr zum endgültigen Durchbruch zu verhelfen.

Auf dem ersten Teil der Reise befand er sich zunächst in Begleitung des Ehepaares Murchison und eines Geistlichen. Nach dem Aufenthalt in Paris bei Cuvier, Prevost und anderen wurde die aus vielen erloschenen Vulkanen bestehende Auvergne das erste Untersuchungsgebiet. Diese schöne Landschaft im südlichen zentralen Frankreich, die im Mt. Dore bis zu 1866 m ansteigt, hatte in den vergangenen Jahrzehnten schon zahlreiche Geologen angelockt und manche Beobachtung zur Lösung grundlegender Fragen geliefert.

Hier vornehmlich war die viele bewegende Frage nach dem Ursprung des Basaltes im Sinne der vulkanischen Auffassung geklärt worden. Für Lyell ging es um Zeugnisse für die langsame Talentstehung und Zeugnisse gegen Flutkatastrophen. Das relative Alter von Basalten ließ sich

durch darunter befindliche Schichten einschätzen, Täler im Basalt mussten jünger als dieser sein und lieferten Vorstellungen von der Dauer der Talbildung.

Die Geländeforschung wurde intensiv durchgeführt, und Lyell entschuldigte sich in einem Brief bei seiner Mutter, dass er kaum Zeit zum Schreiben findet. Nur selten konnte er daher auch über die Schönheit der Landschaft berichten:

"Die Auvergne ist wunderschön - reich bewaldete Ebenen, malerische Städte und die Kontur der Kette von Vulkanen, die keiner anderen gleicht, die ich jemals sah. Die Gebirgskette von Mont Dore, die fünfzig Meilen nördlich der vulkanischen Kette sich erhebt, war bedeckt mit Schnee und sah den Alpen ähnlich..."

Frau Murchison nahm an allen Unternehmungen der Reise teil und erlebte kritische Augenblicke, als die Pferde mit ihrem Wagen durchgingen. Murchison entfaltete viel Geschick beim Einkaufen der Lebensmittel in den kleinen Orten und bei den Verhandlungen in den Wirtshäusern.

In der Landschaft Limagne nördlich der Auvergne beobachteten die Forscher mächtige, aus dünnen Schichten bestehende Süßwasserablagerungen, die nur von einer langsamen, sich über große Zeiträume erstreckende, ruhende Sedimentation herrühren konnten. Eine dünne Schicht schien einem Jahr zu entsprechen, und die Dicke der Ablagerung ließ immerhin einen begrenzten Blick in absolute erdgeschichtliche Zeitmaße zu.

In Marseille erkrankte Murchison. In Padua trennte sich Lyell von dem Ehepaar Murchison und reiste allein über Rom und Neapel nach Süditalien. Er suchte nach weiteren instruktiven Beispielen für seine Auffassung.

Die Süditalien- und Sizilientour war offensichtlich zuerst nicht geplant gewesen, aber bei weiteren Überlegungen hatte sich Süditalien mit seinen tätigen Vulkanen wohl als besonders lohnendes Untersuchungsgebiet angeboten.

Lyell bat Freunde und andere Geologen, ihm mitzuteilen, welche Gebiete in Sizilien besonders geeignet wären, die Kräfte der Erdkrustenumgestaltung zu untersuchen. Von Nizza schrieb Lyell an seinen Vater:

"... aber Sizilien ist für unsere Ansichten das große Ziel: dort gibt es die meisten modernen Analogien: vulkanische, marine, Hebungen, Senkungen usw."

Von dem Astronomen und Naturforscher John Frederick Herschel erbat er Hinweise:

"Wo immer Du Zeichen solcher Wirkungen von Erdbeben in Sizilien beobachtet hast, würde ich froh sein, die Lokalitäten zu haben, und wo Du die größten Spalten sahst, wenn möglich, noch offen ..."

Lyell interessierten Zeugnisse dafür, dass die gebirgsbildenden und schichtstörenden, also die tektonischen Kräfte, nicht nur die Angelegenheit einer andersartigen, gegenwartsverschiedenen Vergangenheit sind, sondern dass ihr Wirken über alle Zeiten reicht und bis heute nicht aufhörte. Dann konnte die Schlussfolgerung gezogen werden, dass nicht plötzliche, gewaltige Konvulsionen die Erdkruste gestalteten, sondern schrittweise wirkende, durchaus beobachtbare und nicht an bestimmte Zeitabschnitte gebundene Vorgänge.

Die vorher schon von Goethe und anderen besuchten und abgezeichneten Säulenreste des am Ausgang der Antike erbauten Jupiter-Serapis-Tempels von Pozzuoli (Puteoli) am Nordufer des Golfes von Neapel tragen bis zu einer gewissen Höhe Spuren von Bohrmuscheltätigkeit. Ursprünglich war der Tempel offensichtlich aber auf festem Untergrund am Meeresufer erbaut worden. Erst danach sank der Baugrund und die Säulen tauchten bis zu jener Tiefe ins Wasser,

bis zu der die Bohrmuscheln ihr Zerstörungswerk verrichteten. Später wurde die Tempelanlage wieder gehoben. Diese Ab- und Aufwärtsbewegung hatte eindeutig in historischer Zeit stattgefunden und war ein Musterbeispiel neuerer Landbewegung. Auf der Insel Ischia enthielten Schichten, die bis etwa 1600 Fuß gehoben worden sind, geologisch junge Meeresmuscheln und wiesen damit auf beträchtliche Hebung in junger Zeit. Geologische Veränderungen gab es in der jungen Vergangenheit wie einst. Die Erdkruste war auch in der Gegenwart nicht starr, offensichtlich nicht unveränderlicher als früher.

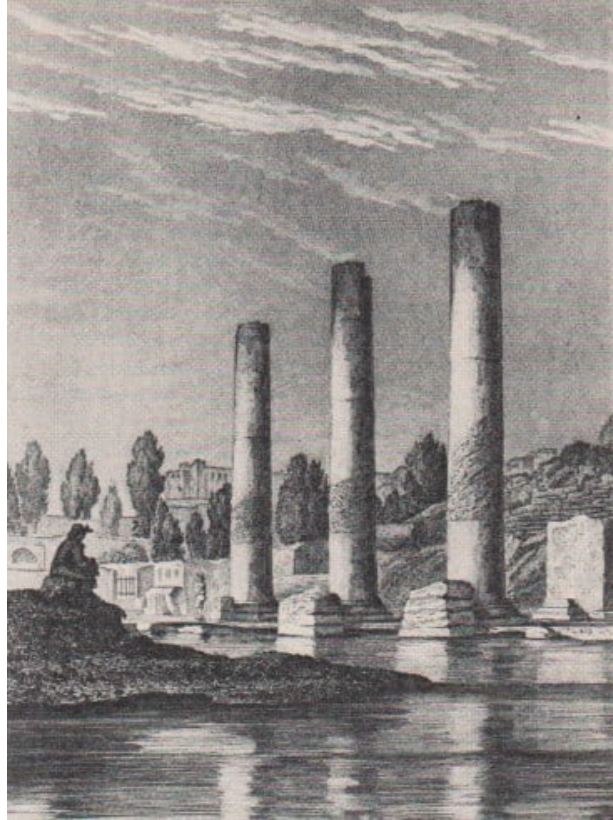


Abb. 8. Die letzten erhalten gebliebenen Säulen eines Tempels bei Pozzuoli am Golf von Neapel als Frontispiz von Lyells „Principles of Geology ...“. Einst auf dem Trockenen erbaut, war der Tempel bis zur Höhe der Bohrmuschelspuren unter den Meeresspiegel abgesunken und später wieder gehoben worden. Er bildete ein viel diskutiertes Zeugnis für Landsenkung und -hebung

Am Ätna stieg Lyell durch die Obst- und Weingärten des Tales Val del Bove empor. Er fand das Material des Vulkans lagenweise übereinander, was für den schrittweisen Aufbau des Ätna sprach.

Frühere Ausbrüche erzeugten offensichtlich keine gewaltigeren Lavaströme als heutige Eruptionen, die Vergangenheit wies sich nicht durch stärkere Kräfteentfaltung aus. Hoch über dem Meeresspiegel fanden sich auch wieder aus dem Meere stammende Weichtierreste. In einen Lavastrom vom Jahre 1603 hatte sich bereits ein Fluss eingeschnitten und gab wiederum einen Zeitmaßstab für die Wirkung fließenden Wassers.

Schneefälle und Graupelschauer hielten Lyell für 3 Tage im Hause des Geologen und Vulkanologen Carlo Gemmellaro fest. Lyell hatte die geologischen Untersuchungen am Ätna schon abgebrochen, weil man ihm sagte, dass der Berg nun den ganzen Winter über schneebedeckt wäre. Ein warmer Schirokko von Süden ließ den Schnee in anderthalb Tagen noch einmal schmelzen.

An anderen Stellen auf Sizilien fand Lyell junge Kalke, die stark verfestigt waren. Auch die Gesteinsverfestigung erwies sich als Vorgang, der bis zur Gegenwart fort dauerte und keine abnormen Ereignisse benötigte. Zahlreiche weitere junge gehobene Schichten ergänzten die Beobachtung von Ischia. Gleichalte Schichten konnten in sehr unterschiedliche Höhe gebracht worden sein.

Lyell sah aber auf dieser Reise auch die Verfolgung italienischer Patrioten im feudalen Königreich beider Sizilien und berichtete:

"Unter den achtzehn Personen, die wegen politischer Dinge, Zugehörigkeit zu den Carbonaris usw., am Tage vor meiner Reise durch Salerno erschossen wurden, waren verschiedene Priester. Auf der Straße nach Pesto traf ich drei Abteilungen von ähnlichen Gefangenen mit Wachen."

Da mancher keinen angemessenen Platz in der zurückgebliebenen Gesellschaft fand, bedrohten auch Banditen die Reisenden.

Im Winter reiste Lyell über die Schweiz nach Großbritannien zurück und besuchte unterwegs noch mehrere bedeutende Wissenschaftler. In London hatten in Geologenkreisen die Diskussionen der „Diluvialisten“ und der „Fluviatisten“ begonnen. Die ersten führten die Täler auf eine Flut vom Ozean zurück, die letzteren sprachen sich für die Flusserosion aus.



Abb. 9. Charles Lyell, der Verfasser der „Principles...“

Die Ergebnisse der Frankreich- und Italienreise verwertete Lyell zunächst für einige kleinere Veröffentlichungen, vor allem wandte er sich nun seinem großen Werke zu, das dem Wirken der erdoberflächengestaltenden Faktoren in Vergangenheit und Gegenwart gelten sollte und den aktualistischen Standpunkt vertrat. Lyell war damals 33 Jahre alt. Im Sommer 1829 blieb er in Kinnordy, um an diesem Werke zu schreiben.

Dieses Hauptwerk Lyells trägt den Titel „Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the earth's surface by references to causes now in operation“ (Grundzüge der Geologie oder ein Versuch, die früheren Veränderungen der Erdoberfläche durch die jetzt noch wirkenden Ursachen zu erklären).

Der erste Band, gewidmet dem Lehrer Buckland, erschien im Januar 1830, der zweite Band ein Jahr später. Bevor das vierbändige Werk abgeschlossen war, erschienen die ersten Bände in weiterer Auflage.

Neue Auflagen erschienen im Abstand weniger Jahre, wobei die Aufgliederung in einzelne Bände schließlich aufgegeben wurde.

Die rasche Aufeinanderfolge von Auflagen der „Principles ...“ demonstriert ihre Bedeutung als Standardwerk der Geologie. Auch in fremde Sprachen wurden sie bald übersetzt. Die deutschen Ausgaben erschienen in der Bearbeitung durch den Berg- und Hüttenfachmann Carl Friedrich Alexander Hartmann. Im Jahre 1866 erschienen die „Principles ...“ auch in russischer Sprache. Lyell bemühte sich ständig, die neuesten geologischen Erkenntnisse in die Neuauflagen aufzunehmen, weshalb sich die verschiedenen Ausgaben voneinander unterscheiden.

Brachte Lyells Werk auch zahlreiche Tatsachen, so wirkte es vor allem durch seine allgemeine Konzeption, durch seine Gedanken; ein jüngerer Zeitgenosse bemerkte: „Wir sammelten die Fakten, und Lyell lehrte sie uns verstehen.“

Darwin schrieb in einem Brief: „Das große Verdienst der ‚Principles‘ war, dass es die gesamte geistige Sicht veränderte“, zumindest was die Geologie betraf.

Lyell führte in den „Principles ...“ die aktualistische Auffassung weiter und konsequenter als alle Vorgänger und Zeitgenossen aus, ja entwickelte sich bis zum Extrem. In der Erdgeschichte wirkten nach Lyell nur sekundäre Ursachen, d. h., Faktoren, die sich auf die bekannten mechanisch-physikalischen Phänomene zurückführen lassen und nicht etwa auf besondere im Forschungsbereich der Physiker unbekannte Kräfte.

Lyell begründete am Anfang seines Werkes die Notwendigkeit der Trennung von Geologie und Kosmologie. Über einen früheren glutflüssigen Zustand der Erde wären nur hypothetische Aussagen möglich; Spekulationen darüber wären kein sinnvoller Gegenstand der Geologie. Die früheren Geologen hätten sich teilweise zu viel vorgenommen, Lyell meinte sogar, dass die Geologie auf den Anfang der Erde verzichten müsse, wie die Astronomen mit ihren Fernrohren nicht Grenzen des Raumes erreichen.

Wichtige Voraussetzung, die Wirksamkeit der geologischen Kräfte beurteilen zu können, ist die Vorstellung von der Zeitdauer, in der erdgeschichtliche Veränderungen vorstatten gingen. Ob man katastrophistisch oder aktualistisch dachte, hing davon ab, in welchen Zeiträumen man sich die Veränderung der Erdkruste vorstellte. Stelle man sich die Erbauung der ägyptischen Pyramiden an einem einzigen Tage vor, dann könne man nur an übermenschliche Erbauer denken. Lyell aber vertrat wie Hutton und andere Geologen die Auffassung, dass die Erdgeschichte sehr große Zeiträume umfasst und dass die kontinuierliche Wirkung normaler Vorgänge in langen Zeiträumen vollbrachte, was anderen nur durch Katastrophen erklärbar schien.

„Steter Tropfen höhlt den Stein!“ lautete schon ein altes Ovid-Zitat. Im 19. Jh. gab es allerdings noch keine Möglichkeit, die absolute Zeit in Zahlen angebbare zu bestimmen, die seit der Entstehung irgendeines bestimmten Gesteines verfloßen war. Lyell war sich dieses Problems wohl bewusst, und er suchte nach Möglichkeiten, wenigstens für gewisse Abschnitte der Erdgeschichte absolute Zeitvorstellungen zu erhalten.

Hutton hatte auf die langsame Abtragung der Festländer verwiesen, und Lyell widmete sich später der zeitlich einschätzbaren Zurückverlegung der Niagarafälle. An einigen Ablagerungen konnte man absolute Zeitmaße für begrenzte Perioden ablesen. Oft wurde auf die Ablagerungen im Nildelta verwiesen.

Die durch erdinnere Vorgänge bewirkte langsame Hebung und Senkung der Kontinente waren nach Lyell die Grundlagen aller erdgeschichtlichen Veränderungen. Bei Hebung vergrößerte sich die Festlandsmasse, bei Senkung konnte sich eine größere Festlandsmasse schließlich in einen

Insel-Archipel aufsplintern.

Diese Änderungen im Verhältnis von Ozean- und Festlandfläche wie die Veränderungen in der Festlandgestalt verursachten nach Lyell die Klimaveränderungen. Alexander von Humboldt hatte darauf verwiesen, wie die Gestalt der Kontinente das Klima beeinflusst; wie Festlandsausdehnung und Gebirge bewirken, dass die Klimagürtel der Erde nicht parallel den Breitenkreisen verlaufen. Die kosmischen Ursachen für Klimaveränderungen, die schon damals zur Diskussion standen, betrachtete Lyell sehr skeptisch, zumal ihm hierfür ein Nachweis kaum möglich erschien.

Lyell meinte im einzelnen beispielsweise: versänke Brasilien im Meere, würde am Äquator eine geringere Festlandsmasse erwärmt werden, und eine Temperatursenkung auf der ganzen Erde wäre die Folge. Verminderung des Festlandes in höheren geographischen Breiten ließe die Temperatur ansteigen.

Mit dem Klima aber veränderte sich die Organismenwelt, Da Farne und Farnbäume die wärmeren Klimagebiete bevorzugen, würde eine allgemeine Temperaturerhöhung auf der Erde ihre Verbreitungsgebiete ausweiten.

Damit aber kämen die Steinkohlenwälder zurück. In einer extremen Darstellung entwarf Lyell folgendes abenteuerliches Bild:

"Der große Iguanodon mag wiederauftreten in den Wäldern und der Ichthyosaurus in der See, während der Pterodactylus wieder durch die schattigen Gehölze von Baumfarnen schwirrt."

Lyell, der die katastrophistischen Vorstellungen als unbegründete Hypothesen ablehnte, nahm in einigen Punkten auch zu Phantasien Zuflucht. So dachte er, dass manche Organismenart jederzeit wieder auftreten könne. Lyell verkannte damals, dass sich die Organismenwelt in nichtumkehrbarer Weise entwickelt hatte.

Den Wechsel der Fossilien von Periode zu Periode erklärte er lediglich durch Verschiebungen in der Häufigkeit der Arten und Organismengruppen. Ihm war bekannt, dass man zu seiner Zeit aus den Sedimenten der Steinkohlenperiode noch keine Landwirbeltiere geborgen hatte, aber er billigte nicht die Erklärung, dass erst nach der Steinkohlenzeit die Landwirbeltiere erstmals auftraten.

Landwirbeltiere fehlten nach Lyell im Steinkohlenwald, weil diese Wälder in einem inselreichen Gebiet wuchsen und dort Landwirbeltiere so selten gewesen wären wie auf vielen heutigen Südseeinseln. Die Lücken der Fossilüberlieferung würden eine zunehmend höhere Ausbildung der Organismenwelt in der Erdgeschichte nur vortäuschen!

Lyell erkannte aber an, dass etliche Tier- und Pflanzenarten restlos ausstarben. Das führte er - ganz aktualistisch gedacht - auf ungünstig gewordene Umweltverhältnisse zurück und lieferte damit einen wirklichen Beitrag zur Aufhellung der Organismengeschichte.

Auch neue Arten sollten im Laufe der Zeit entstehen können, aber die Ursache-hierfür und die Art und Weise dieser Entstehung wären unbekannt. Die Evolutionshypothese Lamarcks war Lyell seit 1827 vertraut, aber er lehnte sie ab. Er argumentierte hier extrem aktualistisch: Es wäre nie beobachtet worden, dass die Variationen von Tieren oder Pflanzen den Rahmen ihrer Art überschritten und neue Arten bildeten, Möglicherweise haben ihn auch andere als wissenschaftliche Überlegungen beeinflusst.

Seine Ablehnung der Ideen Lamarcks schützte Lyell übrigens nicht vor dem Vorwurf des konservativen Hugh Miller (1841), Lamark damit in England bekannt gemacht zu haben.

Ein erst spät in der Erdgeschichte aufgetretenes neues Lebewesen war auch nach Lyell der Mensch, der damit aus dem aktualistischen Konzept herausfiel.

Die Ablehnung der großen Katastrophen schloss andererseits ein, dass die Erde als ständig „ruhloser“ Körper zu betrachten war; eine „Ruhelosigkeit“, die aber im Rahmen der beobachtbaren Phänomene liegen sollte.

Der zweite Band der „Principles ...“ gliedert und beschreibt die gegenwärtig auf der Erdkruste ablaufenden Vorgänge. Lyell teilt diese Vorgänge in zwei Gruppen:

1. von Gewässern herrührende Veränderungen auf der Erde,
2. durch erdinnere Kräfte bewirkte Veränderungen.

Lyell führt zahlreiche Beispiele für alle Veränderungen an: Er berichtet über die Talumgestaltung und die Ablagerungen des Po seit der Römerzeit; er beschreibt, das Vorrücken von Flussdeltas, wie bei Po, Nil und Mississippi; er schildert, wie das Meer Steilküsten zerstört und die Wasserströmung an Küsten das anfallende Material wegträgt und anderswo wieder absetzt. Bei der Beschreibung von Erdbeben und Vulkanausbrüchen wertet Lyell zahlreiche Chroniken und Berichte aus, nennt das Aufsteigen ganz junger Vulkane, wie des Monte Nuovo 1538 in Italien, des Jorullo 1759 in Mexiko. Er schreibt über Hochwasser und Flutwellen.



Abb. 10. und 11. Der Wandel der Erdoberfläche durch die exogenen Faktoren ist an Küsten vielfach gut zu beobachten. Zweimal derselbe Küstenabschnitt im Norden von Kent im Abstand von reichlich 50 Jahren (Aus: Ch. Lyell: Principles of Geology ...)

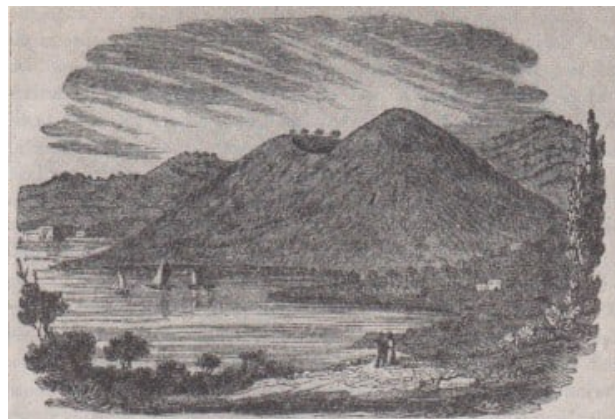


Abb. 12. Der Vulkan Monte Nuovo entstand in der Bai von Bajä am 29. September 1538. Die Entstehung der Vulkane spielte in der Diskussion um die geologischen Theorien stets eine bedeutende Rolle (Aus: Ch. Lyell: Principles of Geology ...)

Erdbeben, Vulkanausbrüche, Flutwellen und Hochwasser werden berechtigterweise oft als katastrophale Ereignisse bezeichnet. Aber sie sind dennoch nicht den „Katastrophen“ der Kata-

strophisten gleichzusetzen, sondern gehören zu den „normalen“ Ereignissen der Erdoberfläche. Die Katastrophisten hatten noch ganz andere „Katastrophen“ im Sinn, Fast zum Symbol der aktualistischen Anschauung wurde der schon erwähnte Tempel von Pozzuoli.

Im 3. Band seines großen Werkes behandelt Lyell die teilweise schon genannten biologischen Probleme. Von weiterweisendem Einfluss waren viele seiner Bemerkungen über Biogeographie, Ökologie, Fossilbildung.

Im 4., später weggelassenen Bande der „Principles ...“ liefert Lyell einen Fortschritt für die Stratigraphie (Schichtkunde), für die Untergliederung der Erdgeschichte und ihrer Ablagerungen. Lyell bringt die Untergliederung der Tertiär-Bildungen, also jener meist noch lockeren Ablagerungen, die den Eiszeitbildungen vorangehen und denen unsere Braunkohlenlager sowie viele Kies-, Ton- und Sandschichten angehören. Neben einigen anderen Forschern, besonders dem französischen Arzt Gerard-Paul Deshayes, hatte Lyell erkannt, dass in den Tertiärschichten von unten nach oben allmählich und ohne erdweite Sprünge die Zahl derjenigen Weichtier-Arten zunimmt, die auch heute noch auf der Erde leben.

Damit wurden die weiten Zeiträume des Tertiär-Systems deutlich und eine Untergliederung der Tertiärbildungen in Abteilungen unterschiedlichen Alters möglich. Lyell unterschied Eozän, Miozän, frühes Pliozän und spätes Pliozän, wobei die letzte Abteilung das später erkannte Eiszeitalter umfasst und ab 1839 von Lyell Pleistozän genannt wurde.

Zwischen Eozän und Miozän fügte Heinrich Ernst von Beyrich 1854 noch das Oligozän ein. Da das Tertiär eine der Gegenwart näherliegende Periode ist, musste sich in seinen Ablagerungen die Berechtigung der aktualistischen Ansicht für die Erklärung der Ereignisse früherer Zeit besonders günstig erweisen, und Lyell hat viel Aufmerksamkeit darauf gerichtet. Aber auch in den Schichten aus älteren Perioden hat Lyell nach Zeugnissen für das Vorhandensein heute geläufiger Vorgänge und Erscheinungen gesucht und verwies unter anderem auf Rippelmarken oder auf über Jahrmillionen erhalten gebliebene Eindrücke von Regentropfen.

In der Petrographie (Gesteinskunde) erwarb sich Lyell mit der Prägung des Begriffes „Metamorphe Gesteine“ ein besonderes Verdienst. Zu diesen metamorphen Gesteinen zählen Gneise, Glimmerschiefer, Marmor und andere. Sie wurden zeitweilig als die Reste der ersten Erstarrungskruste der Erde angesehen und hatten danach andere Entstehungsbedingungen als alle späteren Gesteine.

Sie sind aber verschieden alte Sediment- oder Ergussgesteine, die bei Gebirgsbildungen, beim Absinken in größere Tiefe durch Hitze, Druck, Stoffaufnahme derartige Veränderungen erlitten, dass sie zu Gesteinen mit neuen spezifischen Eigenschaften wurden. Es gibt also keine Gesteine, die aus der ersten Bildung der Erde stammen. Alle Gesteine waren schon in den Stoffkreislauf der Erdkruste einbezogen. Das war eine Bereicherung und weitere Bestätigung für das aktualistische Weltbild.

Noch einige allgemeine Gesichtspunkte zum Aktualismus sollen überdacht werden:

Der italienische Gelehrte Anton Lazzaro Moro war beeindruckt, als sich 1707 eine neue Vulkaninsel (Nea-Kaimeni) bei Santorin aus den Wellen des Mittelmeeres erhob. Wie hier neues Gesteinsmaterial an die Erdoberfläche gelangte, so sollten nach seiner übereilten Schlussfolgerung alle Gesteine der Erde, ob geschichtet oder ungeschichtet, allein im Gefolge vulkanischer Ereignisse entstanden sein.

Moro hatte zwar wie die späteren Aktualisten von der Gegenwart auf die Vergangenheit geschlossen, aber mit einem einzigen gegenwärtigen Vorgang die gesamte Gesteinsbildung der Vergangenheit erklären wollen. Moros Hypothese, die lange vor Lyell das Licht der wissenschaftlichen Öffentlichkeit erblickte, war eine unzulässige Verallgemeinerung. Aber sie wies auf

die auch später mögliche Gefahr, von bestimmten gegenwärtigen Vorgängen zu undifferenziert und zu unberechtigt weit geologische Erscheinungen erklären zu wollen. Nur die Beachtung möglichst aller gegenwärtigen Vorgänge erlaubt, dass das aktualistische Prinzip in voller Breite angewandt werden kann.

Andererseits dachten viele Naturforscher in der ersten Hälfte des 19. Jh., dass die spontane Entstehung der Urzeugung der niederen Lebewesen ein auch experimentell nachgewiesener, wirklich stattfindender Vorgang wäre, Sie meinten, dass - so wie in der Gegenwart niedere Algen, Würmer oder Infusorien aus leblosen Stoffen von selbst entstünden - in der Erdgeschichte neue Tier- und Pflanzenarten auftraten. Eine angesehene deutsche Zeitschrift warf Lyell vor, dass er die Urzeugung von Lebewesen nicht erwähnte und meinte:

"Er wird seinem Grundsatz selbst untreu, sich nur an bestehende Naturkräfte zu halten, ob schon er für ihn kämpft."

Hier aber kämpfte der Rezensent für einen Vorgang, nämlich die Urzeugung, den man zwar seinerzeit annahm, der aber später widerlegt wurde, Nur bei ausreichender Kenntnis der Vorgänge auf der Erdkruste kann die aktualistische Betrachtungsweise richtige Resultate liefern. Die Kritik verwies auf ein bei Lyell sichtlich offen gebliebenes Problem, nämlich auf die Art und Weise, wie neue Organismen erscheinen können.

Die beiden angeführten Überlegungen verdeutlichen, dass der Aktualismus erst sinnvoll, ja möglich wurde, nachdem die Geologie eine gewisse Höhe der Forschung erreicht hatte. Es bedurfte eines umfassenden Wissens über die Dokumente der Erdgeschichte wie über die Vorgänge auf der heutigen Erdoberfläche, um mit der aktualistischen Methode arbeiten zu können.

Lyells Vorläufer konnten daher das aktualistische Prinzip zwar mehr oder weniger vage formulieren, aber nicht in breitem Ausmaße anwenden.

Auch für die Paläontologie und die Biologie war die aktualistische Methode von Belang. Sehr viele Organismenarten leben nur unter bestimmten Umweltbedingungen, sind an spezifische Klima- und Nahrungsbedingungen gebunden. Es entstand die Frage, wie weit ausgestorbene Tier- und Pflanzenarten an ähnliche Umweltbedingungen wie ihre überlebenden Verwandten gebunden waren.

Wiesen die Mammutreste in Sibirien auf ein einstiges warmes Klima von Nordasien, weil heute lebende Elefanten die Bewohner warmer Gebiete sind? War dann das Aussterben der Mammute von einem plötzlichen Kälteeinbruch verursacht? Fleming hob 1829 hervor, dass Eisbär und Braunbär in ihren Skeletten recht ähnlich sind und dennoch sehr unterschiedliche Lebensräume bewohnen.

Andererseits war üppiger Pflanzenwuchs wohl zu jeder Zeit an höhere Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse geknüpft.

Für die Geologie und das geologische Weltbild bedeutete der Aktualismus eine Wende. Er gab der Erdgeschichtsforschung eine neue Grundlage. Statt der Spekulation über Unvorstellbares hatten die Forscher eine sinnvolle Richtschnur für ihre Interpretationen erhalten; nämlich von der Gegenwart her das wahrscheinliche Bild der Vergangenheit zu gewinnen. Lyell selbst sagte:

"Es wurde behauptet, dass sich die Geologie niemals zum Range einer exakten Wissenschaft erheben könne - die größere Zahl der Phänomene müsse für immer unerklärbar bleiben oder könne allein teilweise durch geniale Vermutungen erklärt werden."

Aber dank der aktualistischen Betrachtung wäre das nicht mehr notwendig:

"... Aus diesem Grunde müssen alle Theorien verworfen werden, welche die Annahme plötzlicher und heftiger Katastrophen und Revolutionen der ganzen Erde und ihrer Bewohner einschließen - Theorien, die durch keine Bezugnahme auf existierende Analogien begrenzt werden und in welchen der Wunsch enthalten ist, den gordischen Knoten eher zu zerschneiden als ihn geduldig auseinanderzuwickeln."

Aber Lyells Interpretation der Erdgeschichte war zu extrem aktualistisch. Er sah die Erdkruste in einem prinzipiell immer gleichartigen steady-state-Zustand. Bei ihm gab es in der Erdgeschichte eigentlich nie etwas wirklich Neues, viele Züge wiederholten sich in jeder Periode. Die Bedingung zur Entstehung jedes Lebewesens und jedes Gesteins sollten jederzeit wieder auftreten können.

Der Aktualismus interessierte nicht nur die Geologen, er besaß auch Bedeutung für Weltanschauung und Philosophie. Die aktualistische Anschauung bekannte sich dazu, dass in der Natur zu allen Zeiten nichts Außergewöhnliches oder Abnormes geschieht. Für die Aktualisten gab es keine Wunder.

Der Aktualismus bot eine Weltanschauung des Vertrauens, der Anerkennung des Normalen, des Rationalen und passte bis zu gewissem Grade in den verbreiteten Glauben an Sicherheit und Erfolg im Geschäftsleben, zu dem sich in dieser Phase der kapitalistischen Entwicklung größere Teile der damals noch aufstrebenden bürgerlichen Klasse bekannten, bevor die zunehmenden gesellschaftlichen Widersprüche irrationalistischen Philosophen weitere Anerkennung verschafften.

Lyell verwarf keinesfalls die Ansicht, dass hinter allem Geschehen, auch hinter der sich gesetzmäßig verändernden, aktualistisch betrachteten Erde, ein weiser Urheber der Natur stehen solle. Er bemerkte aber, dass es für die Theologie von Vorteil wäre, wenn die durch neue Forschungsergebnisse sich fortlaufend in ihren Aussagen ändernde Wissenschaft von den theologischen Aussagen völlig getrennt würde, also der Gott der Theologen unberührt vom Wissenschaftsbetrieb nur in unerreichbaren Sphären wohnt.

Dazu solle man die Sintflutvorstellung aufgeben, Gott brauche also nicht nach der Vorstellung der Katastrophisten handeln. Einsichtsvollen Theologen musste diese Auffassung sogar als gut erscheinen.

Lyell verkannte einen entscheidenden Widerspruch solcher Darstellung. Diese abstrakte Gottesvorstellung entsprach eben in keiner Weise der von der christlichen Theologie auf Grund der als gültig bezeichneten Bibel seit jeher gelehrteten Religion, und Lyells und anderer Gelehrter abstrakter Gott war so etwas wie eine neue, von der christlichen unterschiedene Religion, auch wenn man das nicht aussprach, Religionsstifter wollte man wohl kaum werden, und auf was außer vagen Überlegungen konnte sich dieser Glaube stützen?

Die Wissenschaft verlangt für ihre Theorien Beweise, die Anhänger einer Religion glauben auch ohne Zeugnisse an ihre Annahmen. Wissenschaft und Religion sind damit nicht vereinbar.

Die aktualistische Anschauung war auch ein wichtiger Schritt bei der Begründung des Prinzips von der materiellen Einheit der Welt.

Sie brachte für die „Dimension“ „Zeit“ das, was für den „Raum“ die Forschung in der Periode Galileis begonnen hatte. Bis zu Galileis Zeiten hielt man an der alten, von Aristoteles vertretenen Überzeugung fest, dass die Himmelskörper nicht aus den vier irdischen Elementen bestünden, sondern aus einer eigenen Substanz, der Quintessenz, aufgebaut wären und im Unterschied zur Erde unveränderlich sind.

Himmelskörper sollten also von der Erde ganz unterschiedliche Eigenschaften besitzen, Erde

und Himmel sollten wesensverschieden sein. Die Entdeckung veränderlicher Sterne sowie Galileis Feststellung von ganz irdisch anmutenden Bergen und Tälern auf dem Monde brachten solche Unterschiede in Zweifel und führten zur Auffassung von der Vielheit prinzipiell vergleichbarer Welten.

I. Newtons Erkenntnis von der gleichen Ursache für den freien Fall irdischer Körper wie für die Bahngebundenheit der Planeten ließ die prinzipielle Gleichheit der Naturgesetze im Raum weiter deutlich werden. Der Aktualismus beseitigte die prinzipiellen wesenhaften Unterschiede in der Zeit, zwischen Vergangenheit und Gegenwart.

Fernerhin war der Aktualismus ein Schritt zur gegenseitigen Abstimmung von Theorien aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen. Die Katastrophen konnten allenfalls den Geologen befriedigen, aber konnten von keinem Physiker erklärt werden. Der Aktualismus aber führte konsequent alle Geschehnisse der Erdgeschichte auf physikalisch und chemisch verständliche Vorgänge zurück. Die Widerlegung der geologischen Katastrophen kann mit der Überwindung der spekulativen Lebenskraftvorstellungen mancher Biologen verglichen werden.

Die aktualistische Anschauung ist eine Angelegenheit aller historischen Wissenschaften. Wenn sie in der Erforschung der Geschichte der menschlichen Gesellschaften nicht zum diskutierten Problem wurde, dann deshalb, weil jeder ernst zu nehmende Historiker die Menschen aller historischen Zeiten als Menschen mit mehr oder weniger verstehbaren intellektuellen und physischen Fähigkeiten einschätzte und die historischen Persönlichkeiten der Vergangenheit mit denen der Gegenwart verglich.

Anders wären Literaturwerke früherer Zeiten für uns kaum von emotionaler Wirkung.

Die Berechtigung des Aktualismus ließ sich allerdings nicht deduktiv ableiten. Denn man konnte nicht zeigen, dass in der Erdkruste keine höheren Kräfte freigesetzt werden können, als man beobachtet. Es gibt hier keine vollständige Induktion.

Von den Klassikern des Marxismus hat besonders F. Engels das Werk Lyells berücksichtigt und schrieb in der „Dialektik der Natur“:

"Erst Lyell brachte Verstand in die Geologie, indem er die plötzlichen, durch Launen des Schöpfers hervorgerufenen Revolutionen ersetzte durch die allmählichen Wirkungen einer langsamen Umgestaltung der Erde."

Engels sah aber auch die Mängel, die Extreme in Lyells Auffassung und fügte in einer Fußnote kritisch hinzu:

"Der Mangel der Lyellschen Anschauung - wenigstens in ihrer ersten Form - lag darin, dass sie die auf der Erde wirkenden Kräfte als konstant auffasste, konstant nach Qualität und Quantität. Die Abkühlung der Erde besteht nicht für ihn; die Erde entwickelt sich nicht in bestimmter Richtung, sie verändert sich bloß in zusammenhangloser, zufälliger Weise."

Engels aphoristisches Bekenntnis zu Lyell sollte allerdings nicht dazu führen, Cuvier und Brongniart nur als schwarze Schafe und Bösewichter in der Wissenschaft zu betrachten, denn die nichtumkehrbaren Vorgänge, deren Fehlen Engels bei Lyell kritisierte, waren gerade bei manchem katastrophistischen Geologen zumindestens in bemerkenswerten Ansätzen bereits vorhanden.

Im Jahre 1845 hatte Engels in der „Lage der arbeitenden Klassen in England“ übrigens schon einmal geschrieben von ersten geologischen und chemischen Notabilitäten Englands, (den) Professoren Lyell und Faraday.

5 Auseinandersetzungen und Debatten (1830-1859)

Sein großes Buch brachte Lyell akademische Ehren wie die Royal Medal der Royal Society im Jahre 1834 und löste bald bei Geologen wie auch bei Vertretern anderer Wissenschaften und gebildeten Laien Interesse und Diskussion aus.

Es wurde mit Zustimmung oder auch Ablehnung aufgenommen. Auf unangenehme Auseinandersetzungen war der an gesellschaftlicher Anerkennung interessierte Lyell dabei nicht begierig. An seinen Vater hatte Lyell schon am 25. 10. 1829 geschrieben, dass er in den „Principles ...“ nichts schreibe, was einen Bischof zur Beanstandung veranlassen könne.

Lyell äußerte sich über weltanschauliche Konsequenzen nur vorsichtig und riet auch Freunden zu diplomatischem Vorgehen. An P. Scrope schrieb er zum Auftreten gegenüber der Geistlichkeit:

"Wenn Sie nicht über sie triumphierend schreiben, sondern die Freisinnigkeit und Offenheit unserer Zeit betonen, so werden die Bischöfe und aufgeklärten Gläubigen sich mit uns verbünden zur Abwehr gegen die alten und modernen Physikotheologen."

Trotzdem erhoben der Erzbischof von Canterbury, der Bischof von London und andere Geistliche Bedenken, als Lyell an der Londoner Universität zum Professor für Geologie vorgeschlagen wurde. Man konnte sie aber beruhigen, und sie fanden schließlich, dass sich Lyell nicht feindlich gegen die Offenbarung gestellt hatte.

Einige Proteste sollen amerikanische Geistliche geäußert haben. Auch in der Mitte des 19. Jh. hatte die Geologie von ihrer Rolle in weltanschaulichen Auseinandersetzungen nichts eingebüßt und waren die Fragen um Geologie oder Bibel noch Gegenstand der Debatten.

Der Baseler Chemieprofessor Christian Friedrich Schönbein berichtet von seiner Englandfahrt in seinen „Mittheilungen aus dem Reisetagebuche eines deutschen Naturforschers“ (1842):

"Heutigen Tages sucht man in England ein ... Zelotengeschrei gegen die Wissenschaft und namentlich gegen die britische naturforschende Gesellschaft zu erheben, deren Bestrebungen als irreligiös zu verdächtigen, und wie es scheint, die Geologie als diejenige Wissenschaft zu bezeichnen, welche vorzugsweise zum Unglauben und zur Schriftverachtung führe."

Die Sektion für Geologie der British Association, der britischen Naturforschervereinigung, war nach Schönbeins Tagebuch auf der Versammlung 1841 in Birmingham von 500 bis 600 Personen besucht. Die Sektion für Geologie wies damit eine höhere Beteiligung als die anderen Sektionen auf. Etwa die Hälfte dieser Besucher waren Damen.

Für die Teilnehmer dieser Naturforschertagung wie für zahlreiche herbeigeströmte Menschen fand eine Besichtigung der großen, durch Kalkabbau für die nahegelegenen Eisenwerke entstandenen Dudley-Höhlen bei Birmingham statt. Vor den Tausenden sprachen in den Höhlen Buckland und Murchison, der einst in den Kriegen gegen Napoleon ein Regiment befehligt hatte. Beide trugen teilweise in physikotheologischem Sinne vor, und unter tausendstimmigem Absingen des Liedes „God save the Queen“ strebten die entsprechend beeinflussten Menschen zum Höhlenausgang zurück.

Sie bezeugten die Wirksamkeit populärwissenschaftlicher Veranstaltungen.

Heinrich Georg Bronn sprach in Deutschland 1842 von der Geologie als „dieser Lieblings-Wissenschaft der heutigen Zeit“.

Nach 1830 tauchten in der britischen Geologie neben Lyell noch andere Namen auf, die der Geologie Großbritanniens durch ihre Leistungen eine Weltstellung sicherten. Gerade für Groß-

britannien war es andererseits charakteristisch, dass viele der bedeutenden Geologen als Amateure begannen und damit bewiesen, dass die Geologie damals in vielem noch so am Anfang stand, dass nicht die Überwindung eines nur in längerer Studienzeit zu bewältigenden Berges schon vorhandenen Wissens den Zugang zu dieser Wissenschaft eröffnete. Adam Sedgwick soll bei seiner Ernennung zum Professorin Cambridge geäußert haben:

"Bisher habe ich niemals einen Stein umgewendet, in Zukunft werde ich keinen Stein unumgewendet lassen."

Eine für die englische Wissenschaft nicht unerhebliche Tatsache war auch, dass etliche einflussreiche Gelehrte, wie Buckland und Sedgwick, gleichzeitig aktive Theologen waren. Der berühmte Anatom Richard Owen berichtete 1842 über Sedgwick:

"Hörte ihn letzten Sonntag predigen - die Kathedrale gefüllt wie immer, wenn er seine natürlichen und eindrucksvollen Ansprachen hält."

Der ebenfalls aus Schottland stammende Grundbesitzersohn R. I. Murchison, Lyells Begleiter von 1828, hatte unter Wellington in Spanien gegen die napoleonischen Truppen gekämpft, führte dann ein nicht ausgelastetes aristokratisches Leben, und es heißt, dass seine Frau wünschte, dass ihr Gatte auf irgendeinem Gebiet Erfolge erringt, und ihn deshalb auf die Wissenschaft verwies.

Am Anfang der dreißiger Jahre des 19. Jh. begannen Sedgwick und Murchison ihre bedeutungsvollen Studien über die altpaläozoischen Systeme (Formationen), über das Cambrium, Silur und Devon, eine Arbeit, die sie vereinte, später aber wegen der Diskussionen um das Cambrium wieder entzweite. Beide Namen bleiben für immer mit der Geschichte der Geologie verbunden.

Ein dritter bedeutender Geologe, Henry Thomas de la Beche, hatte jahrelang von den Einkünften einer ererbten Zuckerplantage auf Jamaica gelebt und wurde nach der Erschöpfung seiner Mittel der erste Direktor der geologischen Untersuchungskommission für Großbritannien, des Geological Survey, was der wichtigste staatliche Posten in der angewandten Geologie in Großbritannien wurde. Vor allem als Stratigraphen, als Erforscher der Schichtenfolge, wurden William Daniel Conybeare und John Phillips bekannt.

Mit ihnen oder gegen diese und andere Männer hatte Lyell die wissenschaftliche Kampfarena zu betreten.

Die von Lyell genannten Tatsachen wurden natürlich allgemein anerkannt, die Faktenfülle der „Principles ...“ oft gelobt. Selbstverständlich verwiesen Kritiker gern darauf, dass Lyell Huttonsche Gedanken weiterführe, denn zu allen Zeiten haben viele Wissenschaftler schon im Interesse eigener Größe lieber einem Manne der Vergangenheit als einem ihrer lebenden Zeitgenossen erhöhten Ruhm zugebilligt.

Die geologische Fachliteratur der folgenden Jahre und Jahrzehnte in den verschiedenen Ländern aber offenbart, wie stark Probleme des Lyellschen Werkes Forschungsanregung boten.

Die fachlichen Gegner Lyells argumentierten ebenfalls möglichst nur mit wissenschaftlichen Argumenten, aber weltanschauliche Motive sind wohl zu Recht hinter manchem Argument zu vermuten. Gegen manche von Lyells Behauptungen ließen sich auch berechtigte und gewichtige Gründe vorbringen.

Lyells Werk trennte viele britische Geologen in zwei Gruppen, die William Whewell, Verfasser des anregenden Werkes „Geschichte der induktiven Wissenschaften“, die „Katastrophisten“ und die „Uniformitarier“ nannte. Die Ansicht Lyells und der Uniformitarier wurde erst viel

später mit dem heute gebräuchlichen Begriff „Aktualismus“ bezeichnet.

Es ist allerdings zu überlegen, ob die Begriffe „Katastrophisten“ und „Uniformitarier“ die beiden einander gegenüberstehenden Gruppen von Geologen am treffendsten charakterisieren.

Die „Katastrophen“ waren nur einer von mehreren strittigen Punkten der zwei Lager, die Katastrophisten erkannten auch die zunehmende höhere Ausbildung der Lebewesen in der Erdgeschichte an.

Sie waren zudem in zahlreichen Einzelheiten unterschiedlicher Auffassung; wirklich phantasievolle Vorstellungen traten auch bei ihnen immer mehr zurück. Die Gültigkeit der Gesetze von Physik und Chemie in allen Perioden wurde, schon bei Cuvier, prinzipiell nicht bestritten.

Der Unterschied zwischen dem Aktualismus und dem mehr und mehr gemäßigten Katastrophismus war also kein so unüberbrückbarer Gegensatz wie der zwischen Urzeugungsvorstellung bzw. gar Schöpfungsmythe auf der einen und der Abstammungslehre auf der anderen Seite in der Biologie.

Wichtige Meinungen über den Aktualismus fielen vor allem in den Sitzungen der Londoner Geologischen Gesellschaft, deren Sitzungen als die lebendigsten und anregendsten im London jener Zeit geschildert werden. Die persönlichen Beziehungen der Opponenten zerbrachen durch die Diskussionen nicht; die britischen Wissenschaftler erwiesen sich trotz unterschiedlicher Meinungen die Ehre gegenseitiger Besuche und speisten miteinander.

Schließlich war Lyell auch kein wissenschaftlicher Außenseiter, sondern war stets ein Mann, dem gesellschaftliche Reputation nicht versagt werden konnte.

Auf der Seite Lyells standen vor allem der Astronom Sir John Frederick Herschel, der Mathematiker und Rechenmaschinenerbauer Charles Babbage, der Geologe G. P. Scrope, Lyells Schwiegervater Leonhard Horner und Charles Darwin. Als Opponenten Lyells in der einen oder anderen Form traten Whewell, Sedgwick, Murchison, Buckland und teilweise de la Beche und Conybeare auf.

Sedgwick stellte den 1. Band der „Principles ...“ auf der Sitzung der Londoner Geologischen Gesellschaft im Dezember 1831 vor und betonte den Wert des Buches, das für lange Zeit einen ausgezeichneten Platz in der philosophischen Literatur des Landes einnehmen würde.

Sedgwick distanzierte sich von der Sintfluthypothese, da nirgendwo die Reste ertrunkener Menschen gefunden würden; die Sintflut der Bibel sei eine nicht von der Geologie erforschbare Angelegenheit. 19/20 Teile des Lyellschen Werkes hätten Bestand, aber der Rest wäre abzulehnen, und Sedgwicks Darlegung wurde als ernste Kritik empfunden.

Im Jahre 1832 hielt Murchison seine Ansprache als Präsident der Geologischen Gesellschaft und verteidigte in gemäßiger Form Lyells „Principles ...“ gegen Sedgwicks Angriffe. Er brachte vor allem folgende Argumente, die er später noch ergänzte, gegen Lyell vor:

1. Er akzeptierte nicht, dass die Hypothese von der einst glutflüssigen Erde nicht in den Bereich der Geologie gehöre, und es wurde dieser Zustand als die notwendige Ausgangssituation der unumkehrbaren Erdentwicklung von einem Anfangs- zu einem Endzustand angesehen.

1830 betonte Conybeare und 1831 dasselbe Sedgwick, dass ohne glutflüssiges Stadium die Erde niemals ihre Form als angenäherte Kugel erhalten hätte, dass sie als erstarrter Rotationskörper gedeutet werden muss. Messungen in tieferen Bergwerkschächten bewiesen die Wärmezunahme bei zunehmender Tiefe als überall anzutreffende Erscheinung.

Wenn daraus abgeleitet werden konnte, dass sich die heutige Erdkugel ab gewisser Tiefe in glutflüssigem Zustand befindet, warum sollte sich das nicht als einstiger Allgemeinzustand der

Erde postulieren lassen?

Auch die jahrmillionenlange Beständigkeit gleicher Sonneneinstrahlung war nicht erwiesen, ja die damaligen Kenntnisse über Energie schienen dem zu widersprechen. Irreversible Entwicklung war also mindestens ebenso naheliegend wie Lyells steady-state-Auffassung.

Die Auffassung von der allmählichen Erdabkühlung wurde bis ins 20. Jh. mit Für und Wider diskutiert. Der Nachweis von Eiszeiten selbst in sehr frühen Perioden der Erdgeschichte hat immerhin gezeigt, dass für den in den Gesteinen und Fossilien dokumentierten Zeitraum der Erdgeschichte die Abkühlung keine entscheidende Rolle mehr gespielt hat und das Gleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und -produktion auf der einen und Wärmeabgabe auf der anderen Seite, wie Lyell annahm, schon sehr lange besteht.

2. Wenn die Erde im Laufe langer Zeiten ihre Temperatur verminderte, dann war naheliegend, dass sich die Vorgänge in der Erdkruste im Laufe der Zeit veränderten, zum Beispiel an Heftigkeit verloren.

Wie Conybeare 1830 hervorhob, hätte die Abkühlung Abnahme der tektonischen Kräfte bedeuten müssen. Die Gebirgsbildungsprozesse hätten sich nach Murchison mit zunehmender Dicke der Erdkruste vermindert. So wie das Kind anders ist als der Erwachsene, hätte auch die Erde einst ihr stürmisches Jugendalter erlebt und dann sich ruhiger entwickelt.

Als Beweis seiner Meinung führte er an, dass abgesehen von begrenzten Gebieten, wie den stark gefalteten geologisch jungen Alpen, die älteren Schichten der Erdkruste generell stärker gefaltet worden wären.

Die Aktualisten dagegen meinten, dass mit dem Alter die Zahl der miterlebten Ereignisse wächst und daher wären ältere Schichten mehr als jüngere verändert; die Faltungsvorgänge früher und heute unterschieden sich aber nicht.

Conybeare meinte in einem Artikel von 1831, dass die Vulkane einst weiter verbreitet waren, und bezweifelte, dass die ausgedehnten Kiesmassen Norddeutschlands, die Findlinge und die Themseschotter jemals durch noch gegenwärtig wirkende Vorgänge erklärt werden könnten. Andererseits zweifelte Conybeare auf Grund eigener Forschungen an dem plötzlichen Einsetzen der von de Beaumont ermittelten Gebirgsbildungen (1832).

1835 erkannte Conybeare an, dass die Gegenwart grundsätzlich der Schlüssel zur Vergangenheit ist, nur sollten Grad und Intensität der Wirkung der verschiedenen Kräfte an der Erdoberfläche sich mit Annäherung an die Gegenwart geändert haben.

Man müsse versuchen, genau festzustellen, wie weit zurück in die Erdgeschichte die aktualistische Deutung berechtigt ist. Damit behielt also die fernere Vergangenheit einen gewissen Sonderstatus.

De Beaumont in Frankreich meinte 1836, es gäbe Zeugnisse, dass in früheren Perioden die polaren Eismassen nicht bestanden hätten. Das aber hätte einen ganz anderen Wärmehaushalt an der Erdoberfläche und manche anderen Zustände bedeutet; ständige Nebel boten ganz anderen Strahlenschutz, alle Quellen wären als Thermen geflossen.

3. Die Organismen sollten nach der Meinung der meisten Geologen, bei abweichender Meinung im einzelnen, von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart eine Entwicklung zu steigender Kompliziertheit aufweisen, d. h. „Progression“ zeigen. Von der Pflanzenwelt waren bis zur Silurzeit nur die Algen auf der Erde erschienen.

In der Steinkohlenzeit vollzog sich die großartige Entfaltung der Farne, Schachtelhalme und Bärlappe, und die ersten Nacktsamer, wozu auch die Nadelgehölze gehören, besiedelten das Festland.

Erst ab der Kreidezeit traten die Bedecktsamer auf, zu denen die uns geläufigen Blütenpflanzen zählen. Von den Wirbeltieren gab es anfangs nur Fische; erst später erschienen auch Amphibien und Reptilien. Ab dem Erdmittelalter gab es primitive Säugetiere und auch Vögel, erst im Tertiär entfalteten sich beide Tierklassen zu ihrer vielfältigen Formenfülle.

Später wurde diese Progression mit der Evolution erklärt, aber vor Darwins Theorie sahen wohl nahezu alle Geologen in ihr den Ausdruck eines nicht näher erklärbaren Planes der Schöpfung oder dachten an unterschiedliche Urzeugung in den verschiedenen Perioden, sprachen von „creative addition“ und ähnlichem. Die Progression wurde etwa von Sedgwick sogar als Beweis gegen die Evolution betrachtet.

Das richtig festgestellte Phänomen der Progression wurde schon fast mit dem Wunder verknüpft. Über die Motive, die Lyells Ablehnung der Progression veranlassten, wurde manche Ansicht geäußert. War es die Konsequenz seines streng aktualistischen Denkens, weil die Progression zu dem vermiedenen Anfang aller Entwicklung hinführte? Oder sah Lyell, dass die Progression ein zweischneidiges Schwert war, das auch für die abgelehnte Lamarcksche Evolutionshypothese sprach?

Weitere Einwände gegen Lyell bezogen sich auf die Möglichkeit, die aktualistische Methode anzuwenden. Ein Rezensent fragte 1832, ob wirklich alle geologischen Vorgänge der Vergangenheit schon so bekannt wären, dass wir ein Urteil wagen dürften.

Von den Anhängern Lyells kamen auch Ergänzungen zum aktualistischen Weltbild. Herschel und Babbage entwickelten hypothetische Vorstellungen, wie die langsame, ruhige Hebung der Kontinente mechanisch aus den Eigenschaften der Erdkruste zu erklären ist. Maßgebend war ihnen die Hitze im Erdinneren, welche tieferliegende Gesteine zum Ausdehnen brächte, Gelangten die Gesteine in höheres Niveau, dann führten Kristallisation und Abkühlung zur Volumenverminderung und ließen Erdkrustenteile sich wieder senken.

Bald aber wurde die Debatte auch durch neue Tatsachen bereichert, denn die Forschung im Gelände wurde intensiv fortgesetzt.

Für die Aktualisten galt es nachzuweisen, dass sich alle geologischen Sachverhalte ihrem Bild von der Erdgeschichte einfügten und keine Tatsachen dagegensprachen. Die Opponenten suchten Sachverhalte für ihre Meinung.

Lyell wandte sich in Deutschland beispielsweise dem feinkörnigen schluffigen Löß zu, dessen teilweise mächtige Ablagerungen sich nicht auf befriedigende Weise aktualistisch erklären ließen. Lyell führte den Löß auf die Flüsse zurück, deren Stau große Seen entstehen ließ - aber so recht schien das nicht zu befriedigen, und später fand sich auch eine andere Deutung.

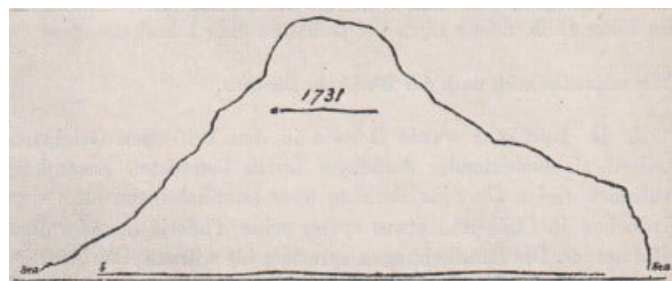


Abb. 13. Die in den Felsen an der Schwedischen Küste bereits im 18. Jh. eingeritzten Markierungen des Meeresspiegels bewiesen die langsame Hebung von Teilen der Küste Schwedens. Lyell untersuchte das auf seiner Skandinavienreise 1834 (Aus: Lyell, Ch. 1835.)

Im Jahre 1834 unternahm Lyell eine Forschungsreise nach Dänemark und Schweden, um hier

die ruhige, nicht den Gesteinsverband störende Hebung des Landes zu untersuchen, die an den Küsten feststellbar war, An der südlichen Ostseeküste stand dem übrigens eine Landsenkung gegenüber. L. von Buch hatte die Hebung an der skandinavischen Küste 1807 wieder in Augenschein genommen, Berzelius sie stark beachtet.

Die Hebungserscheinungen in Skandinavien unterschieden sich von denen in Süd-Italien darin, dass sie in einem seit langem vulkan- und erdbebenfreien Gebiet stattfanden.

Wie immer auf seinen Reisen fand Lyell auch in Skandinavien bald Freunde und Helfer, die als Dolmetscher, ortskundige Führer und Vermittler wirkten. Gern wurden lokale Beobachtungs- und Forschungsergebnisse dem britischen Forscher zur Schaffung seines umfassenden geologischen Erdbildes zur Verfügung gestellt.

Man geleitete Lyell zu Felsen an der Küste, an denen vor Jahren, angeregt von Olof Celsius, Zeichen beim seinerzeitigen Normalwasserstand eingeritzt worden waren. Lyell besuchte bei windstillem Wetter solche Plätze und fand diese Zeichen jetzt über dem Meeresniveau.

Ältere Leute wiesen auf jetzt freiliegende Felsen, die sie in Gedanken an ihre Jugendzeit noch als meerwasserbedeckt in der Erinnerung hatten. Sie zeigten Wiesen, an deren Stelle sie in Jüngeren Jahren ihres Lebens noch Segelboote auf dem Wasser hatten gleiten sehen. Mitgehobene Muschelschalen und zwischen sie eingebettete vorgeschichtliche Gegenstände wiesen an anderen schon vor Jahrtausenden gehobenen Stellen auf die geologische Periode, in welcher heute höhergelegene Küstengebiete aus dem Meere auftauchten.

Wichtige Zeugnisse für junge und gegenwärtige Landhebungen brachte Darwin von seiner Weltreise auf der „Beagle“ mit. Auf dieser Reise hatte Darwin unter Lyells Einfluss gestanden, Lyells „Principles ...“ waren Darwins bevorzugte Reiselektüre.

Den ersten Band des Lyellschen Werkes hatte Darwin schon bei der Abreise von England im Gepäck, den 2. Band erhielt er nach Südamerika nachgesandt und nahm ihn in Montevideo in Empfang.

Der Cambrider Botanikprofessor Stephen Henslow, Darwins Förderer, soll dabei bemerkt haben, man solle den Inhalt aber nicht glauben. Darwin wurde aber für Lyells Betrachtungsweise der Erdgeschichte gewonnen und stellte auf der Reise viele Tatsachen fest, die für die aktualistische Auffassung sprachen. Von 2530 Seiten auf der Weltreise angefertigten Tagebuchnotizen Darwins waren übrigens 1383 geologischen Inhaltes, und in Briefen meldete er manche Eindrücke bereits während der Reise nach Großbritannien.

Im Jahre 1835 meinte Lyell bei Debatten über Landhebungen:

"Wie sehne ich mich nach der Rückkehr Darwins."

Nach der Rückkehr wurde Darwin in den britischen Gelehrtenkreisen als bedeutender Anhänger Lyells betrachtet. Besonderes Aufsehen riefen Darwins Berichte über Landhebungen nach dem Erdbeben in Chile und etwas später seine Theorie der Korallenriffe hervor. Die Landhebungen sprachen für schrittweisen Aufstieg der Kontinente. Darwin berichtete u. a.:

"Große Schichten von Miesmuscheln, Patellen und Chitonen, die noch den Gesteinen anhängen, wurden über die obere Flutgrenze emporgehoben, und einige Äcker einer steinigen Ebene, welche früher immer vom Meere bedeckt war, wurden trocken gelassen und hauchten einen widrigen Geruch aus wegen der vielen anhängenden und faulenden Muscheln."

Das Problem der Landhebungen und -senkungen beschäftigte zahlreiche weitere Gelehrte, und ihre Beobachtungen aus verschiedenen Gebieten, aus Skandinavien, von Grönland, aus dem

Andengebiet und der Pampas, der Schweiz oder wiederum von dem allerdings auch als lokale Besonderheit betrachteten Gebiet um Pozzuoli, füllten manche Seite einschlägiger Zeitschriften.

Als Zeugnisse für Niveauveränderungen der Festländer galten freigewordene Felsen, die früher mit Wasser bedeckt, waren, die Hebung von Ankergründen und abnehmende Flusstiefen.

Für eine weiträumige langsame Absenkung von Ozeanböden sprach Darwins Theorie der Korallenriffe. Er äußerte sich aber auch kritisch, als einige aktualistisch denkende Geologen schließlich zu viel mit versunkenen Kontinenten herumspielten, und warnte Lyell:

"Ihre Schüler überbieten ja in einer langsamen und heimlichen Weise sämtliche alte Katastrophisten."

An Stelle der Auf- und Abwärtsbewegungen wird heutzutage in starkem Maße mit der Horizontalbewegung, dem Auseinanderdriften und gegenseitigen Annähern von Kontinenten, gerechnet.

Die Vorstellungen des 19. Jh. fanden also wesentliche Erweiterungen.

Eine bisher unerschlossene frühe Periode in der Erdgeschichte, die neue Gesichtspunkte in die Diskussion brachte, stellten 1839 Murchison und Sedgwick mit dem Buche „Das silurische System“ („The Silurian System“) vor. Die Silur-Zeit liegt vor dem damals bereits bekannten Carbon (Steinkohlenzeit) und wurde etwas später eingeeengt, indem nach unten durch Sedgwick das Cambrium, nach oben das Devon abgegrenzt wurden.

Im Silur fehlten noch Landpflanzen und Landtiere, und es gab der Progressionsvorstellung einen neuen Gesichtspunkt und führte eine Zeit vor, in welcher die Landoberfläche pflanzenlos war. Verwitterung und Abtransport von Material mussten damals in vielem anders als heute verlaufen sein; denn selbst regenreiche warme und gemäßigte Gebiete waren Wüste und boten damit ein der Gegenwart fremdes Landschaftsbild. Murchison verwies in seinem Buche auch auf die Schwierigkeiten der Anwendung der aktualistischen Methode für die älteren Zeiten und wurde zunehmend zum prominentesten Gegner des Aktualismus in Großbritannien,

Ein prominenter Anhänger des Katastrophismus blieb auch Louis Agassiz, der mit seiner Erforschung der fossilen Fische ein Musterbeispiel paläontologischer Spezialforschung bot.

Auch in Deutschland konnte sich zuerst nur ein Teil der Geologen von jeder katastrophistischen Vorstellung lösen, auch wenn viele Forscher eigene Versionen entwickelten. Nach dem Hallenser Christian K. Keferstein, einem der autodidaktischen Geologen Deutschlands, erfasste die Flut der letzten Katastrophe nicht die gesamte Erde (1831).

Der religiös gesinnte und zeitweilig als Demagoge verfolgte Karl von Raumer vertrat 1832 noch die ältere Bucklandsche Auffassung, wonach die norddeutschen Lockerablagerungen mit ihren nordischen Gesteinsblöcken sowie die erratischen Blöcke auf dem Jura-Gebirge von dem exceptionellen Ereignis der biblischen Flut berichteten. Der Trias-Erforscher Friedrich von Alberti schrieb 1834:

"Betrachtet man mit Aufmerksamkeit die steilen Täler des bunten Sandsteins und des Muschelkalks und die schlangenförmigen Krümmungen, welche sie bilden, so erscheint es als Unmöglichkeit, dass diese durch Flüsse oder Bäche ausgegraben sein können."

A. v. Humboldt sprach in seinem „Kosmos“ (1845) von der intensiveren Tätigkeit der Erdbeben und der Vulkane in der Urzeit. Der Mineraloge Karl Caesar von Leonhard meinte 1855:

"Erst seit des Menschen Erscheinen trat die Erde selbst in ein ruhigeres Stadium. ein, die früheren, so heftigen Revolutionskatastrophen geben sich nur noch in Zuckungen zu erkennen."

Die Titanen-Kraft der Erde wird seitdem gleichsam von der geistigen gebrochen, ..."

Das waren Worte, die keine klaren Vorstellungen vermittelten.

Man sieht, dass eine einmal weit verbreitete Idee ihre Tribute fordert, auch wenn sie ungenügend ist. Erste bedeutende Verteidiger des Aktualismus in Deutschland, ungeachtet von Einwänden in Einzelheiten, waren der Heidelberger Professor Bronn und der Freiburger Professor Bernhard Cotta.

Cotta erkannte den Aktualismus als grundsätzlich richtig an, wandte sich aber gegen gewisse extreme Auffassungen bei Lyell und wies darauf hin, dass jedes Ereignis auf der Erdoberfläche in irgendeiner Weise den Zustand so verändert, dass jedes nachfolgende Ereignis davon beeinflusst sein muss. Ist einmal ein Gebirge entstanden, wird es auch noch als abgetragener Rumpf die weiteren gebirgsbildenden Prozesse beeinflussen, und der Zustand der Erdkruste würde sich somit im Laufe der Zeit komplizieren.

Später, in den siebziger Jahren des 19. Jh., wurden als weitere wichtige Zeugnisse für langsamen Gebirgsaufstieg die Durchbruchstäler (antededente Täler) erkannt. Manche Flüsse durchbrechen Gebirgszüge. Berühmte Beispiele sind der Canion des Colorado-Flusses in den Vereinigten Staaten von Amerika, das Durchbruchstal des Rheins durch das Rheinische Schiefergebirge wie auch der Durchbruch der Elbe durch das Elbsandsteingebirge.

Der Fluss muss in diesen und anderen Fällen für älter als die Hebung des durchflossenen Gebirges betrachtet werden. Die Hebung erfolgte so langsam, dass der Fluss sich in seinen allmählich aufsteigenden Untergrund einsenken konnte.

Im Jahre 1838 teilte Lyell in einem Briefe an seinen Schwiegervater mit, dass die Diskussion um die „Principles ...“ zunehmend freundlicher wird. Um 1850 waren die Ansichten einander stark angenähert, und man diskutierte vor allem mögliche Unterschiede in der Intensität der Faktoren, die heute und in der Vergangenheit die Erdkruste formten.

Um einige Probleme spitzten sich die Diskussionen noch einmal besonders zu:

Das eine war der Transport der umstrittenen erratischen Blöcke, dieser Zeugnisse einer angeblichen Rollsteinflut. Ihr Transport wurde nach etwa 1830 zunehmend Gletschern zugeschrieben, und die Vorstellung einer möglichen „Eiszeit“ beschäftigte noch lange die an der Wissenschaft Interessierten. Wahrscheinlich wurde durch die Diskussion um die Eiszeit manches wissenschaftliche Talent entdeckt.

Diese Auseinandersetzung förderte Scharfsinn und wissenschaftliches Argumentieren, sie verband und trennte wissenschaftlich interessierte Menschen, Die Existenz einer vorzeitlichen Kälteperiode war sicherlich eine der anregendsten Entdeckungen in der Geologie.

Frühe Gedanken zur Transportleistung von Gletschern finden sich bereits bei Hutton und Playfair. Goethe schreibt in „Wilhelm Meister's Wanderjahren“:

"... zuletzt wollten zwei oder drey stille Gäste sogar einen Zeitraum grimmiger Kälte zu Hilfe rufen und aus den höchsten Gebirgszügen, auf weit in's Land hingesenkten Gletschern gleichsam Rutschwege für schwere Ursteinmassen bereitet und diese auf glatter Bahn fern und ferner hingeschoben im Geiste sehen ... Diese guten Leute konnten mit ihrer etwas kühlen Betrachtung nicht durchdringen."

Geologen der Schweiz gelangten am Anfang der zwanziger Jahre des 19. Jh. zu der Theorie, dass die Gletscher ehemals eine bedeutendere Ausdehnung besaßen, ihre Spuren weit im Vorland zurückließen und auch die erratischen Blöcke verschleppten. Der erste Pionier dieser Ansicht war der Ingenieur Ignaz Venetz, der 1821 darüber vortrug.

Von ihm beeinflusst gelangte zur gleichen Meinung sehr bald Jean de Charpentier, Direktor der Saline im Südschweizer Städtchen Bex, wo er 1832 auch von Lyell besucht wurde. Charpentier ging weiter als Venetz und führte alle Blöcke in der Ebene des Schweizer Mittellandes und auf den Abhängen des Jura-Gebirges auf den Eistransport zurück.

In den Sommerferien 1836 folgte Agassiz einer Einladung Charpentiers, und beide besuchten Gletscher und Alpentäler. Auch die Auskünfte von Bauern über Gesteintransport auf dem Rücken von Gletschern riefen Aufmerksamkeit hervor.

Agassiz ließ sich von der Gletschertheorie überzeugen und wurde einer ihrer stärksten Anhänger. Er versuchte mit der Annahme des plötzlichen Einbruches der Vereisung die Katastrophentheorie erneut zu beleben,

"Die Oberfläche von Europa, welche früher mit einer tropischen Vegetation geschmückt und von Truppen großer Elefanten, unförmlicher Nilpferde und riesenhafter Raubtiere bevölkert war, wurde plötzlich von einem großen Eismantel verhüllt, ..."

wollte er in seiner phantastischen Vorstellung glauben machen.

Das Wort „Eiszeit“ fand seine Prägung 1837 in einem Gedicht von Karl Friedrich Schimper, einem begabten, aber etwas verkommenen jungen Naturforscher, dessen Charaktereigenschaften seiner wissenschaftlichen Karriere im Wege standen.

Für die meisten blieb offen, ob die Eiszeit auch für Norddeutschland eine Gletscherzeit war, d. h. eine Inlandeisbedeckung brachte.

Wichtige Aufschlüsse erhoffte man aus der Aufklärung der physikalischen Vorgänge, die der Gletscherbewegung zugrunde liegen.

Agassiz bezog mit 6 Gefährten, unter ihnen war der besonders als mechanischer Materialist bekannt gewordene Carl Vogt, im Sommer 1840 auf dem Aargletscher für längere Zeit eine kleine Hütte, das „Hotel des Neuchatelois“.

Die Forscher untersuchten die Gletscherbewegung, die Wasser- und Temperaturverhältnisse im Gletschereis. Die Bewegung von Gletschern wurde zu einer Angelegenheit, mit der sich in der Mitte des 19. Jh. verschiedene bedeutende Wissenschaftler beschäftigten, wie z. B. die Physiker Michael Faraday und John Tyndall ebenso wie der Naturforscher Thomas Henry Huxley.

Die eine Gruppe führte die Gletscherbewegung auf das gefrierende und wieder auftauende Wasser im Gletscher zurück, andere maßen dem keine Bedeutung bei.

Die Aufklärung der Gletscherbewegung sollte auch die umstrittene Frage beantworten, ob Gletscher in ebenem Gelände sich bewegen können und damit für Norddeutschlands vorrückende Eismassen überhaupt denkbar waren.

Die meisten Physiker fällten ein negatives Urteil, und damit stand also die Physik gegen die Vorstellung von Inlandeis in Norddeutschland. Die Geologen setzten dennoch ihre Beobachtungen fort. Ebenfalls 1840 wurde die frühere Eisbedeckung weiter Teile des nördlichen und mittleren Europas in der Londoner Geologischen Gesellschaft debattiert. Am 18. 11. und 2. 12. 1840 las Lyell in der Geologischen Gesellschaft über ehemalige Gletscher in seiner Heimat Forsharshire.

In Deutschland betrachteten A. von Morlot 1847 und Karl Friedrich Naumann, der fast drei Jahrzehnte (1842-1871) Professor der Mineralogie und Geognosie an der Universität Leipzig war, Gesteinschliffe, die sie nordöstlich von Leipzig aufgefunden hatten, als Gletscherzeugen. Lyell besuchte mit Naumann das Gebiet. Aber gerade unter dem Einfluss der aktualistischen Auffassung tauchten an der bis ins Herz Europas reichenden Vergletscherung immer wieder

Zweifel auf.

Lyell entwickelte zur Erklärung des Transportes der erratischen Blöcke und der Lockermassen sowie zur Erklärung des Entstehens der Gesteinsschliffe eine viel beachtete eigene, aktualistische Theorie, die Drifttheorie. In Ansätzen vertrat sie auch Goethe und einige andere Naturforscher. Danach finden sich die erratischen Blöcke in Gebieten, die von einem Meere überflutet waren, das mit Gesteinsblöcken beladene Eisschollen herantrug.

Beim Abschmelzen der Eisberge sanken die mitgeführten Gesteinsblöcke auf den Grund. Wurde später das Gebiet gehoben, dann lagen auf diesem Lande jene Blöcke ortsfremden Gesteins.



Abb. 14. Zur Erklärung des Findlingstransportes entwickelte Lyell die Drifttheorie. Der Transport von Felsblöcken durch Eisschollen wurde auf nordamerikanischen Flüssen beobachtet. Die Drifttheorie wurde später durch die Eiszeittheorie ersetzt (Aus: Ch. Lyell).

Eisberge mit mächtigen Gesteinsblöcken konnten auf dem Atlantischen Ozean bis in Gebiete regelmäßigen Schiffsverkehrs beobachtet werden. Schrammen im anstehenden Gestein sollten in flacheren Meeresgebieten entstanden sein, wo an der Unterseite der Eisberge eingeschmolzene Steine am Meeresboden gekratzt hatten. In Flüssen treiben mit Gesteinsblöcken beladene Eisschollen tatsächlich unter Wasser am Grunde entlang.

Auf der Schwedenreise 1834 hatte Lyell neben den Zeugnissen für Landhebung auch nach Belegen für diese Drifttheorie gesucht und Küstenbewohner nach ihren Beobachtungen über Material befragt, das auf Eisschollen transportiert wird.

In Deutschland bekannte sich Bronn in einer programmatischen Arbeit unter Ablehnung der Agassizschen Eiskatastrophen zur Drifttheorie und fand auch die Unterstützung weiterer Forscher.

Auf der Versammlung der nordamerikanischen Geologen 1844 wurde ein Bericht über die Befragung von etwa 80 Kapitänen verschiedener Schiffe, auch von Wal- und Robbenfängern, vorgelegt. Die Kapitäne waren um Auskunft über von ihnen auf Eisschollen gesehenes Material ersucht worden.

Eine Exkursion Lyells in die Schweiz im Jahre 1857 galt in besonderem Maße dem Ziel, Beweise für die ehemals ausgedehntere Vergletscherung der Alpen aufzufinden. Lyell übertrug aber die hier gewonnenen Erkenntnisse nicht ohne weiteres auf alle Gebiete mit erratischen Blöcken, denn mit der Erkenntnis, dass in bestimmten Gegenden der Transport der großen Steinblöcke durch Gletscher erfolgt war, musste die Drifttheorie nicht für alle Teile der Erde ungültig sein.

Für das Flachland im nördlichen Mitteleuropa, die gebirgsferneren Teile Englands, für die Mittelschweiz und andere Gebiete wollte er die Drifttheorie nicht aufgeben. Dieses vorsichtige, gewissenhafte Herangehen an die Lösung der Gletscherfrage muss Verständnis finden und schützte vor ungeprüften Verallgemeinerungen, wie sie so oft in der Erdgeschichtsforschung angestellt worden waren. Die Drifttheorie darf als eine damals durchaus akzeptable, begründete

Lösung betrachtet werden.

Im Jahre 1875 erläuterte der schwedische Geologe Otto Martin Torell auf einer Exkursion in die Rüdersdorfer Kalkberge bei Berlin, dass die unterdessen zerstörten Schrammen auf den Muschelkalkfelsen ehemalige Vergletscherung bezeugten und also Norddeutschland, vergleichbar mit dem heutigen Grönland, einige Zeit unter Inlandeis gelegen hatte. Damit wurde die Eiszeit-Theorie auch für Norddeutschland zur Inlandeis-Theorie, womit Torell nicht nur den Ansatz zu neuen fruchtbaren Forschungen setzte, sondern eine fast ein halbes Jahrhundert währende Diskussion der geologischen Fachliteratur für viele zur Entscheidung führte und zu einem ersten Abschluss brachte.

Opponenten warfen ihm zwar anaktualistisches Denken vor, aber Torell konnte darauf verweisen, dass er in den Schrammen auf dem Rüdersdorfer Muschelkalk nur die Erscheinungen wiedersah, die er auf Grönland, auf Spitzbergen und in Skandinavien vor zurückgezogenen Gletschern gefunden hatte.

Durch die Forschungen von Albrecht Penck und anderen setzte sich die Inlandeistheorie bald endgültig durch, und es wurde vor allem durch Penck sogar eine mehrmalige Vergletscherung des Voralpenlandes und Norddeutschlands erwiesen und damit die Kenntnis der Erdgeschichte um eine merkwürdige Ereignisfolge bereichert.

Ein weiteres herausragendes Streitobjekt in den Auseinandersetzungen zwischen Lyell und seinen Opponenten war der Aufbau der Vulkane. Nach L. v. Buch und anderen wurden Vulkane innerhalb kurzer Zeit von unten emporgewölbt; nach Lyell, Scrope und anderen bauten die aus dem Krater herausfließende Lava und die hinausgeschleuderten Lockermassen Schicht für Schicht, von einer normalen Eruption zur folgenden, die Vulkane auf.

Da man das Vulkaninnere nicht so ohne weiteres betrachten kann, galt es, aus verschiedenen beobachtbaren Dingen zu Anhaltspunkten über die Vulkanentstehung zu gelangen. Eine große Rolle spielte dabei, bis zu welchem Neigungswinkel die Lava zusammenhängende, bergaufbauende Massen bilden kann. Verschiedene Geologen eilten bei Ausbrüchen deshalb zu den wenigen leicht erreichbaren tätigen Vulkanen Europas, um die ausfließenden Lavaströme zu beobachten.

Im Herbst 1834 reisten v. Buch, Heinrich Friedrich Link und de Beaumont nach Sizilien und maßen die mittlere Neigung von etwa 30 Lavaströmen, die am Ätna herabfließen. Sie glaubten erwiesen zu haben, dass Lava nur dann zusammenhängende Masse bilden kann, wenn der Neigungswinkel weniger als 6° beträgt.

Am Ätna, der in größeren Höhen eine Neigung von $29-32^\circ$ besitze, könne sich ausfließende Lava also nicht halten und flösse rasch abwärts, ohne zum weiteren Aufbau des Berges beizutragen.

Lyell hatte bei vulkanologischen Studien 1853-1854 bereits Madeira und die Kanarischen Inseln besucht und fuhr im Herbst 1857 und 1858 noch einmal zu den italienischen Vulkanen, Er forschte im Alter von über 60 Jahren abermals am Ätna, während die vorgerückte Jahreszeit sich bereits mit zunehmender Kälte bemerkbar machte. Der Ätna war zu dieser Zeit leicht aktiv und gab Lyells Exkursion ein zusätzliches Erlebnis. Anschließend schrieb Lyell triumphierend an eine Bekannte:

"Ich habe überzeugende Beispiele gefunden, dass die Lavaströme an Abhängen von 35° ausgesprochen kompakten Fels bilden und in einem Winkel von 40° zusammenhängende steinige Massen ohne Blasen hervorbringen kann."

Auch das Studium der älteren Vulkanauswürfe bestärkte Lyell in seiner Ansicht. Die Erhebungstheorie hat ihre Bedeutung verloren; selbst junge Vulkane bestehen aus ihren Auswurfprodukten. Vulkanische Auswurfprodukte einschließlich der Lava können wechselnde Zusammensetzung und damit verschiedene Eigenschaften besitzen. Die Beobachtungsergebnisse können sich demzufolge stark voneinander unterscheiden.

6 Auf den Höhen des Erfolges (1830-1863)

Die Jahrzehnte nach 1830 fallen in jene Periode, da der Kapitalismus der freien Konkurrenz seinen Zenit überschritt und die Weltstellung Großbritanniens mit allen ihren Widersprüchen dem Höhepunkt zustrebte. Am Anfang der dreißiger Jahre des 19. Jh. gab es in Großbritannien die Auseinandersetzungen um die Wahlrechtsreform.

Mit der Reformbill wollte die Industriebourgeoisie den von ihr beherrschten, vielfach erst mit der Industrialisierung groß gewordenen Kommunen das erwünschte Übergewicht über die aristokratischen, oft zur Bedeutungslosigkeit herabgesunkenen Orte geben. Die Kornzölle und damit die Nahrungsmittelpreise waren zu einem Interessengegensatz zwischen Landbesitzeraristokratie und Industriebourgeoisie um die Mehrwertaneignung geworden.

Im Jahre 1837 bestieg die 18jährige Prinzessin Victoria den Königsthron. Während ihres langen Lebens war sie die Repräsentantin des weltweiten britischen Empires. Die Geschichtsschreiber des bürgerlichen England verherrlichten diese Jahre als das glänzende „Victorianische Zeitalter“. Seine Kehrseite aber waren die ersten Wirtschaftskrisen, war der Hunger in den Slums von London und in anderen Industriestädten, in den Dörfern von Irland und Indien sowie die Okkupation großer Teile der Erde durch das britische Empire.

Malwida von Meysenburg schilderte jenes Leben der Benachteiligten und schrieb:

"Oft an der Rückseite von Palästen, die eine große schöne Straße zieren, fand man eine enge Gasse, in der zerlumpte Frauen und halbnackte Kinder im Schmutz vor den elenden Wohnungen saßen ... Wir sahen die Nachtszenen, wie nur Dante sie in seinem Inferno geschildert hat."

Und F. Engels meinte 1845 unter vielem anderem:

"... dass diese Londoner das beste Teil ihrer Menschheit aufopfern mussten, um alle die Wunder der Zivilisation zu vollbringen, von denen ihre Stadt wimmelt, ..."

Es war aber, wenn auch vielen der vom Elend Betroffenen unbekannt, die Wissenschaft, die auch ihr Dunkel schließlich durchleuchten sollte. In dieser Zeit begann auch die Formierung der Arbeiterklasse, die mit der Chartistenbewegung einen ersten Höhepunkt erreichte. Es war die Zeit des Wirkens von Karl Marx und Friedrich Engels.

Lyell verleugnete seine politisch-soziale Herkunft nie, doch stand er in bezug auf die Wahlrechtsreform und andere Fragen als Whig gegen seinen Vater, der als Großgrundbesitzer die Tory-Position vertrat.

Während dieser Zeit war Lyell mit den „Principles ...“ in die kleine Zahl der ersten Wissenschaftler seines Landes aufgestiegen, und die Londoner Universität bot ihm deshalb 1831 den neugeschaffenen Lehrstuhl für Geologie an. Lyell übernahm das Amt und hielt in den Jahren 1832 und 1833 auch Vorlesungen.

Hier gab es unter anderem Auseinandersetzungen um die Zulassung von Frauen zu den Lehrveranstaltungen. Die Universitätsverwaltung entschied, dass Frauen zu den Vorlesungen keinen Zutritt bekämen, weil sie die Aufmerksamkeit der jungen Studenten ablenkten. Nach der Ausschließung der Frauen blieben aber auch viele männliche Studierende den Vorlesungen fern.

Da die Pflichten des Universitätsamtes Lyell zu sehr in der freien Forschertätigkeit und beim Reisen behinderten, erhoffte Einflussmöglichkeiten ausblieben und das College nicht frei von finanziellen Krisen war, gab er 1833 den Lehrstuhl wieder auf. Sein ganzes Leben lang wies Lyell viele Angebote für öffentliche Ämter zurück, arbeitete aber in einigen zeitlich begrenzten Kommissionen mit. In Institutionen wie der Royal Institution 1833, bei der Royal Society und

bei der Londoner Geologischen Gesellschaft trat Lyell mit Vorträgen auf und übernahm in der Geologischen Gesellschaft 1835-1837 das Amt des Präsidenten. Lyells finanzielle Sicherheit ermöglichte ihm die vielen Reisen, auf denen er seine Studien treiben konnte, die für seine Entwicklung als Wissenschaftler und Geologe so wichtig waren.

Im Jahre 1831 unternahm Lyell eine mehrwöchige Tour in die Eifel. In diese Zeit fällt die Bekanntschaft Lyells mit Mary Horner, der Tochter von Leonhard Horner, der - Sohn eines erfolgreichen Edinburger Geschäftsmannes - ebenfalls Wissenschaftler war, über geologische Dinge publizierte und Ämter im britischen Wissenschaftsbetrieb bekleidete. So war er der „Head“ oder „Warden“ der neugegründeten Londoner Universität. K. Marx widmete seinem Eintreten für die Belange der Arbeiter und ausgebeuteten Kinder als Fabrikinspektor ehrende Worte.

Während einer Deutschlandreise weilte Mary Horner 1831 mit ihren Geschwistern in Bad Godesberg bei Bonn, und hier besuchte sie Lyell, ging mit ihr spazieren, und beide erbaten schließlich vom Vater Horner den väterlichen Segen zur Ehe. Am 12. Juli 1832 verheiratete sich Lyell in Bonn am Rhein mit der schönen und damals im blühenden Alter von 23 Jahren stehenden Frau.



Abb. 15. Mary Lyell geb. Horner (1808-1873), Lyells Gemahlin, die an der Arbeit ihres Mannes regen Anteil nahm und ihn auf vielen Reisen begleitete (Aus: Mrs. Lyell (ed.): „The Life, letters and journals of Sir C. Lyell. 2' vols. London 1881.)

Nach Lyells Tod schrieb die angesehene englische Zeitschrift „Nature“ über sie:

"Viele haben den Charme gespürt, den ihre Gegenwart brachte, waren beeinflusst von ihrer Seele, die auf ihrem Antlitz lag, aber wenige wussten, wie viel die Wissenschaft ihr verdankt."

Wegen der Heirat auf deutschem Boden waren einige aufwendige Formalitäten zu erledigen, vor allem damit die Ehe auch in Großbritannien anerkannt wurde und - Sorgen der Begüterten - alle Erbschaftsangelegenheiten geregelt waren. Der Bürgermeister von Bonn nahm die Trauung vor. Die Ehe blieb kinderlos, aber Mary wurde ihrem Gatten eine treue und selbstlose Mitarbeiterin, die ihn auf vielen weiteren Reisen begleitete. Dabei galten fast alle diese Reisen geologischen Studien.

Die Hochzeitsreise ging rheinaufwärts durch die Schweiz zum Lago Maggiore. Aber selbst

auf dieser Reise besuchte Lyell zahlreiche geologische Aufschlüsse, und er meinte dazu, dass Mary so wenigstens sah, wie ein Geologe mit der „Anatomie“ eines Landes bekannt wird. In London erschien Lyell, der gebildete, gutaussehende und auch humorvolle Wissenschaftler mit weltmännischem Betragen, oft und wohlgezogen in Gesellschaften und auf Parties.

Er war Mitbegründer des exklusiven Atheneum Club. Auch solche gesellschaftlichen Verpflichtungen wie den Kirchenbesuch nahm er offensichtlich wahr. Darwin entwickelte, schon weil er durch Krankheit behindert war, nie besondere Fähigkeiten für den gesellschaftlichen Umgang und schrieb nach viel Lob leicht ironisch über Lyell:

"Er liebte die Gesellschaft sehr, besonders die Gesellschaft hervorragender Persönlichkeiten und Personen in gehobenen Stellungen, und diese übermäßig große Hochachtung vor der Stellung, die ein Mensch in der Gesellschaft einnimmt, schien mir sein Hauptmangel zu sein. Mit Vorliebe erörterte er mit Lady Lyell völlig ernst die Frage, ob man diese oder jene Einladung zum Diner annehmen solle oder nicht."

Aber der Gesellschaftsmensch in Lyell behinderte offensichtlich nicht den Denker Lyell, der die geologischen Probleme analysierte und beim Nachdenken dann - wie ebenfalls Darwin berichtet - als eigenartige Angewohnheit stehend den Kopf auf eine Stuhllehne neigte.

Im Frühjahr 1838 erschien ein weiteres Buch Lyells, die ebenfalls weite Verbreitung erreichenden „Elemente der Geologie“, das später den Titel „Ein Handbuch der Elementargeologie“ trug.

In den vierziger Jahren folgten zwei mehrmonatige Reisen nach Nordamerika, worüber Lyell auch ins Deutsche übertragene Bücher veröffentlichte. Besonders in dem Buch über die erste Reise überwiegen die geologischen Mitteilungen, und Lyell konnte als Reiseschriftsteller nicht an die Schilderungsfähigkeit der erfolgreichsten Reiseautoren seines Jahrhunderts heranreichen. Aber Lyells Nordamerika-Bücher - bieten viele interessante Details über das Leben in den Vereinigten Staaten in der Mitte des 19. Jh. und können kulturgeschichtlich Interessierten manches bieten.

Lyell hatte zu dieser Zeit seine aktualistische Theorie weitgehend abgeschlossen, aber in Nordamerika konnte er für seine Auffassung wichtige Lokalitäten persönlich besuchen und seine Ansichten präzisieren. Besonders interessierten Lyell die Talbildung im Niagaratal, die Deltabildung an der Mündung des Riesenflusses Mississippi und die erratischen Blöcke in den nördlichen USA und in Kanada. Daneben erhielt Lyell Material zu kleineren Studien, beispielsweise über Kohlevorkommen und fossile tierische Fußspuren.

In den Jahren 1841/1842, zu der Zeit von Lyells erster Reise, bestanden die USA aus 26 Staaten, in denen 17 Millionen Menschen wohnten. Zwischen den schon stark industrialisierten kapitalistisch entwickelten Nordstaaten und den andersartigen Südstaaten mit ihrer Sklaverei, ihren wirtschaftlichen Autarkiebestrebungen und bevorzugten Handelsbeziehungen zu Großbritannien hatten sich schärfere Gegensätze herausgebildet.

Immer neue Siedler trafen aus Europa ein, und unter teilweise grausamer Bekämpfung der Indianer dehnten sich die USA nach dem Westen aus.

Im Süden gerieten die USA in Auseinandersetzung mit Mexiko, im Nordwesten stießen sie mit den Interessen Englands und Russlands zusammen und gerieten mit diesen Staaten in Konflikt um das umstrittene „Oregon“ (nur teilweise mit dem heutigen USA-Staat identisch) bis nahe an kriegerische Verwicklungen.

Lyell bewunderte die raschen wirtschaftlichen Erfolge in den USA: das Emporwachsen neuer Städte, die neuen Verkehrslinien, den Bergbau, den Aufschwung auch der Wissenschaft und Bildung, die Toleranz der vielen religiösen Sekten gegeneinander. Vom Besucher Nordamerikas

meinte er daher:

"... und wirklich kalt müsste sein Gemüt sein; wenn er nicht sympathisierte mit der Frische und dem Hoffnungsvollen eines neuen Landes, und Gefühle hegte wie ein Mensch, der die Blüte des Lebens überschritten hat, wenn er sich in Gesellschaft der Jugend befindet, welche voll ist. von Gesundheit und heiteren Bildern, von Glaube und Vertrauen auf die Zukunft."

Lyell übersah aber bei aller Zurückhaltung auch nicht die Widersprüche und sozialen Ungerechtigkeiten, und besonders der Bericht von der zweiten Reise, der mit dem Höhepunkt des Oregonkonfliktes und mit dem Beginn des Aggressionskrieges der USA gegen Mexiko zusammenfiel, enthielt zahlreiche kritische Bemerkungen.

Der erste Aufenthalt Lyells in Nordamerika dauerte vom August 1841 bis zum August des folgenden Jahres. Nach dem Besuche von Städten wie Boston, New York und Albany waren die Niagarafälle ein großes Erlebnis. Hier studierte Lyell die Zeugnisse für das allmähliche Wandern der Fälle stromaufwärts in Richtung Erie-See, woraus sich ein Anhalt für einige absolute Zahlen für die Erdgeschichte ergab.

Im Süden kamen die Lyells auch mit der Sklaverei in Berührung, als sie zu Gast bei verschiedenen Plantagenbesitzern waren, Von deren Standpunkt beeinflusst verhielt sich Lyell gegenüber der Sklaverei abwartend, wenn auch prinzipiell ablehnend, aber doch ohne jenes leidenschaftliche Eintreten für die Rechte der farbigen Versklavten, wie es Darwin auszeichnete. Die Sklavenhalter wiesen die Angriffe auf die Sklaverei auch mit dem Argument zurück, dass die Lage der juristisch freien Arbeiter in den kapitalistischen Staaten nicht weniger erbärmlich als die der Sklaven wäre.

Die patriarchalischen Verhältnisse böten den Sklaven einen gewissen Schutz. Lyell erkannte, dass bei Aufhebung der Sklaverei den Afroamerikanern in der großen Mehrzahl das zweifelhafte Los des doppeltfreien Lohnarbeiters drohte, wobei ihre bisherige fehlende Qualifikation sie gegenüber der Konkurrenz ihren weißen Leidensgefährten besonders benachteiligen musste.

Lyell meinte, dass die Sklavenbefreiung langsam erfolgen müsse und am Anfang verbesserte Bildung stehen sollte, letztlich eine Utopie. Die Fähigkeiten der Afroamerikaner schätzte Lyell nicht geringer als die der Weißen. Über einen farbigen Unternehmer in Philadelphia meinte er:

"Ich war erfreut zu sehen, dass seine Farbe seinem Emporkommen kein Hindernis gewesen sei und dass er in dem Grade Beifall erlangt habe, als er die Mehrzahl seiner weißen Mitbewerber an Geschicklichkeit überragte."

Andererseits wurde Lyell klar, dass trotz der Propaganda des Nordens gegen den Süden die Afroamerikaner in den Nordstaaten ebenfalls oft nicht gleichberechtigt waren. Schon in der Schulausbildung wurden sie benachteiligt; selbst in den meisten Kirchen erhielten zuerst die Weißen und dann, von diesen getrennt, die Farbigen das Abendmahl.

Lyell fand für diese Rassentrennung keine stichhaltigen Gründe, da in den Südstaaten fast in jedem Hause die Betreuung der weißen Kinder einer farbigen Amme anvertraut war.

Die Lyells erlebten, wie die Plantagenbesitzer des Südens die bestehenden Zustände zu erhalten strebten, durch Druck ebenso wie durch Verdummung. Nach Sonnenuntergang durfte kein Sklave ohne Geleitbrief ausgehen. Negerehen besaßen keine Gesetzeskraft, auch wenn ein Geistlicher die Trauung vollzogen hatte.

Wurde es für wünschenswert erachtet, konnte der Sklavenhalter Familien auseinanderreißen. Von Süd-Carolina berichtet Lyell:

"Eine Nacht in Charleston besuchte ich das Wachthaus, wo eine zahlreiche Wache beständig

unter Waffen steht. Jeder Bürger ist verpflichtet, selbst zu dienen oder einen Stellvertreter sich zu verschaffen; und die Unterhaltung einer solchen Macht, die strengen Gesetze gegen die Einführung von Büchern, welche von der Emanzipation handeln und das Verbot, Sklaven wieder zurückzubringen, welche von ihrem Herren in freie Staaten mitgenommen worden sind, beweist, dass der Eigentümer, ob mit oder ohne Ursache, sehr auf seiner Hut ist."

Diese Beschreibung erscheint wie eine Illustration von Engels klugem Satz, dass eine Nation nicht frei sein kann, die eine andere Nation unterdrückt! Man erstrebte also, den Afroamerikanern jede Bildung zu verweigern, in der Hoffnung, die Menschen in möglichst tiefem Aberglauben und in Unwissen besser beherrschen zu können.

Diese Brachlegung menschlicher Lebensmöglichkeiten wird auch nicht dadurch entschuldbar, dass Lyell feststellte, dass - wenigstens nach seinen Betrachtungen - die Afroamerikaner sich vielfach in einem annehmbaren körperlichen Zustand befanden, die geforderte Arbeitsleistung oft nicht hoch war und die Sklavenarbeit wenig rentabel durchgeführt wurde. Auch konnten gealterte Sklaven vom Besitzer nicht einfach davon gejagt werden.

Darwin als leidenschaftlicher Gegner der Sklaverei war mit Lyells relativ leidenschaftsloser Beurteilung der Sklavenverhältnisse übrigens nicht einverstanden. Der Sezessionskrieg von 1861/65 bereitete allen theoretischen Überlegungen über raschere oder hinausgezögerte Sklavenbefreiung sowieso ein Ende und schuf eine neue Situation, in der Lyell im Gegensatz zu den Geologen Murchison und Sedgwick seine Sympathie den Nordstaaten schenkte, und zwar auch öffentlich, Lyell rechnete zuerst mit einem jahrzehntelangen Kampf und schrieb in einem Brief 1863:

"Ich bin der Hoffnung, dass der Kampf in Amerika im Verlaufe von zwanzig Jahren das Land von dem großen Fluch der Weißen befreien wird, von der Sklavenarbeit, und wenn das so ist, dann wird er aller Opfer an Blut und Gütern wert sein."

Den Winter 1841/42 verbrachten die Lyells teilweise in Philadelphia, teils in New York, Anfang Mai reisten sie über die Alleghanies nach dem Ohio-Tal. Von dieser Reise gab Lyell auch einige Landschaftsschilderungen:

"Auf unserer Reise über die Alleghanies verfolgten wir bis Cumberland und Frostburg den sogenannten National-Weg, welcher eine beträchtliche Anzahl der langen und ununterbrochenen Berggrücken sowie die zwischen ihnen liegenden engen Täler, die alle mit Waldung, namentlich mit Eichen bedeckt sind, durchschneidet.

Die Kornelkirsche mit ihren weißen Blüten fiel sehr in die Augen. Die nordwestlichen Abhänge der Hügel waren mit der in voller Blüte stehenden Azalea bedeckt, die jede Färbung zeigte, von dem blaß Purpurroten bis zum dunkel Karmesinroten."

Die Lyells trafen auch auf Auswanderer, die wegen wirtschaftlicher Schwierigkeiten Pennsylvanien verließen und eine neue Heimat im Westen suchten. Vom Abstieg von den Alleghanies heißt es:

"Zuletzt erreichten wir Laurel Hill (so genannt nach den hier vorkommenden Rhododendrons), dem letzten der parallelen Rücken der Alleghanies. Von dieser Höhe aus hatten wir eine herrliche Aussicht auf das niedrige wellenförmige Land des Westens, welches weit und breit vor uns ausgebreitet dalag und von den Strahlen der untergehenden Sonne gerötet wurde. Zu unseren Füßen lag die kleine Stadt Union ..."

Den Ohio-Fluß abwärts bis Cincinnati, über den Erie-See und die großen Städte Kanadas führte die Reise zurück nach England.

In England wurde Lyell zusammen mit dem großen Physiker Faraday 1844 von dem damaligen

Premierminister Robert Peel beauftragt, die Ursachen einer furchtbaren Schlagwetterexplosion in einer englischen Kohlengrube zu untersuchen - ein Ereignis, das auch F. Engels in seinem Buch „Die Lage der arbeitenden Klassen in England“ (1845) beschrieben hat.

Unter Tage setzte sich Faraday auf einen Sack und fragte die Grubenarbeiter, wo das Pulver aufbewahrt würde. Ihm wurde geantwortet, dass es dafür einen Sack gäbe. Faraday wollte darauf wissen, wo sich dieser Sack befindet. Erschrocken sprang er auf, als man ihm sagte, dass er darauf sitze.

Im September 1845 ging das Ehepaar Lyell auf seine zweite Nordamerika-Reise, die bis zum Juni 1846 währte. Auf der Überfahrt sah Lyell erstmals mit eigenen Augen weißblendende Eisberge, jene Transportmedien seiner Drifttheorie.

Von Portland besuchten die Lyells den 1917 m hohen Mount Washington in den Weißen Bergen des Staates New Hampshire. Nachdem dichte weiße Nebel verschwanden, enthüllte sich vor ihren Augen ein farbenprächtiges Herbstbild:

"Am Hange des Berges unter uns waren tief gefärbte Wälder in ihrem Herbstschmuck zu sehen, die durch eine blendende Sonne beleuchtet wurden; in der Ferne lag eine weite Ebene, die sich ostwärts bis Portland erstreckte, mit vielen silbernen Seen, und dahinter der Ozean und der blaue Himmel."

Zu dieser Zeit hörte Lyell in verschiedenen amerikanischen Städten noch viel von der religiösen Sekte der Milleriten. Ihr Prophet William Miller hatte für den 23. Oktober 1844, also ein Jahr vor Lyells Reise, den Weltuntergang verkündet. Unter seinen etwa 60000 Anhängern brachten viele in baldiger Jenseitserwartung im Herbst 1844 kaum noch die Ernte ein, bauten andere eine Halle für das gemeinsame Warten auf die „Katastrophe“ und legten sich manche am Abend vor dem Untergangstage im Leichenhemd zu Bett.

Während das Ausbleiben der Katastrophe nur wenige Gläubige abtrünnig werden ließ und dem Propheten der vermeintliche Rechenfehler verziehen wurde, mochte Lyell ermessen, welche Rolle wissenschaftliche Aufklärung für die Lebensgestaltung besitzen kann.

Im Winter lebten die Lyells 2 Monate in Boston, lernten wieder viele Einzelheiten des amerikanischen Lebens kennen. Kritische Äußerungen gab Lyell zum amerikanischen Wahlsystem, da nur besonders hartnäckige Personen die aufreibenden Wahlkampagnen durchstehen könnten. Im Februar 1846 erreichten die Lyells New Orleans, in dessen Nähe die geologisch jungen Ablagerungen des Mississippideltas Lyells Interesse besaßen.

Mit einem Schiff fuhren sie zur Mississippimündung. Das weite, von den Flussarmen durchzogene Gebiet war vollkommen eben und erinnerte mit seinen Kanälen und Wasserpumpenanlagen an Holland. Zeitweise umgab sie dichter Nebel, und das Schiff musste beidrehen.

Nach der Rückkehr brachte der anwachsende Ruhm Lyell weitere öffentliche Ehrungen. Die britische Königin ernannte ihn 1848 zum Ritter.

Im Jahre 1850 reiste Lyell mit seiner Frau wieder nach Belgien und Deutschland; sie besuchten unter anderem Berlin, Potsdam, Dresden und die Sächsische Schweiz, Halle, Eisenach und die Wartburg. Wie auf jeder Reise suchte Lyell auch dieses Mal die Bekanntschaft der Geologen des Reiselandes, einschließlich der Amateurforscher. Auf Murchisons Rat fragte er auch in Drogerien und Apotheken nach und ließ sich an örtliche geologische Besonderheiten weisen. Noch zweimal fuhr Lyell in die USA; 1853 im Auftrage der britischen Regierung als Mitglied der Kommission Großbritanniens für die Weltausstellung in New York.

Auf einer Reise ins Riesengebirge (Karkonosze) bestieg Lyell 1856 auch die Schneekoppe (Sniez-

ka) und später das langgestreckte Sandsteinplateau des Hohen Schneeberges (Sneznik) in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz.

Lyell amüsierte sich, als er 1858 in Rom hörte, dass der französische Gesandte an dem Hügel des Vatikan, unter den Fenstern des Papstes, zahlreiche Fossilien sammelte und darüber publizierte, während in der Sapienza, der vatikanischen Universität, Geologievorlesungen damals verboten waren.

7 Der fossile Mensch und die Evolutionstheorie (1855-1863)

Lyell hatte die aktualistische Theorie entwickelt, um die Veränderungen der unbelebten Erdkruste zu erklären. Aber von vornherein bestand ein Widerspruch, wenn für die Erdkruste Veränderungen angenommen wurden, aber die Lebewesen als unveränderlich galten. Und ohne dass es Lyell voraussah, sollte seine Theorie auch für die Begründung der Evolutionstheorie durch Darwin und Alfred Russel Wallace bedeutungsvoll werden.

Der Gedanke der Abstammung der Lebewesen voneinander war schon vor Darwin ausgesprochen worden, und der französische Forscher Jean Baptiste de Lamarck galt als der bedeutendste Repräsentant einer solchen Hypothese. Lyell lernte 1827 die Lamarcksche Abstammungshypothese kennen und las das berühmte Buch „Philosophie zoologique“ des französischen Forschers während einer Reise als junger Jurist in der Originalsprache. Er fühlte sich durchaus angesprochen und schrieb am 2. 3. 1827:

"Seine Theorie erfreute mich mehr als irgendein Roman, den ich jemals las und sehr in der gleichen Weise, denn sie wendet sich an die Einbildungskraft, wenigstens der Geologen ..."

Obwohl Lyell gegenüber dem Freunde Mantell bemerkte, dass er in sich nichts von dem *Odi-um theologicum* spüre, lehnte er aber Lamarcks Auffassung schließlich ab und verwarf auch in den „Principles ...“ den Gedanken der Organismenevolution. Lyell verwies - wie einst Cuvier - auf die von den alten Ägyptern mumifizierten Tiere, welche völlig den heutigen Nachkommen gleichen.

Dabei musste eigentlich gerade Lyell sehr gut wissen, wie gering der Abstand vom alten Ägypten zur Gegenwart ist angesichts der Dimensionen der Erdgeschichte.

Das nicht abzuleugnende häufige Auftreten neuer Arten in der Erdgeschichte blieb ein offenes Problem. Briefe an J. F. Herschel, Sedgwick u. a. zeigen uns, dass sich Lyell schon in den dreißiger Jahren immer wieder mit dieser Frage beschäftigte.

In den vierziger Jahren des 19. Jh. erschien in England anonym das Buch „Vestiges of the Natural History of Creation“ (in Deutsch erschienen als „Natürliche Geschichte der Schöpfung“), das wiederum die Evolution zu begründen suchte. Als Verfasser wurde später Robert Chambers ermittelt. Lange Zeit, zog man als Verfasser dieses Buches die verschiedensten Autoren in Erwägung, von dem Dichter Thackeray über Lord Byrons Tochter Ada und den Prinzen Albert bis zu Ch. Lyell.

Lyell gehörte ungeachtet seiner Skepsis gegenüber der Evolutionsvorstellung zu jenem engeren Freundeskreis Darwins, der oft miteinander korrespondierte und viele Fragen über die Geschichte von Erde und Leben miteinander besprach, Lyell war schließlich der entscheidende Mann, der Darwin zur Publikation seines Buches ermunterte.

Im September 1855 veröffentlichte der damals im Malayischen Archipel forschende Wallace eine kurze Arbeit, welche die Evolution nahelegte, indem sie unter anderem die Tatsache betonte, dass keine Organismenart zweimal in die Erdgeschichte eintrat und miteinander verwandte Arten in unmittelbar aufeinanderfolgenden Schichten vorkommen.

Lyell, offensichtlich davon beeindruckt, begann im November des gleichen Jahres mit Eintragungen zur Speciesfrage in seine Notizbücher, die 1961 wieder aufgefunden worden sind und seine Beschäftigung mit diesen Problemen belegen. Mitte April 1856 weilten die Lyells 4 Tage als Gäste bei der Familie Darwin in Down, und Darwin legte am letzten Besuchstag erstmals

Lyell seine Selektionstheorie vor.

Lyell empfahl Darwin baldige Veröffentlichung seiner Gedanken. Als Wallace eine weitere Arbeit an Darwin sandte und darin ebenfalls die Selektionstheorie begründet, vermittelte vor allem Lyell jene Lesung von Wallaces Arbeit und von Auszügen aus Manuskripten und Briefen Darwins vor der Londoner Linnean Society, die meist als die eigentliche Geburtsstunde der Darwinschen Evolutionstheorie betrachtet wird.

Im November 1859 erschien dann Darwins berühmtes Buch „Über die Entstehung der Arten“, dessen Druckfahnen Lyell kurz vorher schon gelesen hatte.

Lyells aktualistische Geologie hatte sowohl für Darwin als auch für Wallace, der zu ähnlichen Schlüssen wie Darwin gelangt war, entscheidende Voraussetzungen geliefert.

Die Widerlegung der Katastrophentheorie mit ihrer öfteren Vernichtung und anschließenden Wiederentstehung von Tieren und Pflanzen auf dem Festland machte die durch die gesamte Erdgeschichte hindurchgehende, kontinuierliche Evolution überhaupt erst denkbar. Zum anderen war Darwin von Lyell angeregt worden, für die Organismenevolution ebenso beobachtbare, erforschbare Vorgänge festzustellen, wie sie die Geologen zur Erklärung der Veränderungen der anorganischen Natur ermitteln.

Beobachtbare, heute noch ablaufende Vorgänge, waren für Darwin Variabilität, Übervermehrung und Auslese.

Die Möglichkeit, den Evolutionsprozess auf beobachtbare, heute wie früher verlaufende Vorgänge zurückzuführen, war für die Anerkennung des Evolutionsgedankens bedeutend.

Darwin schrieb später (1875) einmal über Lyell:

"Ich vergesse niemals, dass ich beinahe Alles, was ich in der Wissenschaft geleistet habe, dem Studium seiner großen Werke verdanke."

Diese Huldigung verschweigt allerdings, dass Lyell die Evolution bis 1858/59 ablehnte. Aber es besteht eben manchmal ein Unterschied zwischen dem, was ein Autor meint und schreibt, und jenem, was ein anderer an Anregung von ihm entnimmt.

Die Evolutionstheorie beeinflusste andererseits die aktualistische Vorstellung. Waren auch die Evolutionsvorgänge in den verschiedenen Zeitaltern vielfach dieselben, so waren es deren Ergebnisse, nämlich die Tier- und Pflanzenarten, nicht. Es gab keine Wiederholung ausgestorbener, verschwundener Formen, Die Geschichte des Lebens bot sich als unumkehrbarer Prozess. Die gleichartigen Umbildungsvorgänge führten dennoch zu einer Höherentwicklung.

Lyell schloss sich Darwins Lehre nicht ohne Zögern und inneres Widerstreben an. Lyell hatte immerhin 1859 schon das sechzigste Lebensjahr überschritten, und in diesem Alter bleiben manche Wissenschaftler neuen Ideen gegenüber ablehnend und verschlossen.

Lyell hatte um 1842 einmal zu Darwin gesagt, dass es wegen dieses Altersstarrsinnens am besten wäre, wenn alle Wissenschaftler vor ihrem 60. Lebensjahre stürben. Nun, da Lyell selbst dieses Alter erreicht hatte, wollte er allerdings doch lieber weiterleben und bemühte sich auch um weitgehendes Verstehen und Akzeptieren der Evolutionslehre.

Lyell blieb aber bei der Meinung, dass man Darwins Gedanken nur den Rang einer Hypothese, nicht aber einer Theorie, zuerkennen könne.

Als ein Buch, das bis zu gewissem Grade ein Beitrag zur Evolutionstheorie war, veröffentlichte Lyell 1863 sein ebenfalls weitbekannt gewordenes Werk „Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika“.

Es erschien damit in demselben Jahre wie Huxleys berühmtes Buch „Zeugnisse über die Stellung des Menschen in der Natur“, das die großen Ähnlichkeiten im Körperbau der höheren Affen und des Menschen beschrieb und damit die Herkunft des Menschen aus affenähnlichen Vorfahren nachzuweisen suchte.

Lyells Buch über das Alter des Menschengeschlechts war inhaltlich recht uneinheitlich, und die britische Zeitschrift „Saturday Review“ nannte es Lyells Trilogie vom Alter des Menschen, dem Eise und Darwin. Es erregte aber Aufsehen, hatte Erfolg, und bald waren 5000 Exemplare verkauft. Noch im Jahre des Ersterscheinens ging es erneut in Druck, lag ein Jahr später in der Übersetzung von Ludwig Büchner auch in deutscher Sprache vor und erschien gleichzeitig in Französisch. F. Engels schrieb 1863 an K. Marx:

"Ich habe die neuen Sachen von Lyell und Huxley gelesen, beide sehr interessant und recht gut. Lyell hat noch mehr Phrase, aber auch einige feine Witze ..." (MEGA, 30, S. 338).

Engels betrachtete das Buch Lyells als Beitrag gegen die Religion.

Engels führte nach der Lektüre dieses Buches Marx vor Augen, welche lange Zeit wissenschaftliche Erkenntnisse, die mit der Tradition brechen, zur Durchsetzung brauchen, wie z. B. das Akzeptieren des hohen Alters der Menschheit, „Solche Lausekerls sind die Altväter der Wissenschaft“, meinte er.

Die Herkunft des Menschen von tierischen Vorfahren war ohne Zweifel das erregendste Kapitel in der Evolution der Organismen. Im 18. Jh. hatte man in spekulativer Weise schon darüber diskutiert, Lamarck hatte es vorsichtig angedeutet. Darwin war dem Problem in seinem Werke von 1859 aus dem Wege gegangen.

Bei der aufsehenerregenden Auseinandersetzung zwischen T. H. Huxley und dem Bischof von Oxford 1860 stand die Menschenabstammung im Mittelpunkt des Streitgesprächs, und es wurde klar, dass sie auf der Diskussion um die Evolutionstheorie nicht ausgeklammert werden konnte.

Von Cuvier stammte die oft wiederholte Behauptung, dass es keinen „fossilen Menschen“ gibt. Dieser Satz muss aus der Sicht der Cuvierschen Katastrophentheorie verstanden werden. Danach wurde angenommen, dass die zuletzt ausgestorbenen Säugetiere die Opfer der letzten erdgeschichtlichen Katastrophe wurden. Der Mensch sollte zu dieser Zeit noch nicht gelebt haben, und folglich konnten Knochen ausgestorbener Tiere niemals ein gleiches Alter wie Menschenknochen besitzen. Immerhin ließ Cuvier aber offen, dass Menschen einige beschränkte Gegenden bewohnt haben, von wo aus sie die Erde nach jenen furchtbaren Ereignissen wieder bevölkerten.

Der Satz von der Nichtexistenz des fossilen Menschen wurde für viele zur Lehrmeinung. Aber in den frühen dreißiger Jahren des 19. Jh. wurden in verschiedenen Höhlen fossile Menschenreste oder Menschenerzeugnisse zusammen mit den Knochen ausgestorbener Tiere gefunden.

Erforscher solcher Fundplätze, wie Christol, Tournal jr., der von Lyell 1828 in seiner Heimatstadt Montpellier besuchte Geologieprofessor Pierre-Marcel-Toussaint des Serres, der jung verstorbene belgische Arzt Philipp-Charles Schmerling, waren von dem einstigen Zusammenleben der fossilen Tiere mit früheren Menschen zumindestens an etlichen Orten überzeugt.

In Deutschland war für das Zusammenleben von Mensch und ausgestorbenen Säugetieren immer wieder eine Höhle bei Bad Köstritz (nördlich von Gera) im Gespräch. Das Überleben des Menschen beim Aussterben verschiedener großer Säugetiere legte die Vorstellung nahe, dass die vermutete letzte Katastrophe nicht allzu schlimm gewesen sein konnte - oder gar eine

Fiktion war.

Andere meinten allerdings, das heutige Zusammenvorkommen von Tier- und Menschenresten beruhe nur auf späterem Zusammenschwemmen. Die Diskussion um den „fossilen Menschen“ zog sich durch die Jahrzehnte weiter, und Funde wie der Neandertalschädel von 1856 oder Bearbeitungsspuren an den Knochen ausgestorbener Tiere, von E. A. I. H. Lartet 1860 gefunden, belebten sie stets aufs neue.

Für Lyell, der die Katastrophen ablehnte, musste eine scharfe Trennung der Lebenszeit der zuletzt ausgestorbenen Tiere und des ersten Auftretens des Menschen von vornherein wenig wahrscheinlich sein. Es wäre höchstverwunderlich gewesen, wenn der Mensch erst aufgetreten wäre, als keine Tierart mehr verschwand. Einige Tierarten, wie Ur, Dronte und Stellersche See-kuh, waren zudem nachweislich erst in historischer Zeit, unter der Einwirkung des Menschen, verschwunden.

Lyell stellte in dem Buche von 1863 die ihm bekannt gewordenen Fälle zusammen, wo Menschenreste gemeinsam mit ausgestorbenen Tieren entdeckt worden waren, und versuchte, aus der Art der Begleitfossilien zu ermitteln, wie weit die Vorgeschichte des Menschen zurückreicht.

Die Anerkennung eines höheren Alters für das Erscheinen des Menschen auf der Erde musste dabei noch nicht die Anerkennung seiner Abstammung aus dem Tierreich einschließen. Einen Teil der Fundorte hatte Lyell auf seinen Reisen selbst besichtigt und mit den Erforschern solcher Plätze gesprochen und diskutiert. Fossile Menschen- und Tierreste fanden sich dabei nicht nur in Höhlen, sondern auch in etlicher Höhe über heutigen Flussauen, in Schotterterrassen, die von dem einst höheren Niveau der Flussbetten zeugten, z. B. hoch über den heutigen Flussbetten der Somme, Oise oder Themse.

Jacques Boucher de Crevecoeur Perthes fand Feuersteinwerkzeuge in solcher Flussschotterterrasse der Somme bei Abbeville (Picardie), andere fanden sie bei Amiens. Weitere Fundmöglichkeiten für das gemeinsame Vorkommen von Tier- und Menschenresten bot der Löß. Bei Le Puy im Zentralplateau fanden sich Menschenknochen im Vulkantuff und bewiesen, dass vor langer Zeit lebende Menschen noch Zeugen früherer Vulkantätigkeit im heutigen Frankreich waren.

1858 übernahm die Royal Society (Königliche Gesellschaft) von Großbritannien die Kosten für eine sorgfältige Durchforschung der 1859 von Lyell besuchten Brixham-Höhle bei Torquay (Devonshire), wo sich neue Beweise für die Gleichzeitigkeit von Höhlenbär und Steinwerkzeugen ans Tageslicht bringen ließen.

Den Hintergrund für die Geschichte der frühen Menschheit in den heute gemäßigten Breiten der nördlichen Erdhemisphäre bildet aber die Eiszeit, und Lyell widmete daher große Teile seines Buches dieser merkwürdigen Periode der Erdgeschichte. Auch jetzt hielt er die Drifttheorie noch für viele Gebiete der Erde für gültig.

Als Ursache der Temperaturabnahme erschien ihm eine hypothetische Golfstromablenkung sympathisch, obwohl dann die Vereisung Nordamerikas nicht gleichzeitig mit der Europas zu denken wäre. Aber er spekulierte auch über eine mögliche frühere Meeresbedeckung der Sahara, was die Temperatur in Europa gesenkt haben musste. Alle Menschenreste sollten aber jünger als jenes Meer sein, das die Eisschollen mit ihren Gesteinsblöcken trug.

Ein dritter Hauptgegenstand des Buches war der Löß, jene feinkörnige Ablagerung, die in Mitteleuropa große Gebiete am Nordrand der Mittelgebirge bedeckt. Lyell führte den Löß allein auf Flusstätigkeit zurück und verglich ihn mit dem Schlamm des Ganges in Indien. Erst der Chinareisende Ferdinand von Richthofen fand, dass Löß vom Winde abgelagert wird. Es sei

aber dahingestellt, wie weit Lyell feinkörnige Flussablagerungen, sogenannten Auenlehm, und richtigen Löß unterscheiden konnte.

In den abschließenden Kapiteln des Buches von 1863 bekennt sich Lyell zur Evolutionstheorie und bezieht den Menschen in die Evolution der Organismenwelt ein. Im privaten Bereich behielt Lyell aber eine abwartende Haltung. In einem Brief an Darwin bezeichnete sich Lyell als „halb-bekehrt“, und an Thomas S. Spedding schrieb er 1863:

"Die Frage des Ursprungs der Arten gab viel zu denken, und du kannst wohl glauben, dass es mich einen Kampf kostete, meinen alten Glauben aufzugeben."

An den bedeutenden Botaniker und Darwin-Anhänger Sir Joseph Dalton Hooker schrieb Lyell ebenfalls 1863:

"Jedoch bekenne ich mich schuldig, dass ich in meinem Denken über die Transmutation weitergehe als in meinen Gefühlen und meiner Vorstellungskraft, und vielleicht deshalb werde ich mehr Menschen zu Darwin und zu Dir führen als einer, der ... später geboren wurde und vergleichsweise wenig an alten und langen hochgeschätzten Ideen aufgibt."

Obwohl Lyell in dem Buche „Das Alter des Menschengeschlechts ...“ sich prinzipiell für die Abstammungslehre ausgesprochen hatte, blieb Darwin unzufrieden und schrieb das Lyell auch, denn an seiner Meinung, den er „als ... alten hochgeschätzten Führer und Lehrer“ verehrte, war ihm viel gelegen. Schließlich hatte eine Zeitschrift geschrieben, dass Lyell das Publikum im Nebel halten wolle. In einem Briefe (24. 2. 1863) an Hooker spottete Darwin über Lyells Vorsicht:

"Und das Beste an dem Scherze ist, dass er glaubt, er habe mit dem Mute eines Märtyrers aus alten Zeiten gehandelt."

Darwin hatte allerdings zunächst die Abstammung des Menschen aus seinen Darlegungen ganz ausgeklammert und war zu harten Auseinandersetzungen auch nicht geneigt.

Lyell nahm an Darwins Arbeiten weiterhin Anteil und freute sich, auch, als ihm der deutsche Naturforscher Ernst Haeckel ein Exemplar seines Buches „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ zuschickte. Besonders kritisch blieb Lyell gegenüber der Selektionstheorie und schrieb an Darwin:

"... Ich fühle, dass die fortschreitende Entwicklung oder Evolution nicht vollständig durch die natürliche Auslese erklärt werden kann, ich begrüße eher Wallaces Vorstellung, dass ein höchster Wille und eine höchste Macht vorhanden sein mögen, welche ihre Funktion der Einmischung nicht aufgeben und die Kräfte und Gesetze der Natur lenken mögen."

Unerklärbar bliebe beispielsweise die Entstehung musikalischer Fähigkeiten, die doch keine Rolle beim Kampf ums Überleben spielten, ein Problem, für das August Weismann eine Erklärung im Rahmen der Selektionstheorie suchte.

Lyells Ringen um die Anerkennung der Abstammungslehre, der er so entscheidend den Weg geebnet hatte, die aber seinen anerzogenen Vorstellungen nicht so recht entsprach, darf wohl als bemerkenswertes Zeugnis für das Mühen um Neudenken bei einem älteren schöpferischen Wissenschaftler dienen. Es ist psychisch sicherlich ein großer Unterschied, ob man eine bestimmte Auffassung in der Jugend als nahezu selbstverständlich gelehrt bekommt, oder ob man sie erst im späteren Leben, unter dem Eindruck bestimmter Tatsachen, fast notgedrungen akzeptieren muss.

In diesen Fällen wird ein Wissenschaftler noch unzureichend begründeten Teilen einer neu-

en Lehre besonders kritisch gegenüberstehen. Das Akzeptieren neuer Ideen ist sicherlich eine der notwendigsten, aber auch schwierigsten Aufgaben für einen alternden Gelehrten, Starres Festhalten an Konzeptionen, die ihre Bedeutung verlieren, war Ursache mancher Tragödie im Leben von Wissenschaftlern,

8 Alter und Nachklang (1863-1875)

Am Abend seines Lebens konnte Lyell noch einige Reisen unternehmen und empfing weitere Ehrungen. So wurde er Baronet.

Im April 1864 reiste Lyell mit seiner Frau nach Südengland und besuchte Orte, in denen er in seiner Jugend geweilt hatte. Das Weihnachtsfest 1864 und den folgenden Jahreswechsel verlebte das Ehepaar Lyell in Berlin und schloss hier persönliche Bekanntschaft mit manchen bedeutenden Gelehrten in der aufstrebenden preußischen Hauptstadt.

Sie trafen die Geologen Ferdinand Roemer und H. E. von Beyrich, den Paläontologen Adolf von Koenen, den Mineralogen Gustav Rose, den Zoologen und Paläontologen Christian Gottfried Ehrenberg, den Physiker Heinrich Gustav Magnus, den Ägyptologen Karl Richard Lepsius, den Physiologen Emil du Bois-Reymond.

Mit einer preußischen Prinzessin wurde Darwins Theorie erörtert. Im Sommer 1865 reisten die Lyells in die Alpen und besichtigten den Aletschgletscher und die Erdpyramiden von Bozen.

Auch in der Öffentlichkeit war Lyell weiterhin tätig. Während des nordamerikanischen Bürgerkrieges wirkte Lyell in der Emancipation Society, die den Kampf des Londoner Gewerkschaftsrates unterstützte, um die britische Regierung an Waffenhilfe für die Südstaaten zu hindern. Das gelang, obwohl große Teile der herrschenden Kreise Großbritanniens aus geschäftlichen und anderen Gründen mit den aus der Union ausgetretenen Südstaaten sympathisierten und viele Arbeiter wegen der Einstellung der Baumwollimporten arbeitslos wurden.

Vom Verhalten der europäischen Staaten hing in vielem der Erfolg der Nordstaaten ab. Am 29. 1. 1866 schrieb Jenny Marx in einem Brief an das führende Mitglied in der I. Internationale, Johann Philipp Becker:

"In religiöser Hinsicht geht jetzt in dem verdumpften England eine bedeutungsvolle Bewegung vor sich. Die ersten Männer der Wissenschaft, Huxley, (Darwins Schüler) an der Spitze, mit Charles Lyell, Bowring, Carpenter usw. geben in St. Martin's Hall höchst aufgeklärte, wahrhaft kühne, freigeistige Vorlesungen für das Volk, und zwar an Sonntagabenden, gerade zu der Stunde, wo sonst die Schäflein zur Weide des Herrn pilgerten."

Jenny Marx berichtet weiter, dass die Vorlesungen stark besucht waren und die Geistlichkeit mit der Begründung, dass die Sonntagsruhe gestört würde, einen Gerichtsprozess anstrebte. Zur Unterstützung führten die Vorlesungsteilnehmer eine Geldsammlung durch, damit die Verklagten nicht mittellos in einen Prozess gehen müssten.

Lyell soll aber - nach einem Bericht anderer - über den Physiologen William Benjamin Carpenter böse geworden sein, als dieser bei der Behandlung der Menschwerdung die Geistlichkeit angriff.

Am Ende von Lyells Leben und auf dem Höhepunkt von Darwins Laufbahn erfuhr die Evolutionstheorie noch einen gefährlichen Angriff von dem Physiker Lord Kelvin. Aus dem Abkühlungsgesetz, wie es in der Wärmelehre entwickelt worden war, suchte Lord Kelvin die Abkühlungsgeschwindigkeit der Erde und damit die Zeitdauer seit dem Beginn der immer noch vielfach angenommenen Abkühlung vom glutflüssigen Stadium zu berechnen.

Der Physiker Kelvin gelangte für die Erdgeschichte zu einem Wert von nur 20-30 Millionen Jahren, und diese Zeitdauer war sowohl für die allmähliche Umbildung der Erdkruste gemäß der aktualistischen Auffassung wie für die allmähliche Organismenumbildung zu gering.

Zwischen den Theorien aus Geologie, Biologie und Physik gab es Widersprüche. Die wissen-

schaftlichen Aussagen stimmten nicht überein. Viele Wissenschaftler wurden von den anscheinend so physikalisch exakten Angaben beeindruckt, und es war sicherlich nicht leicht, sich wissenschaftlich zwischen den Angaben des Physikers und den Aussagen des Geologen und Evolutionsbiologen zu entscheiden.

Darwin entschied, dass er selbst mit der langsamen Umbildung der Organismen recht habe und die Physiker die Fehler ihrer Behauptung zu suchen hätten. Kurz nach dem Jahre 1900 „gab“ die Physik mit der Berechnung des Bildungsalters von Mineralien, welche radioaktive Elemente enthalten, der Geologie die Hunderte von Jahrmillionen „zurück“.

Die möglichen Temperaturänderungen der Erdkruste wurden im Verlaufe der Erdgeschichte als ein komplizierter Prozess, als eine einfache langsame Abkühlung erkannt.

Die letzte größere Reise des Ehepaares Lyell führte 1872 noch einmal nach Südfrankreich, wo die Höhlen von Aurignac besucht wurden. Aber das, Alter machte sich bemerkbar!

Im Frühjahr 1873 starb Mary Lyell. Der Verlust seiner etwa 12 Jahre jüngeren, begabten und verständnisvollen Frau, mit der er vierzig Jahre zusammengelebt hatte, traf Lyell schwer. Ihn überkam das Gefühl, dass nun das Leben fast vorbei wäre. Nur die Hoffnung auf einige mögliche weitere Beiträge für die Wissenschaft konnte ihn aufrecht erhalten.

Noch einmal fuhr er nach Zürich, zu dem erfolgreichen Paläontologen Oswald Heer, dem Erforscher der vorzeitlichen Insekten und dem Entdecker wichtiger Tertiärfloren. Im Jahre 1874 ließ Lyells Sehkraft stark nach.

Er verbrachte einige Wochen in Forfarshire auf dem Familienbesitz und zog dann wieder nach London. In der zweiten Februarhälfte des Jahres 1875 starb Lyells Bruder Colonel, mit dem er zuletzt fast täglich zusammen war. Am 22. Februar starb Charles Lyell selbst.

Seine Freunde hatten schon längere Zeit mit dem Ableben des Erkrankten gerechnet, aber der erfolgte Tod betrückte sie sehr. Der große Pflanzengeograph J. D. Hooker, als damaliger Präsident der Royal Society, und andere Wissenschaftler beantragten, dass - wie andere Große des Landes - auch Lyell in der Westminster Abbey, der Begräbnisstätte der berühmten Engländer, beigesetzt wird. In der Begründung des Antrages hieß es:

"Für ein halbes Jahrhundert übte er einen außerordentlich bedeutenden Einfluss auf die Entwicklung der geologischen Wissenschaft aus und war während der vergangenen fünf und vierzig Jahre der bedeutendste Geologe der Welt gewesen, in gleicher Weise berühmt wegen des Umfangs seiner Arbeiten und der Breite seiner philosophischen Ansichten."

Acht bedeutende Wissenschaftler trugen den Sarg, der Dean von Westminster stand der Trauerfeier vor und hielt am folgenden Sonntag eine Traueransprache. Eine Büste und ein Grabstein aus Marmor von Derbyshire wurden zu Ehren Lyells errichtet.

Lassen wir zusammenfassend noch einmal die Lyells Wesen bestimmenden Charakterzüge und Haltungen vorüberziehen!

Politisch hatte sich Lyell im Sinne der bürgerlichen Demokratie geäußert, und er fühlte sich als Bürger eines aufgeklärten, fortschrittlichen Staates mit Denkfreiheit. Er wusste vom Elend der arbeitenden Klassen, nahm dazu aber zu wenig Stellung. Andererseits beklagte er mehrfach die Zustände in den reaktionären europäischen Festlandsstaaten.

Er verurteilte den Krieg Frankreichs gegen Spanien und den Krieg der USA gegen Mexiko. Im Jahre 1851 meinte er in einem Briefe:

"Niemals waren so viele von den besten Menschen der zivilisierten Welt eingekerkert wie jetzt."

Zur Sklavenbefreiung hatte er sich zunächst vorsichtig geäußert, stellte sich aber nach dem Ausbruch des amerikanischen Sezessionskrieges auf die Seite der Nordstaaten.

Im religiösen Denken löste er sich nicht vollständig von der Vorstellung einer übergeordneten Autorität, trat aber für Toleranz und Denkfreiheit ein. Wie die Römer solle man die Meinung vertreten, dass alle Religionen wahr wären. Er beklagte einmal, dass ein britischer Offizier in Burma Tempelzerstörungen zuließ. Höhere Geistliche sollten nach Lyells Ansicht keine Lehrstühle für Naturwissenschaften besetzen.

Über die Unvereinbarkeit der Geologie und anderer moderner Naturwissenschaften mit dem mosaikalen Schöpfungsbericht war er sich im klaren. Darwin schrieb über Lyell in seiner Autobiographie:

"Er war ... durchaus liberal in seinen religiösen Glaubensansichten, oder vielmehr Unglauben; er war aber eifriger Theist."

Lesenswert ist ein Brief Lyells an Miss F. P. Cobbe, in dem er seine Gedanken über den Wert der wissenschaftlichen Aufklärung für das Glück der Menschen zusammenfasste:

"Mir wurde gesagt, wenn irgendeine unserer traditionellen Glaubenslehren uns glücklicher macht und uns dazu führt, die Menschlichkeit höher einzuschätzen, dann sollten wir uns nicht darum bemühen, dafür irgendeine wissenschaftliche Wahrheit zu setzen, welche unsere Einschätzung von der Stellung des Menschen in der Natur verringern und erniedrigen würde; kurz, wir sollten nichts unternehmen, um den Glauben eines Menschen zu verwirren, wenn es eine Täuschung ist, welche sein Glück vermehrt.

Aber ich hoffe und glaube, dass die Entdeckung und Ausbreitung jeder Wahrheit und die Verbannung jedes Irrtums dahin führt, die Lage des Menschen zu heben und zu bessern, obgleich die Ablösung hergebrachter Gedanken und Einrichtungen so viel Qual und Schmerzen verursacht."

Fähigkeiten und Charakter Lyells schätzten seine Freunde insgesamt hoch. Darwin schrieb:

"Wie es mir erschien, war sein Geist durch Klarheit, Vorsicht, gesundes Urteil und ziemlich viel Originalität ausgezeichnet. Wenn ich irgendeine Bemerkung über Geologie gegen ihn äußerte, ruhte er nicht eher, bis er den ganzen Fall klar übersah, und bewirkte es dadurch häufig, dass ich selbst es klarer ansah als vorher ...

Eine zweite charakteristische Eigentümlichkeit war seine herzliche Sympathie mit den Arbeiten anderer wissenschaftlicher Männer... Sein Entzücken an der Wissenschaft war leidenschaftlich, und er fühlte das lebhafteste Interesse an dem künftigen Fortschritt der Menschheit."

Eine prägnante Zusammenfassung von Lyells Bedeutung bieten wohl Darwins Worte:

"Wie vollständig hat er die Geologie revolutioniert: denn ich kann mich etwas an die Vor-Lyellsche Zeit erinnern."

In späterer Zeit wurde manchmal von zwei herausragenden Revolutionen im wissenschaftlichen Denken gesprochen. Die erste war die „copernicanische Wende“, die zweite sollte das Werk der drei Männer Hutton, Lyell und Darwin sein.

Über die Gültigkeit der aktualistischen Auffassung wurde bis in unsere Tage weiter diskutiert.

Wertvolle Beiträge zum Aktualismusproblem lieferte am Ende des 19. Jh. und später der in Jena und Halle lehrende Geologieprofessor Johannes Walther, der früher weiten Kreisen durch seine vorbildlich klar geschriebenen populärwissenschaftlichen Bücher über Erdgeschichte bekannt gewesen war. Er untersuchte unter anderem die Bildung verschiedener Sedimente in der

Gegenwart, besonders die Bildung von Kalken durch Meeresalgen. Er betonte, dass im Unterschied zu Lyells ursprünglicher Meinung nicht zu jeder Zeit jedes Gestein entstehen konnte, zumal jene Gesteine nicht, die unter Mitwirkung von Organismen hervorgebracht wurden.

Einst lebten nämlich andere, längst verschwundene Tiere und Pflanzen. Es entstünden heutzutage auch nirgends auf der Erde Gesteinbildungen, die dem Kupferschiefer und dem Solnhofener Plattenkalk vergleichbar wären. Das heißt aber nicht, dass die Entstehung solcher Gesteine nicht ebenfalls erklärbar, ja bis zu gewissem Grade im Laboratorium nachahmbar wäre. Prinzipiell solle die aktualistische Anschauung gültig sein; um aber einen Unterschied zu den Vorstellungen Lyells zu betonen, nannte Walther seine Ansicht die „ontologische Methode“. Der Begriff bürgerte sich aber nicht ein.

Walther studierte fernerhin die Wüstenbildungen der Gegenwart und erkannte darauf die roten Sandsteine des Rotliegenden und der Buntsandsteinzeit als Erzeugnisse vergangener, also fossiler Wüsten, bot also ein treffendes Beispiel für aktualistische Erdgeschichtsforschung. Andere Forscher, beispielsweise Erich Kaiser betonten, dass die ersten Landpflanzen erst nach der Silur-Zeit erschienen. In den älteren Perioden der Erdgeschichte waren also alle Festländer pflanzenleere Wüsten, unabhängig von der Niederschlagsmenge, die auf ihnen niederging. Regenwüsten aber sind heute unbekannt. -

K. Andree verwies darauf, dass immer wieder einmal auch Vorgänge entdeckt werden, die man bisher noch nicht beobachtet hatte und die bezeugten, dass nicht alle Phänomene der Erdkruste schon bekannt sind. Eine solche Erscheinung war der Aufstieg eines Lavapropfens im Krater des Vulkans Mont Pele auf der Antillen-Insel Martinique und der folgende verheerende Gasausbruch dieses Vulkanberges.

Hans Stille gelangte in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts zu der Ansicht, dass die Gebirgsbildungen nur relativ kurz dauerten. Allerdings sollten die Zeiten für die Gebirgsbildungen noch immer so lang sein, dass die aktualistische Auffassung im wesentlichen gültig blieb, also die aus dem normalen Verlauf der Ereignisse herausragenden Gebirgsbildungen Jahrmillionen trotz allem währten.

Mit dem Namen Lyells ist keine spezielle einzelne Entdeckung eines Phänomens oder eines Gesetzes von bleibender Gültigkeit verbunden, aber in der Abfolge von Theorien, die unsere Kenntnis von der Vergangenheit der Erde zunehmend bereicherten, nimmt er mit seinem Beitrag eine herausragende Stellung ein.

Seine anregende Wirkung ging sogar über seine ursprüngliche Absicht hinaus, indem er nicht nur die Umgestaltung der Erdkruste erklärte, sondern auch eine ganz wesentliche Anregung für die Auffindung der Organismenentwicklung bot.

Unabhängig davon, welche weiteren Einblicke die geologische Forschung in die Tiefen der Vergangenheit noch gewinnen wird und welches Material an neuen Tatsachen ihr eines Tages zur Verfügung steht, es wird Lyells Verdienst bleiben, die Geologie auf eine neue Grundlage gestellt und mit einer anregenden und tragfähigen Theorie ausgestattet zu haben.

So steht Lyells Name in der Reihe jener Männer wie Hutton, F. W. Herschel, Lamarck, Cuvier und Darwin, welche ihr Wirken auf die Vergangenheit der Welt lenkten und der Menschheit ein wissenschaftliches Weltbild gaben.

9 Chronologie

- 1797 Ch. Lyell wird am 14. 11. auf dem Familienbesitz Kinnordy in Schottland geboren.
- 1816-19 Jura-Studium am Exeter-College in Oxford.
- 1817 Aufenthalt in Yarmuth, Studium der Laufveränderungen des Flusses Yare. Ausflug nach der Insel Staffa / W-Schottland.
- 1818 Kulturgeschichtlicher Familienausflug der Familie Lyell nach Frankreich, der Schweiz und nach Oberitalien.
- 1819 Lyell wohnt in London, wird Mitglied der Geologischen Gesellschaft und der Linne-Gesellschaft in London. Er erwirbt den akademischen Grad eines B. A. (Bachelor of Arts, Bakkalaureus).
- 1820 Reise mit dem Vater nach Italien, bis Rom.
- 1822 Exkursion nach Winchelsea, Studium eines vom Meer freigegebenen Landstückes.
- 1823 Mit W. Buckland Exkursion auf die Insel Wight; Aufenthalt in Frankreich, hier u. a. Bekanntschaft mit G. Cuvier.
- 1824 Exkursion in England und Schottland, teilweise mit C. Prevost und Buckland.
- 1826 Lyell wird Mitglied der Royal Society.
- 1827 Lyell liest J. B. de Lamarcks „Philosophie zoologique“ (von 1809).
- 1828-29 Geologische Studienreise, teilweise mit R. I. Murchison, nach Zentralfrankreich, besonders der Auvergne, und nach Unteritalien und Sizilien (Ätna).
- 1830 Studien in den Pyrenäen und in NO-Spanien, besonders im Vulkangebiet von Olot.
- 1831 Lyell auf dem Lehrstuhl für Geologie am King's College in London (bis 1833).
- 1831 Reise nach Mitteleuropa, bes. in die Eifel.
- 1832 Heirat Lyells mit Mary Horner. Reise nach dem Oberrheingebiet und nach Oberitalien.
- 1833 Reise ins Rheintal und nach Süddeutschland.
- 1834 Zehnwöchige Reise nach Skandinavien, Studium der Küstenhebung.
- 1835 Reise in die Schweiz, Aufenthalt im Berner Oberland.
- 1837 Reise nach Dänemark und Norwegen.
- 1840 Exkursion in die Normandie und in die Touraine.
- 1841-42 Erste Reise nach den USA und nach Kanada.
- 1845-46 Zweite Reise nach Nordamerika.
- 1850 Reise nach Mitteleuropa, u. a. ins Elbsandsteingebirge.
- 1853,54 Nochmalige Besuche in Nordamerika.
- 1853-54 Reise nach den Kanarischen Inseln.
- 1856 u. folgende Jahre: Reisen auf den europäischen Kontinent, z. B.
- 1857 in die Schweiz, Besuch von Höhlen in Belgien,
- 1858 in Süditalien,
- 1863 Besuch von Höhlen in Belgien,
- 1864-65 in Deutschland, u. a. in Berlin,
- 1865 in den Alpen. Danach vor allem Reisen in Großbritannien.
- 1872 In Süd-Frankreich, u. a. in den Höhlen von Aurignac.
- 1873 Tod von Mary Lyell. Lyell reist noch einmal nach Zürich.
- 1875 22. 2. Tod von Ch. Lyell (London).

10 Literatur

A. Wichtige Arbeiten von Charles Lyell

(zusammen mit R. I. Murchison): On the Excavation of Valleys, as illustrated by the Volcanic Rocks of Central France. The Edinburgh New Philosophical Journal. April... Oct. 1829.

On a recent formation of fresh water Limestone in Forfarshire, and on some recent Deposits of freshwater Marl. Transactions of the Geological Society of London. 2. Ser Vol. II, 1829.

Principles of geology: being an attempt to explain the former changes of the earth's surface by reference to causes now in operation. Später: ... or the modern changes of the earth and its inhabitants. London 1830-1833:

1. Aufl. 1. Bd. 1830, 2. Bd. 1832, 3. Bd. 1834.

2. Aufl. 1. Bd. 1832, 2. Bd. 1832.

3. Aufl. 4 Bde. 1834.

Weitere Auflagen: 1835, 1837, 1840, 1842, 1847, 1853, 1867, 1868, 1872, 1875. Schließlich z. T. in einem Band. (Dazu amerikan. Aufl.). Dtsch.: Grundsätze der Geologie oder die neuen Veränderungen der Erde und ihrer Bewohner in Beziehung zu geologischen Erläuterungen. Aus dem Engl. von Carl Hartmann. Weimar 1842. 1857-1858 eine Übersetz. hrsg. von B. Cotta.

On the cretaceous and tertiary strata of the Danish Islands of Seeland and Moen. - Trans. Geol. Soc. 2Loamy Deposit called „Loess“ of the Basin of the Rhine. The Edinburgh New Philosophical Journal, XVII (1834);110-122.

The Bakerian Lecture. - On the proofs of a gradual rising of the land in certain parts of Sweden, Philos. Transactions of the Royal Society of London, 1835 P., I, S. 1-38, (Dtsch.: Über die Beweise eines allmähigen Emporsteigens gewisser Landstriche in Schweden. Poggendorffs Annalen, 8 (1836): 64-116.

The Elements of Geology. London 1838. (Lehrbuchartige Ergänzung der „Principles ...“).

Spätere Auflagen: 1841, 1854, 1852, 1855, 1857. Dazu amerikan. Auflagen: 1839, 1845, 1849, 1851, 1857, 1861 u. a.

Einige Auflagen unter dem Titel: „A Manuel of Elementary Geology“; 6. Aufl. wieder: „Elements of Geology“, London 1805. (Dtsch.: Elemente der Geologie. Aus dem Engl. von Carl Hartmann. Weimar 1839). Für Lehrzwecke erschien: The student's elements of geology. 1871 u. a.

Travels in North America; with geological observations on the United States, Canada, and Nova Scotia. 2 vols. London 1845, u. weitere Aufl. (Dtsch.: Reisen in Nordamerika... Dtsch. von E. Th. Wolf. Halle 1846).

A second visit to the United States of North America. 2 vols, London 1849, Weiter 1850, 1855. (Dtsch.: Zweite Reise nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Dtsch. ... von Ernst Dieffenbach. Braunschweig 1851).

On Craters of Volcanic Cones. The Quarterly Journal of the Geological Society of London, 6 (1850).

On the Structure of Lavas which have consolidated on steep slopes; with Remarks on the Mode of Origin of Mount Etna, and on the Theory of „Craters of Elevation“. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 148 (1859): 703-786.

The Geological Evidences of the Antiquity of Man, with remarks on theories of the origin of species by variation. London 1863. Weitere Aufl. 1863, 1873. Dazu amerik. Auflagen. (Dtsch.: Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika.

Übers. Dr. Louis Büchner. Leipzig 1864. Weitere, z. T. geänderte Auflagen 1867, 1874).

Lyell, Mrs. (Ed.): The Life, letters and journals of Sir C. Lyell 2 vols, London 1881.

B. Einige frühere Literatur, besonders zur Geologie

(Neues) Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde. Herausgegeben von Dr. K. C. v. Leonhard und Dr. H. G. Bronn. Ab 1830.

Bakewell, R.: Einleitung in die Geologie... Freyberg 1819.

Brongniart, A. T.: Allgemeine. Betrachtungen über die Vegetation, welche die Erdrinde in den verschiedenen Perioden ihrer Bildung bedeckte. Poggendorffs Annalen 15 (1829), 385-414.

Cotta, B.: Geologische Fragen. Freiberg 1858.

Cavier, G.: Die Umwälzungen der Erdrinde in naturwissenschaftlicher und geschichtlicher Beziehung. Nach der 5. Orig.-Ausg. übersetzt J. Nöggerath, Bonn 1830.

Engels, F.: Die Lage der arbeitenden Klasse in England. 1845.

Hoff, K. E. A.: Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. 3 Bände. Gotha 1822- 1834 (4. u. 5. Bd. aus dem Nachlaß).

Hutton, J.: Theory of the Earth, or an Investgation of the Lawes observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1 (1788). Später zu mehrbändigem Buch erweitert.

Lehmann, J. G.: Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen, ... Berlin 1756.

Leonhard, C. C.: Das Buch der Geologie oder die Wunder der Erdrinde und der Urwelt. Leipzig 1855 (Populär).

Mantell, G. A.: Die Denkmünzen der Schöpfung oder erster Unterricht in der Geologie, Dtsch. von K. F. A. Hartmann, 2 Bde. Freiberg 1845/1846.

Miller, H.: The Testimony of the Rocks. Edinburgh 1857.

Scrope, G. P.: Memoir on the Geology of Central France ... London 1827,

Sefström: Über die Spuren einer sehr großen urweltlichen Flut. Poggendorfs Annalen, 38 (1836) 8, 614-618.

Walther, J.: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena 1893.

C. Spätere Literatur über Lyell und seine Zeit

Bailey, E. B.: Charles Lyell. London 1962.

Gillispie, C. C.: Genesis and Geology. Cambridge (Mass.) 1951.

Guntau, M.: Der Aktualismus in den geographischen Wissenschaften. Freiburger Forschungshefte D 55. Leipzig 1967.

Hooykaas, R.: Natur law and Divine Miracle. The Principle of Uniformity in Geology, Biology and Theology. Leiden 1963.

Ravikovic, A. I.: Carlz Lajel'. Moskwa 1976 (Russ.).

Schneer, C. J. (Ed.): Toward a History of Geology. Cambridge (Mass.), London (Engl.) 1966.

Wilson, L. G.: Sir Charles Lyell's Scientific Journals on the Species Question. New Haven and London, Yale University Press 1970.

Wilson L. G.: Charles Lyell. The years to 1841: the revolution in geology. New Haven and London, Yale University Press 1972 (Ausführlichste Biographie).

Artikel in verschiedenen Zeitschriften von: H. Balmer, M. Bartholomew, K. v. Bülow, J. D. Burchfield, W. F. Cannon, W. Coleman, V. A. Eyles, M. Guntau, R. Hooykaas, A. O. Lovejoy, J. Lyon, P. J. Me Cartney, J. B. Morrell, A. M. Ospovat, L. E. Page, R. Porter, A. J. Ravikovic, M. Rudwick, M. Ruse, D. R. Stoddart, S. J. Tomkeieff, O. Wagenbreth, E. Wegmann, L. G. Wilson.