

## Zwischen Feuer und Wasser: Der Geologe Leopold von Buch

Im Jahr 2006 veröffentlichte unser Vorsitzender in den Mitteilungen 55 einen Artikel über Joachim Barrande, einen französischen Geologen, Paläontologen und Ingenieur, der 1881 von unserem Verein zum Ehrenmitglied ernannt wurde. Schon wesentlich früher, nämlich im Jahr 1850, wurde der Geognost Leopold von Buch Ehrenmitglied des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Ihm ist der nachfolgende Artikel unseres Mitglieds Dr. Thomas Keller aus geologischer Sicht gewidmet. Es ist geplant, in kürzeren Abständen als bisher berühmte Ehrenmitglieder unseres Vereins in den Mitteilungen vorzustellen (BT).



Abb. 1: Porträt Leopold von Buchs; Quelle: [http://portrait.kaar.at/Deutschsprachige Teil 3/image 43.html](http://portrait.kaar.at/Deutschsprachige%20Teil%203/image%2043.html)

Der Zeit des politischen Umbruchs im Gefolge der Französischen Revolution am Ende des 18. Jhs. entspricht – keineswegs ganz zufällig – eine Umwälzung in den Ansichten, die die lange Geschichte des Erdballs und seine Entstehung zum Gegenstand haben (RUDWICK 2006, 2008). Diese wissenschaftliche Umwälzung des Erdbildes war, abweichend von der Ursache der

gleichzeitigen heftigen politischen Erschütterung von 1789, eine internationale und insbesondere europäische Angelegenheit. Forscher aus England, Frankreich, Italien, der Schweiz und Deutschland waren an ihr maßgeblich beteiligt. Von den einflussreichen deutschen Forschern, die an dieser Debatte Teil hatten, sind, von vielen, drei Namen zu nennen, von denen zwei bereits am Übergang des 18. zum 19. Jhs. sehr bekannt wurden: Alexander von Humboldt (1769 - 1859) sowie Leopold von Buch (1774 - 1852). Als dritter ist, aus heutiger Sicht, Karl Ernst Adolf von Hoff (1771 - 1837) zu nennen, dem allerdings, wie BERINGER (1954) sagt, die Zeitgenossen „die Stelle eines Dritten in der ‚germanischen Trias‘ geologischer Forschung durchaus nicht zugewiesen“ haben.

In der Tat unterscheiden sich denn auch Lebensläufe und Forschungsfelder der drei Genannten trotz vieler gegebener Gemeinsamkeiten sehr beträchtlich. Alexander von Humboldt kann zweifellos als letzter Universalgelehrter der Naturwissenschaften betrachtet werden. Wenn er seine Laufbahn auch, übereinstimmend mit von Buch, als Schüler der Freiburger Bergakademie und damit im geologischen Fach begann, interessierten ihn gleichzeitig weitere und von der Geologie abweichende Felder der Naturwissenschaften. So etwa wurden Humboldts Pläne, 1794/95 „an einer Art geognostischer Ansicht von Deutschland“ zu arbeiten (Humboldt nach PIEPER 2000), durch ein eigenes Buchprojekt biologisch-physiologischer Art hinfällig und fanden erst 1823 publizistischen Niederschlag. So entstand keine unmittelbare Konkurrenz zu von Buch. Dessen lebenslang betriebenes Hauptgebiet war die Geologie, mit nicht unbeträchtlicher Einbeziehung der Paläontologie (vgl. HÖLDER 1975), wie im Folgenden dargelegt werden wird. Als Geologe war L. von Buch A. v. Humboldt „entschieden überlegen“ (ZITTEL VON 1899). Karl Ernst Adolf von Hoff hingegen er-

reichte in Vielseitigkeit und Breite seiner geologischen Studien und Untersuchungsgebiete niemals das Format Leopold von Buchs, war jedoch als Theoretiker und – neben Charles Lyell – Begründer des Aktualismus bahnbrechend und wegweisend. Gekannt, getroffen, geschrieben und in ihren Ansichten beeinflusst haben sich letztlich alle drei; besonders eng war die Freundschaft zwischen von Humboldt und von Buch.

Doch zu Leopold von Buch. Geboren ist er am 26. April 1774 in der Uckermark. Bereits im Alter von 16 Jahren trat er in die Bergakademie zu Freiberg ein, woselbst der Geologe und Bergmann Abraham Gottlob Werner\* (1749 - 1817) einflussreicher Lehrer einer ganzen Schule junger Studenten aus zahlreichen europäischen Ländern war (\* siehe Anhang). Als Spross einer bekannten und wohlhabenden Familie wurde er dem Lehrer empfohlen, und es entstand auch rasch ein besonderes Verhältnis zwischen dem rasch lernenden, begabten Schüler und dem Lehrer Werner. Das enge Verhältnis Leopold von Buchs zu Alexander von Humboldt entstand in diesen frühen Jahren, letzterer hatte seine Studien in der Bergakademie nur wenige Jahre nach dem Eintritt von Buchs begonnen. 1793 und 1795 studierte von Buch an den Universitäten Halle und Göttingen. 1796 wurde er als Referendar am Schlesischen Oberbergamt mit der geologischen Durchforschung der Provinz beauftragt und prospektierte und kartierte in diesem und dem folgenden Jahr intensiv in Schlesien. In diese Zeitphase fallen erste wissenschaftliche Publikationen, geognostische Beschreibungen, in denen auch der damals umstrittenen Gesteinsart Basalt\* besondere Aufmerksamkeit gezollt wird. Leopold von Buch begann dann, sein bisheriges bergbehördliches Arbeitsgebiet verlassend, nunmehr eine ausgedehnte Reisetätigkeit über viele Jahrzehnte: 1797 nach Österreich, 1798 weiter über Venedig nach Rom und Neapel (aufgehalten z. T. durch die napoleonischen Feldzüge), um die Jahrhundertwende in der

Schweiz (Neuchâtel) und Oberitalien, 1802 in der Auvergne und 1805 wieder in Rom und bei den Vulkanen Unteritaliens. Diese Reisen bestanden in einer vielfach dichten und intensiven Durchwanderung der aufgesuchten Landstriche und Regionen, die geologisch kaum bekannt – vielfach unbekannt – waren. Im Falle der Alpen\* etwa versuchte von Buch, aussagekräftige Querprofile kennenzulernen, Höhen mit genauen Barometermessungen zu erfassen (die Alpen waren zu Buchs früher Zeit topographisch nicht sehr viel besser erforscht als geologisch), durchgeführt auch in Jahreszeiten, die geologischer Forschung ganz abhold waren (EWALD 1867). Von nicht geringerer Anziehungskraft als die Alpen erwiesen sich die Vulkane, deren Verschiedenartigkeit zum einen in der Auvergne, zum anderen in Italien von Buch vor Rätsel stellte. Die folgende Untersuchung einer ganzen Reihe vulkanischer Bautypen führte von Buch zu einer umfassenden Theorie der Erhebungskrater\*. Vom Ende des 18. Jhs. an flossen nun für viele Jahrzehnte Mitteilungen, in Gestalt von Briefen und eingereichten Abhandlungen zu mineralogischen, geologischen, physikalischen und meteorologischen Themen an die Redaktionen der führenden wissenschaftlichen Journale. Zahlreiche der kleineren (und insbesondere frühen) geologischen Mitteilungen ähneln zumindest partiell Wander- oder Reiseberichten. Der Leser kann heute noch nachvollziehen, in welcher Weise sich das Gelände mit seinen Aufschlüssen einst erschloss und zu welchen Folgerungen der Autor gelangte. Aus dieser erwandert-erfahrenen Kenntnis großer Areale Nord-Mittel- und Südeuropas ist von Buchs fachlicher Ruf und Ruhm gewachsen, zu Recht: von Buch ist der Meister der „Ersten Bestandsaufnahme“ in den Geowissenschaften (Begriff: SCHÄFER 1962:14). Die Jahre 1806 bis 1808 führten von Buch nach Schweden, Norwegen und Lappland, 1815 besuchte er die kanarischen Inseln, 1817 Schottland. Den beiden erstgenannten Zielen widmete er zwei umfangreiche Reise-

beschreibungen, die durch Breite der Beobachtung, Gedankenreichtum und sprachliche Sorgfalt zu den Besonderheiten des literarischen Genres gehören. Von Buch erkannte als einer der Ersten die Hebung des schwedischen Festlandes. Auch im hohen Norden lag der Granit nicht zuunterst, wie einst von Werner gefordert. Hier beschäftigten ihn die früher bereits in den Alpen und in der norddeutschen Tiefebene untersuchten großen Glazialgeschiebe; trotz überzeugender Gletscherbefunde eines etwas jüngeren Kollegen (J. de Charpentier) blieb von Buch bezüglich des Transports dieser Blöcke allerdings zeitlebens Anhänger der Flut-Theorie H.B. de Saussures (SEIBOLD & SEIBOLD 2003). Einem besonders breiten wissenschaftlichen Rahmen, wie in diesen Jahrzehnten von Alexander von Humboldt vorgegeben, entspricht von Buchs „Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln“ (1825), vielseitig in historisch-statistischer Betrachtung und einer das Klima, Höhenmessungen, die Zusammensetzung der Flora und endlich auch die Geologie – mit einer Zusammenstellung weltweiter vulkanischer Erscheinungen – erschöpfend berücksichtigenden Schilderung (Abb. 2).

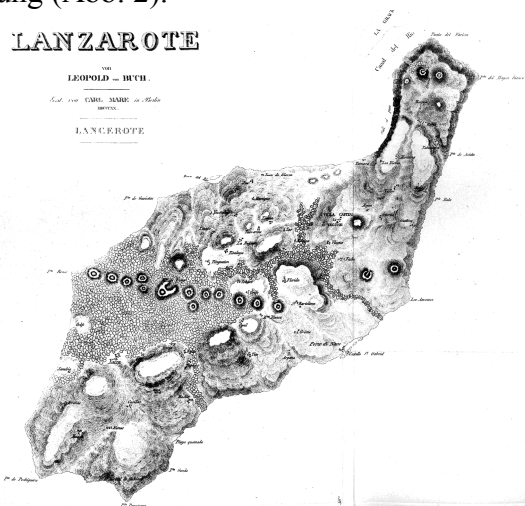


Abb. 2: Karte von Lanzarote. Leopold von Buch 1825.

1826 schloss von Buch mit der Herausgabe einer geognostischen Karte von Deutschland seine vielseitige geologische Tätigkeit ab (ZITTEL VON 1899). Von nun an bear-

beitete er zunehmend paläontologische und paläontologisch-stratigraphische Themen (s. HÖLDER 1975), den Wert der „Leitmuscheln“ (Leitfossilien) rasch erkennend (Abb. 3). Neben zahlreichen rein paläontologischen Arbeiten, die wirbellose Fossilien mit großer Sorgfalt beschreiben, war die 1839 erschienene Publikation „Über den Jura in Deutschland“ von weitreichender Wirkung, Grundlage der späteren Verfeinerung der Biostratigraphie durch F.A. Quenstedt. Leopold von Buch starb am 4. März 1852 in Berlin.

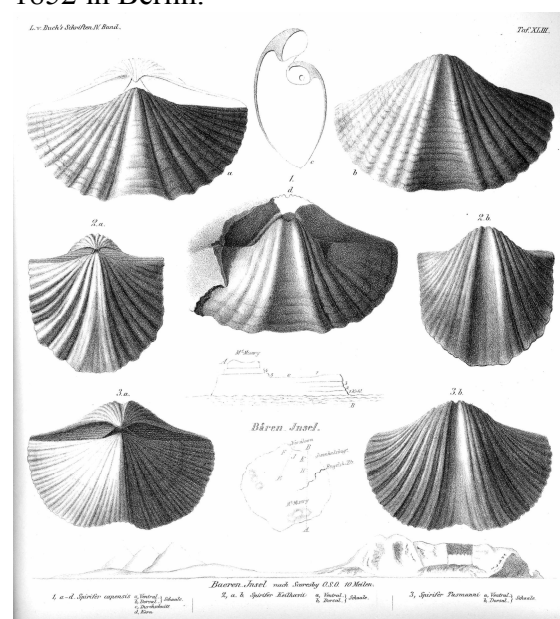


Abb. 3: Spiriferen (Armfüßer) aus dem Paläozoikum der arktischen Bäreninsel. Leopold von Buch 1848.

### Leopold von Buch: Wissenschaftliche Wirkung und kritische Würdigung

Von Buch begann seine Laufbahn als überzeugter Anhänger Werners. Dass das Lehrgebäude Werners nicht ausreichte, die nun durch die Reisen von Buchs und v. Humboldts deutlich werdenden Vielfalt geologischer Phänomene zu erklären, sahen viele Zeitgenossen. Doch allein von Buch war in Deutschland fähig und mutig, die Grundlagen einer nach-Wernerischen Geologie zu schaffen und somit letztlich auch den Übergang von einer statisch-starren zu einer beginnend dynamischen Auffassung der Erde zu ermöglichen. Wie sehr diese neue und dynamische Sicht die Zeitgenos-

sen noch verstören konnte, ist an einer Reaktion Goethes erkennbar (ENGELHARDT VON 2001), der von Buch (in einem Briefentwurf an der Grafen Sternberg 1823) einen „Ultravulkanisten und geologischen Abenteurer“ nannte. Diejenigen Phänomene, die von Buch zeit lebens besonders faszinierten, die Vulkane etwa oder die Geologie der Alpen, werden auch heute noch zu den komplexen Sachgebieten geologischer Forschung gerechnet. Ohne interdisziplinäre Mithilfe ganz unterschiedlicher Wissenschaften wären sie heute kaum zu verstehen. Umso bemerkenswerter sind von Buchs frühe und stetige Versuche, aus geologischen Einzelbeobachtungen zu einer Gesamtschau zu gelangen. Dieses Bemühen glich zuweilen, wie HÖLDER (1960) bemerkt, dem Entwerfen großer Bilder, und der große Theoretiker war dabei zuweilen „um die Sprache der Natur nicht allzu sorgfältig bemüht“ (HÖLDER 1960:68). Der Weg der jungen Geologie führte durch viele zunächst irrtümliche Theorien (SEIBOLD & SEIBOLD 2002); auch von Buch blieb vor vielen nicht bewahrt. So war denn auch von Buchs Weltbild bereits nach der Mitte des 19. Jhs. durch den von ihm selbst eingeleiteten stürmischen Fortschritt der jungen Geologiewissenschaft weitgehend überholt. Doch zollen auch diejenigen, die – etwa in der Alpengeologie – Menschenalter später forschten, von Buchs Ergebnissen großen Respekt, trotz abweichender Erkenntnis: „Kühne und grundfalsche Hypothesen, jedoch gestützt auf eine Fülle der genauesten mineralogischen, petrographischen und geologischen Beobachtungen“ (ZITTEL VON 1899). Andererseits wieder erscheint gerade der (an Lebensjahren schon ältere) von Buch in seinen paläontologischen Aussagen überraschend modern, wie das HÖLDER (1975) belegte, indem von Buch etwa fossile Organismen in damals unüblicher aktualistischer, auf Lebensraum und Einbettungsverhältnisse gerichteter Weise sah und beschrieb, einschließlich früher Ahnungen evolutionärer Abwandlung. Von Buchs erstaunlicher Lebensweg begann in einer Zeit, in

der – nur wenige Jahrzehnte vor seiner Geburt – der über Jahrmillionen gewachsene Boden durch J.G. Lehmann und G.C. Füchsel erstmals nähere wissenschaftliche Beachtung fand. VON ZITTEL (1899: 76) hat die darauf folgende Forschungsperiode das „heroische Zeitalter der Geologie“ genannt, reich an grundlegenden Ahnungen, Erkenntnissen und Irrtümern. Der junge Berggreferendar baute mit an den Grundmauern der modernen Geologie, der alte Privatgelehrte erlebte das Gebäude aufstrebend und gefestigt. Wir Heutigen sehen uns noch in dieser Nachfolge. Allein darum können und wollen wir Leopold von Buch Anerkennung und Respekt nicht versagen.

### **Leopold von Buch: Menschliche Seiten**

Es sind einige Schilderungen der Persönlichkeit Leopold von Buchs auf uns gekommen, die von Buch zwar stets als umfassend gebildeten und freundlich entgegenkommenden Zeitgenossen schildern, aber auch Züge seines Wesens wiedergeben, die wir heute als eigenwillig einschätzen würden, zumal sie auch von zeitgenössischen Beobachtern als den Umgangsformen nicht ganz entsprechend notiert wurden.

VON ZITTEL (1899: 95): „Von Buch erregte auf Reisen schon durch seine äußere Erscheinung Aufmerksamkeit. Bekleidet mit Kniehosen, schwarzen Strümpfen und Schnallenschuhen, machte er seine Wanderungen größtenteils zu Fuß. Sein Gepäck bestand aus einer leichten Reisetasche mit einem frischen Hemd und einem Paar seidener Strümpfe. Die Taschen seines schwarzen Rockes waren vollgestopft mit Notizbüchern, Karten und geologischen Werkzeugen. Seine körperliche Ausdauer wurde nur durch die eiserne Willenskraft übertroffen, mit welcher er alle Schwierigkeiten und Entbehrungen zu überwinden wusste. Eine sorgfältige Erziehung, aristokratische Umgangsformen, die Beherrschung fremder Sprachen und die Vielseitigkeit seiner Bildung nicht nur in Naturwissenschaften, sondern auch Geschichte und Literatur machen von Buch zu einem ungewöhnlich anziehenden Gesellschafter.“

Auffallend in Kontrast zur Schilderung von Buchs als anziehendem Gesellschafter steht die Charakterisierung in **BOTTING** (1974: 65): „Von Buch war reich und exzentrisch (...), aber außerdem außergewöhnlich scheu und so wenig umgänglich, dass man in Gesellschaft keinen Staat mit ihm machen konnte. Humboldt führte ihn bei einigen Freunden ein, doch von Buch benahm sich, als käme er vom Mond. Entweder setzte er seine Brille auf und verlor sich völlig in das Studium einiger Sprünge im glacierten Ofen, der in der entferntesten Zimmerecke stand, oder er schlich wie ein Igel an den Wänden herum und betrachtete die Simse.“

Zur Abrundung eine Reisenotiz **A. v. Humboldts** (in **BOTTING** 1974: 276): „Die freiwillige Abgeschlossenheit, in der er stets lebte, hat seinen Sinn für die Unabhängigkeit und seine nervöse Reizbarkeit bis zu einem Punkt anwachsen lassen, an dem allein schon der Gedanke, einen Führer zu nehmen, ihn wild macht. Ich wandere stundenlang geduldig mit ihm, während er die Landkarte zu Rate zieht. Wir finden das Dorf, in dem wir die Nacht zubringen wollen, nicht. Regengüsse stürzen herab. Wir entdecken einen Mann im Weinberg. Doch ich wäre absolut verachtungswürdig, wenn ich es wagte, nach dem Weg zu fragen... Er ist 50 Jahre alt – und wandert täglich 14 Stunden. Was ihn am meisten ermüde, so sagte er, sei, dass er ständig mit Leuten reden müsse. Er ist allein und spricht aus voller Kehle. Er streitet mit seinen Gegnern in der Mineralogie (er hat die fixe Idee, zu glauben, dass niemand seine Fähigkeiten anerkennt), und das findet er ermattend. Von Zeit zu Zeit bleibt er stehen, reibt sich mit zunehmender Geschwindigkeit seine Hände, hebt sie mit halb geöffnetem Mund zum Himmel empor, mit dem Zwicker auf der Nase und den Kopf in den Nacken gelegt, – erfreut er sich so am italienischen Sonnenschein.“

### Dank

Herzlicher Dank geht an Frau J. Kaeppl von der Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, für bewährte Hilfe bei der Beschaffung von Literatur. Prof. Dr. B. Toussaint war so freundlich, ein Porträt L. von Buchs zu besorgen.

### Literatur

BAILEY, E.B. (1967): James Hutton – the founder of modern Geology.- 161 S.; Amsterdam, London, New York (Elsevier Publishing).

BERINGER, C.C. (1954): Geschichte der Geologie und des Geologischen Weltbildes.- 158 S.; Stuttgart (Enke Verlag).

BOTTING, D. (1974): Alexander von Humboldt.- 402 S.; München (Prestel Verlag).

ENGELHARDT VON, W. (2001): Goethe und Alexander von Humboldt – Bau und Geschichte der Erde.- HiN (Alexander von Humboldt im Netz) II, 3: 12 S.

ENGELHARDT VON, W. & HÖLDER, H. (1977): Mineralogie, Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen von den Anfängen bis zur Gegenwart.- 292 S.; Tübingen (J.C.B. Mohr – Paul Siebeck).

EWALD, J., ROTH, J., ECK, H. & DAMES, W. (1867-1885): L. v. Buch's gesammelte Schriften.- 4 Bände mit zusammen LXXII + 3295 S.; Berlin (Verlag Reimer).

HÖLDER, H. (1960): Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte.- 565 S., Freiburg i. Br., München (Verl. Karl Alber).

HÖLDER, H. (1975): Leopold von Buch – Gedenkwort zu seinem 200. Geburtstag.- Paläontologische Zeitschrift, 49(1/2): 5-10.

HUMBOLDT VON, A. (2004): Kosmos. Entwurf einer physischen Erdbeschreibung.- Ediert und mit einem Nachwort versehen von Ottmar Ette und Oliver Lubrich, 944 + XXXII, 2.u. 3. Auflage; Frankfurt a. M. (Eichborn Verlag).

OLDROYD, D.R. (1998): Die Biographie der Erde. Zur Wissenschaftsgeschichte der Geologie.- 519 S.; Frankfurt a. M. (Zweitausendeins).

PIEPER, H. (2000): „Ungeheure Tiefe des Denkens, unerreichbarer Scharfblick und die seltenste Schnelligkeit der Kombination“. Zur Wahl Alexander von Humboldts in die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin

vor 200 Jahren.- HiN (Alexander von Humboldt im Netz) I, 1: 19 S.

PLAYFAIR, J. (1956): Illustrations of the Huttonian Theory of the earth.- 528 S., Faksimile-Reprint; New (Dover Publications).

RUDWICK, M.J.S. (2006): Bursting the limits of time: The reconstruction of geohistory in the age of revolution.- 732 S.; Chicago (The University of Chicago Press).

RUDWICK, M.J.S. (2008): Worlds before Adam. The reconstruction of geohistory in the age of reform.- 800 S.; Chicago (The University of Chicago Press).

SCHÄFER, W. (1967): Geschichte des Senckenberg-Museums im Grundriß.- 167 S.; Frankfurt a. M. (Verl. W. Kramer).

SEIBOLD, E. & SEIBOLD, I. (2003): Erratische Blöcke – erratische Folgerungen: ein unbekannter Brief von Leopold von Buch von 1818.- Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundsch.), **92**: 426-439.

ZITTEL VON, K.A. (1899): Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts.- 868 S.; München, Leipzig (Oldenbourg).

### Anhang

**Abraham Gottlob Werner** (1749 - 1817), herausragend in der systematischen Ordnung der unbelebten Natur. Werner schuf eine brauchbare Systematik insbesondere in der Kennzeichnung und Benennung der Mineralien (ohne mineralchemischen oder kristallographischen Bezug). Er entwickelte eine klare Systematik und Nomenklatur der Gesteine, indem er sie nach Textur, Absonderung, Alter, Vorkommen usw. auseinanderhielt. Auch führte er die vom Bergbau übernommenen Begriffe des Streichens und Fallens ein. Die Rolle der Fossilien in der erdgeschichtlichen Entwicklung (und ihre Nutzbarkeit für die Geologie) wurden von Werner noch nicht erkannt. Was die Theorie der Gesteinsbildung betraf, waren Werners Ansichten sehr spekulativ. Werner war „Neptunist“ darin, dass er alle Gesteine mit Ausnahme der jungvulkanischen Laven und Tuffe als Ausscheidungen aus wässriger Lösung erklärte. Granit, Gneis und Basalt\* wurden als neptunische Bildungen gedeutet, in der kristallinen Beschaffenheit sah er geradezu einen Beweis für die Bildung aus wässrigen Lösungen. Nach Werner war der Vulkanismus eine nur nebensächliche Erscheinung, ausgelöst durch brennende Kohlenflöze. In den vulkanischen Gesteinen sah Werner Sedimente, die durch die Verbrennungswärme umgeschmolzen waren (zur Tradition des Neptunismus und A.G. Werners Rolle vgl. die ausgezeichnete Darstellung in ENGELHARDT VON 2001).

EWALD (in EWALD et al. 1867) erläutert weiter: „Dem Werner’schen System gemäß erscheint (...) Granit als ältestes Gestein. Aus ihm bildeten sich nach jenem System der feste Kern der Erde und die ersten Hervorragungen auf der Oberfläche derselben. An diese Hervorragungen legten sich die übrigen Gebirgsarten, der Reihe nach und mit dem Gneus (= Gneis) beginnend, so an, dass jede schon bei ihrer Entstehung die Stelle einnahm, an der wir sie heute beobachten“. OLDROYD (1998) nennt diese Wernersche Ordnung kennzeichnend „Zwiebel-Stratigraphie“. Weiter EWALD: „Nachträgliche Änderungen in der gegenseitigen Lage der Gesteine konnten zwar, wie angenommen wird, als Ereignisse lokaler Art stattfinden, nicht aber bei dem Aufbau der Gebirge im Grossen mitwirken. Da auch die Möglichkeit kontinentaler Hebungen des Bodens durch die vorausgesetzte Starrheit des Erdinneren ausgeschlossen ist, so bleibt zur Erklärung des Vorkommens von Gesteinen in großer Höhe nichts Anderes übrig als die Annahme gewaltiger Schwankungen des Meeresniveaus“.

Werner unterschied eine größere Anzahl von Gesteinsformationen, die sich in verschiedenen Zeiten wiederholen, so genannte Formationssuiten bilden und Perioden in der Erdgeschichte repräsentieren (ZITTEL 1899). Diese Formationssuiten sind:

**Urgebirge** (z. B. Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Tonschiefer, Porphyr); **Übergangsgebirge** (z. B. Tonschiefer, Grauwacke); **Flötzgebirge** (z. B. alter Sandstein [rotes Totliegendes], Steinkohle, alter Flötzkalk, Mergel, Zechstein, Muschelkalk, Basalt, Mandelstein, Trapptuff, Braunkohle); **Aufgeschwemmtes Gebirge** (z. B. Nagelfluh, Sand, Ton, Gerölle); **Vulkanische Gesteine** (echt vulkanisch: z. B. Lava, Lapilli, Asche; pseudovulkanisch, z. B. gebrannter Ton, Porzellanjaspis). Die Gesteine des Urgebirges sind nach Werner durch chemische Kristallisation in wässriger Lösung entstanden. In der Übergangsperiode wurden die Tonschiefer noch chemisch, die Grauwacken bereits mechanisch abgesetzt. Die vulkanische Tätigkeit wird durch brennende Kohlenflöze verursacht (Zusammenfassung nach der Darstellung in ZITTEL 1899).

**James Hutton** (1726 - 1797) ist einer der Begründer der Geologie, einflussreich durch sein 1785 erschienenes Werk Theory of the Earth. In diesem Werk wird (BAILEY 1967, BERINGER 1954) eine Theorie der geologischen Kräfte formuliert, wobei Hutton insbesondere die endogenen Erscheinungen des Erdgeschehens beachtete bzw. zu erklären versuchte. Hutton nahm ein „Zentralfeuer“ im Innern der Erde an, das durch seine Hitze die Schmelzflüssigkeit der vulkanischen Materie bewirkt. Diese kann bereits im Erdinneren erstarren, womit der Unterschied zwischen Tiefengesteinen und Ergussgesteinen bereits vorgedeutet ist. Nur an der Erdoberfläche können sich Gesteine auch aus wässriger Lösung niederschlagen; deren Erhärtung wurde von

Hutton allerdings irrtümlich ebenfalls auf vulkanische Wärme zurückgeführt. Viele Gesteine sind auch aus der Zerstörung älterer hervorgegangen. Frühere Festländer sind durch Verwitterung zerstört worden, neue Kontinente heben sich durch die ausdehnende Kraft der Wärme des Erdinnern empor. Danach sind auch die Ursachen der gebirgsbildenden Kräfte in den vulkanischen Gewalten der Tiefe zu suchen bzw. in der diese bedingenden Hitze im Inneren unseres Planeten. Tektonische Erscheinungen wie die diskordante Lagerung der Gesteine sowie steil aufgerichtete Schichten deuten auf einen Wechsel von Bildungsperioden der Erde hin. Hutton erkannte erstmals, dass eine wesentliche Formung der Erdoberfläche von den Kräften des Erdinneren ausgeht.

Hutton hatte bereits 1788 angenommen, dass Granit, Porphyry und Basalt (Trapp) dem schmelzflüssigen Zustand entstammen. Er erkannte nicht nur den glutflüssigen Charakter des Granits, sondern vermutete auch seinen Ursprung in der Schmelzung bereits vorhandenen Gesteinsmaterials. Auch Gneis, Glimmerschiefer und Phyllit wurden von ihm bereits als umgeschmolzene Sedimentgesteine gedeutet. Huttons Theorie wurde durch John **Playfair** (1748-1819) umfassender und verständlicher erläutert. Sir James **Hall** (1762-1831), der erste Experimentator unter den Geologen, führte zwischen 1790 und 1798 Schmelzversuche an Gesteinen und Gläsern durch, die – auch wenn sie von den „Neptunisten“ als artifizial abgelehnt wurden – doch die prinzipielle Richtigkeit der Annahmen Huttons bestätigten.

**Basalt:** Schon der schwedische Naturforscher Linnäus (1741) hielt den horizontal gelagerten „Trapp“-Basalt für ein Sedimentgestein. Die oft auftretende Säulung des Basalts führte zu ersten Theorien der Entstehung des Basalts auf dem Weg der Kristallisation aus „feuriger Flüssigkeit“ (so z. B.N. Desmarest 1765; R.E. Raspe (1771) und D.G.S.T. Dolomieu (1798) u. a. votierten für eine vulkanische Entstehung des Basalts [zit. HÖLDER 1960]). Jedoch sind auf von Basalt bedeckten Kuppen und Bergen, die Reste einer ausgedehnten Basaltdecke tragen können, zugehörige Krater selten. In der Schule A.G. Werners entstand daher und aus anderen, allerdings mehr oder weniger auf Sachsen beschränkten Beobachtungen die neptunistische Auffassung von der Bildung des Basalts als Sedimentgestein. Der Streit um die Basaltentstehung wurde zwischen Neptunisten und Plutonisten leidenschaftlich geführt (vgl. die ausführliche Darstellung in WAGENBRETH 1955). Es sei erwähnt, dass J.W. v. Goethe diese Diskussion interessiert verfolgte, der der „vermaledeiten Polterkammer“ (Goethe 1831) vulkanischer oder plutonischer Einflüsse im Aufbau der Erde abgeneigt, gefühlsmäßig lange mehr auf Seite der Neptunisten stand (HÖLDER 1960, ENGELHARDT VON 2001). Von Buch hielt an Werners Theorie (und Terminologie) noch anlässlich der Un-

tersuchung der schlesischen Basalte fest (1802), begann – unter dem Eindruck der ersten Italienreise – jedoch, sich von Werners zu engem Vorstellungskreis zu lösen. Ausschlag zur grundsätzlichen Umkehr gaben jedoch erst die Vulkane der Auvergne, die von Buch nicht nur von der vulkanischen Natur des Basalts überzeugten, sondern auch großen Einfluss auf seine spätere Theorie der basaltischen Inseln und „Erhebungskraterer\*“ ausübten. In diesem Zusammenhang ist die Parallelität der Auffassungen auch des Werner-Schülers A. v. Humboldt mit denen von Buch auffallend. Humboldt gab während seiner großen Amerika-Reise (1799-1805) – trotz der Ansicht ausgedehntester neuweltlicher Vulkanphänomene – Werners Auffassungen nicht auf (ENGELHARDT VON 2001). „In den folgenden Jahren änderte A. v. Humboldt seine Meinung. Dies bewirkte der Umgang mit Leopold von Buch und vor allem Buchs Schrift über die Vulkane der Auvergne von 1809“ (ENGELHARDT VON 2001). Damit war der Neptunismus in Deutschland noch zu Lebzeiten Werners endgültig abgetan.

**Alpengeologie:** Zur frühen Zeit Leopold von Buchs waren die Ursachen für die Entstehung der Alpen gänzlich ungeklärt. Frühe Geognosten wie Horace Benedict de Saussure fassten steilstehende und gefaltete Schichten noch als durch gesteinsbildende Kristallisation entstanden auf; A.G. Werner sah Berge und Gebirge noch als durch primären Niederschlag im Urmeer entstanden. Schichtverstellungen wären danach durch Sackung entstanden.

Leopold von Buch rechnete mit Schichtverstellungen der oben zitierten Art. Er erwartete bei seiner ersten Reise durch die Alpen, nach der neptunistischen Theorie A.G. Werners im Zentrum (dem Zentralkamm der Alpen als ältester Bildung) Granit, dann in steiler Anlagerung Glimmerschiefer und Sedimente zu finden. Das war jedoch nicht der Fall. Die Lehre von der Progression der Gebirgsarten geriet ins Wanken. EWALD (1867: XX): „Auch von Gesteinen, die sich so bedeutend erheben, wie die Alpen, musste angenommen werden, dass sie sich in ihrer jetzigen Höhe aus dem Wasser abgesetzt hätten“. EWALD (1867: XX) weist darauf hin, dass vom Alter und der Abfolge alpiner Formationen noch keine Vorstellung existierte: „Man glaubte, in diesem Gebirge wären von geschichteten Formationen nur solche zu suchen, welche die neuere Geognosie als paläozoische bezeichnet. So wurden alle Kalke nach unsicheren petrographischen Merkmalen zwischen dem Übergangsgebirge und dem Alpenkalk geteilt, welcher letztere als ein zu enormer Mächtigkeit angewachsenes Äquivalent des thüringischen Zechsteins betrachtet wurde“. Nach der Einteilung Werners war der Porphyry zum Urgebirge zu stellen und damit ein chemisch aus dem Wasser ausgefälltes Gestein. 1802 verstörte es von Buch noch, ihn auf „Flötzkalk“ (also einer deutlich jüngeren Formation) anzutreffen.

Später, mit den Erfahrungen der Auvergne-Vulkanen, veränderte und präzierte sich das Alpen-Bild Leopold von Buchs. Er wurde nun, mit viel größerer Erfahrung und Einsicht, zum Vorkämpfer der Hebungstheorie und der Gebirgsbildung aus vulkanischen Ursachen. Was aus der Sicht heutiger Anschauung verblüfft, ist die bemerkenswerte Geringschätzung erdäußerer Kräfte durch von Buch. Weder heutige Prozesse der Talbildung noch erdgeschichtlich ältere Umformungen exogenen Ursprunges mochte er in den Alpen als bedeutsam sehen. Auch außerhalb der Alpen, z. B. im Bereich der Schwäbischen Alb, ging von Buch davon aus, dass heutige Verbreitungs- und einstige Ablagerungsgrenzen der Schichtgesteine weitgehend übereinstimmen. Einen Zweifler daran (den jungen Oskar Fraas) fertigte der alte von Buch einst unwirsch ab mit dem Ausruf: „Schweigen Sie mir von Ihren Erosionen!“ (ENGELHARDT VON & HÖLDER 1977: 173).

An eine Ursache der Hebung – und der Entstehung der Alpen – durch seitliche Einengung dachte zur Zeit Leopold von Buchs fast niemand (OLDROYD 1998). Der Schweizer Geologe H.C. Escher hatte zwar, im ersten Jahrzehnt des 19. Jhs., ein paläozoisches Gestein auf jüngerem Alpenkalk – richtig beobachtet (und es kann vermutet werden, dass H.C. Escher bereits an eine Lagerungs-Umkehr dachte, wie dieses Phänomen wahrscheinlich bereits de Saussure nicht entgangen war), von Buch widersprach der Beobachtung jedoch aus grundsätzlichen theoretischen Einwänden vehement. Erst der Sohn Eschers (A. Escher v. d. Linth) sollte, als einen der wesentlichen Schlüssel zur Entzifferung der Bildung und des Deformationsstils der Alpen, erstmals den Deckenbau publizieren (1841), übrigens noch zu Lebzeiten von Buchs (Überschiebungsdecken entstehen unter weiterer Einengung aus Falten; komplizierte Deckensysteme sind für die Alpen und zahlreiche weitere Faltengebirge typisch).

**Erhebungskrater:** Die Frage nach der Ursache von Hebungen bewegte von Buch seit seinen Forschungen in den Alpen. An den Vulkanen der Auvergne entwickelte von Buch die Theorie, dass die Masse des Vulkanberges durch eine blasenförmige Auftreibung des Bodens (durch den Druck der feuerflüssigen Masse von unten) entstanden sei. Die Aus- und Aufschüttung vulkanischen Materials betrachtete er dabei als relativ unwesentlich (HÖLDER

1960). „In seinem Gesamturteil über die vulkanischen oder – richtiger – erdinneren Kräfte gelangte er aber zu einer ganz ungleichen Rollenverteilung, indem er der Hebung gegenüber der Eruption eine immer größere und selbstständigere Rolle zuwies und in dem neuen Begriff des „Erhebungskraters“ die bisher eindeutig an den Eruptionsvorgang geknüpfte Kraterform mit der reinen Hebung verband“ (HÖLDER 1960: 170). Als Erhebungskrater wurden z. B. flächenmäßig umfangreiche Berge mit Einsturzkratern angesehen (La Palma, Teneriffa, die Somma des Vesuvius u. a.). Wie HÖLDER (1960) bemerkt, war den Vulkanen damit wieder eine letztlich nebensächliche Rolle im Bild der Erdkräfte zugewiesen worden, fast so, wie sie zuletzt A.G. Werner vertreten hatte. Ch. Lyell u. a. rückten den Aufschüttungscharakter der Vulkanberge wieder in den Vordergrund. Die Buch'sche Theorie der Erhebungskrater wurde von A. v. Humboldt selbst als Erklärung für die Bildung der großen Mondkrater herangezogen (v. Humboldt 2004: 118; 581), doch überlebte sie ihren Schöpfer nicht lange. Doch hatten von Buchs Beobachtungen in der Auvergne die weitere Folge, dass für Hebungprozesse und damit generell gebirgsbildende Vorgänge im Bereich der Alpen der Druck porphyrischen Glutflusses verantwortlich gemacht wurde, eine bemerkenswerte Annäherung von Buchs an die Gedankenwelt James Huttons\*. Im Jahr 1823 („Über Dolomit als Gebirgsart“) geht von Buch so weit, die Bildung des ganzen Gebirges als durch hochdringenden Augit-Porphyr bedingt anzusehen, in „Richtung eines ungeheuren Ganges“, der damit auch die Richtung des Gebirges bestimmt.

Thomas Keller

### Ergänzung durch den Schriftleiter

Leopold von Buch gehörte zu den 13 Gründungs Vätern der Deutschen Geologischen Gesellschaft bzw. der heutigen Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften e.V. (DGG). Als ihr erster Vorsitzender hat er Zeichen gesetzt. Der DGG verhalf er zu einer besonderen Stellung als Schauplatz wissenschaftlicher Auseinandersetzung und Kommunikation.

Die höchste Auszeichnung, welche die deutschsprachige Geologie für herausragende geologische Leistungen weltweit zu vergeben hat, ist die nach ihm benannte Leopold-von-Buch Plakette der DGG.

BT